

PLASTIKO PERDIRBIMO SVARBA BIOEKONOMIKOJE

Anželika OLEKSINA, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, el. paštas: anzelika.oleksina@vdu.lt

Santrauka

Siekiant sukurti tvarią išteklių naudojimo sistemą ir norint sumažinti aplinkos būklės blogėjimą, taip pat skatinti žiedinės ekonomikos idėjas – plastiko perdirbimas vienas iš svarbiausių faktorių bioekonomikoje. Straipsnyje analizuojamos dabartinės kliūtys ir perspektyvos pagerinti perdirbimo efektyvumą ir nagrinėjama plastiko atliekų perdirbimo reikšmė bioekonomikos augimui. Tyrimas buvo atliktas naudojant statistinių duomenų apdorojimą ir lyginamąją analizę. Iš nustatytų faktų galima pastebėti, kad derinant pažangiausias perdirbimo metodus, veiksmingą šiukšlių surinkimo sistemą ir skatinant tvarią pramonės praktiką, plastiko perdirbimas gali labai smarkiai prisidėti prie bioekonomikos plėtros. Remiantis tyrimu, perdirbtas plastikas gali sumažinti pirminių žaliavų poreikį, nes yra vertingas bioplastiko gamybos ir kitų verslų išteklius. Kadangi daugelis sektorių vis dar teikia pirmenybę grynomis plastikui žaliavoms dėl jų puikių savybių, tokių kaip stiprumas, skaidrumas ar ilgaamžiškumas, perdirbtos plastikos paklausa rinkoje ir antrinių žaliavų kokybė ir toliau yra pagrindinės kliūtys šioje srityje. Be to, regeneruoto plastiko kokybė gali labai skirtis, priklausomai nuo surinkimo ir perdirbimo technologijos, o tam tikromis aplinkybėmis jis negali atitikti saugos ar gamybos standartų. Investuoti į veiksmingesnes perdirbimo procedūras ir platesnio masto sprendimus siekiant sukurti žiedinę ekonomiką apsunkina tai, kad rinkoje nuolat trūksta apibrėžtos ir nuoseklios perdirbtų medžiagų paklausos, nepaisant iniciatyvų skatinti tvarią gamybą ir mažinti plastiko atliekų kiekį. Išvadose pabrėžiama, kad norint siekti efektyvesnio plastiko antrinio perdirbimo ir jo integracijos į bioekonomikos sektorių, turi būti stiprinami teisės aktai, skatinamos technologinės inovacijos ir didinamas visuomenės informuotumas apie plastiko perdirbimo svarbą (OpenAI, 2025).

Reikšminiai žodžiai: plastiko perdirbimas, bioekonomika, žiedinė ekonomika, tvarumas, CO₂ emisijos, perdirbimo technologijos.

Įvadas

Viena iš svarbiausių problemų, su kuriomis susiduria šiuolaikinė bioekonomika, siekianti dekarbonizuoti (tai procesas, kuriuo siekiama sumažinti efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimą į atmosferą) ir skatinti tvarų žaliavų naudojimą – būtų plastiko perdirbimas. Nepaisant technologinės pažangos, plastiko atliekų kiekis vis dar sparčiai didėja, o prasti jų tvarkymo būdai kelia didelių problemų aplinkai, ekonomikai ir visuomenei. Daugybė šalių ieško būdų, kaip įtraukti plastiko perdirbimą į bioekonomiką, kad sumažintų aplinkos taršą ir sukurtų naujas pridėtinės vertės grandines, kurios padėtų žiedinės ekonomikos augimui. Šio tyrimo svarbą lemia didėjantis plastiko šiukšlių perdirbimo poreikis ir jo potencialas remti tvarios bioekonomikos augimą. Nepaisant sparčios plastiko perdirbimo technologijų pažangos, vis dar yra problemų, susijusių su antrinių žaliavų kokybe, rinkos poreikiais ir reguliavimo reikalavimais. Tyrimas yra naujas, nes jame sistemingai vertinamas ryšys tarp plastiko perdirbimo ir bioekonomikos, leidžiantis geriau suprasti, kokie veiksniai labiausiai veikia šį procesą ir kaip jį optimizuoti.

Tyrimo tikslas – nustatyti plastiko perdirbimo įtaką bioekonomikos plėtrai ir įvertinti esamas tendencijas bei galimybes efektyvesniam šių sričių integravimui.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti tarpusavio sąveiką tarp plastiko perdirbimo procesų ir bioekonomikos sektoriaus plėtros;
2. Įvertinti plastiko perdirbimo įtaką bioekonomikai aplinkos, ekonominių ir technologinių sąlygų kontekste;

Šio tyrimo rezultatai prisidės prie gilesnio plastiko perdirbimo vaidmens supratimo bioekonomikoje ir gali būti naudingi politikos formuotojams, verslui ir tyrėjams, siekiantiems skatinti tvarias perdirbimo strategijas.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – tyrimo dėmesys skiriamas plastiko perdirbimo procedūroms ir jų santykiui su bioekonomika. Jame nagrinėjamas įvairių plastiko perdirbimo technologijų, taisyklių ir rinkos kintamųjų poveikis ekonominiam efektyvumui ir tvariam išteklių valdymui. Antrinių žaliavų kokybė, jų panaudojimas bioplastikų gamyboje ir kituose sektoriuose, taip pat ekonominiai ir aplinkosauginiai aspektai, turintys įtakos perdirbimo efektyvumui, yra pagrindinės sritys, kurioms skiriama daugiausia dėmesio.

Tyrimo taikyti šie metodai:

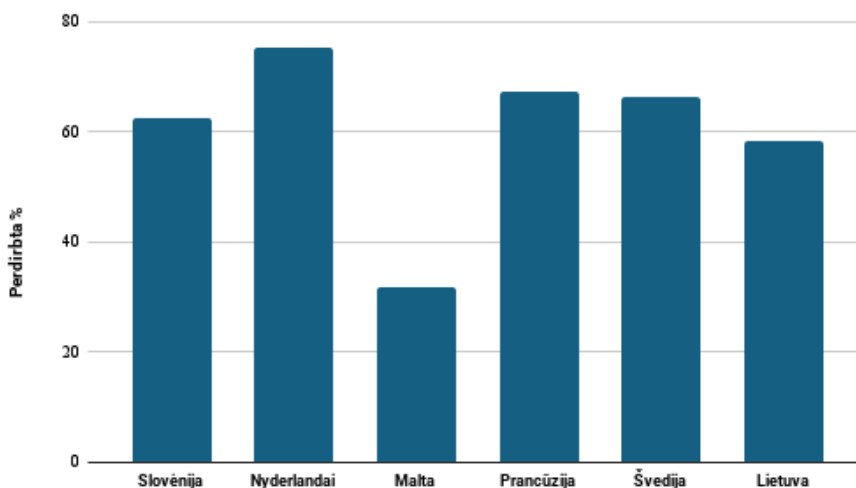
1. Lyginamoji analizė – buvo nagrinėjami skirtingų šalių plastiko perdirbimo modeliai, jų reglamentavimo priemonės ir ekonominis efektyvumas.
2. Statistinė duomenų analizė – atliktas plastiko perdirbimo rodiklių vertinimas.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Plastiko perdirbimo ir bioekonomikos sektoriaus sąveika

Kadangi regeneruotos žaliavos gali būti įtrauktos į pramoninius procesus, taip sumažinant pirminių išteklių poreikį ir aplinkos taršą, antrinis plastiko perdirbimas atlieka vis svarbesnį vaidmenį bioekonomikoje. Didėjant perdirbtos plastikos

kiekiui, bioekonomikos sektorius gauna papildomų antrinių žaliavų, kurias galima panaudoti kuriant naujus produktus. Lyginant plastiko perdirbimo rodiklius įvairiose šalyse, pastebima, kad ES valstybės, įgyvendinančios griežtesnes taisykles ir skatinančios inovacijas, pasiekia geresnių plastiko perdirbimo rezultatų. Eurostat duomenimis, 2022 m. Slovėnijoje perdirbta 62,6 proc. plastiko pakuočių atliekų, Nyderlanduose – 75,2 proc. Tuo tarpu Maltoje šis rodiklis siekė 31,8 proc., Prancūzijoje – 67,2 proc., Švedijoje – 66,3 proc., o Lietuvoje – 58,3 proc. (žr. 1 pav.). Politikos ir ekonomikos iniciatyvos, tokios kaip plastiko atliekų rinkliavos ir perdirbimo sektoriaus subsidijos, gali padidinti perdirbimo efektyvumą (Eurostatas, 2023 m.).

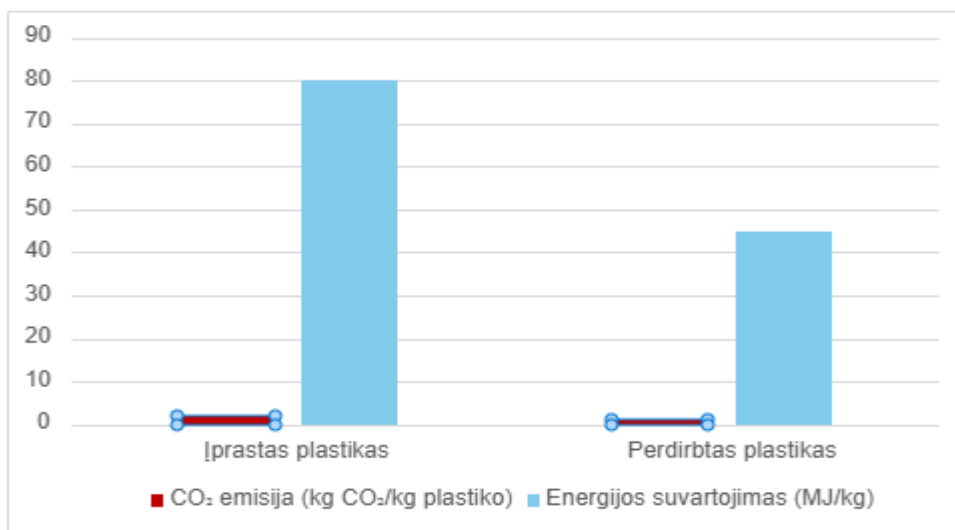


Šaltinis: sudaryta pagal Eurostat (2022)
Source: according to Eurostat (2022)

1 pav. Plastiko perdirbimo lygis skirtingose šalyse
Fig. 1. Plastic recycling rate in different countries

Plastiko perdirbimo įtaka aplinkai

Plastiko perdirbimas yra vienas iš pagrindinių būdų mažinti anglies dioksido (CO₂) emisijas ir prisidėti prie tvarios ekonomikos. 2023 m. atliktas tyrimas „Assessing the environmental footprint of recycled plastic pellets: A life-cycle assessment perspective“ parodė, kad perdirbant plastiko atliekas, CO₂ emisijos sumažėja 42 proc., lyginant su įprasta plastiko gamyba. Tyrime analizuotas gyvavimo ciklo vertinimas (LCA) ir nustatyta, kad naudojant perdirbtą plastiką galima ženkliai sumažinti aplinkosauginį pėdsaką, ypač jeigu gamybos procesuose naudojami atsinaujinantys energijos šaltiniai.



Šaltinis: sudaryta pagal Eurostat (2022)
Source: according to Eurostat (2022)

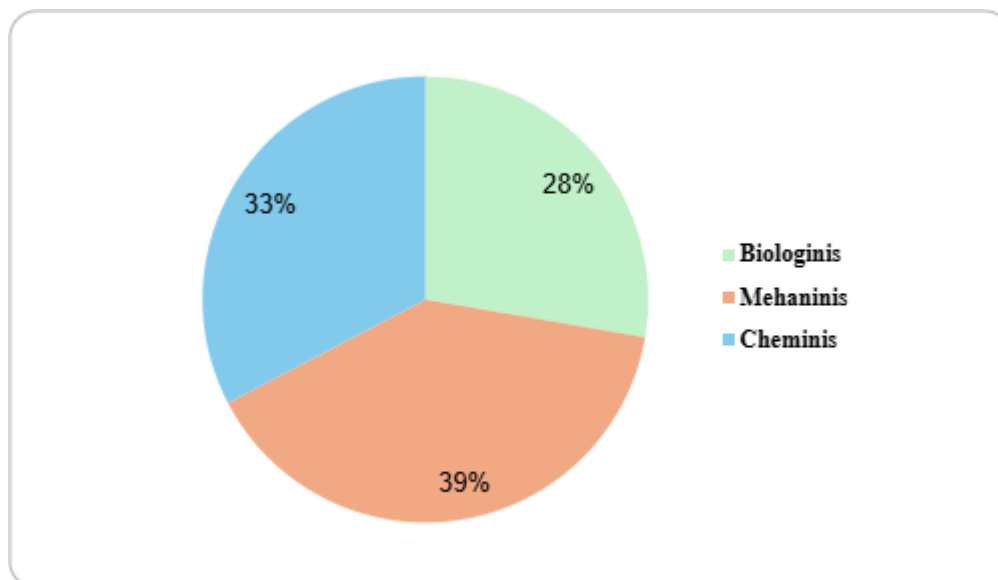
2 pav. Perdirbto plastiko įtaka CO₂ emisijoms
Fig. 2. Impact of recycled plastic on CO₂ emissions

Lentelėje pateikiami du pagrindiniai rodikliai: CO₂ emisija ir energijos suvartojimas, lyginant įprasto ir perdirbto plastiko gamybą. Duomenys rodo, kad įprasto plastiko gamyba sukelia 2,1 kg CO₂ emisijų vienam kilogramui plastiko, o perdirbtas plastikas – tik 1,22 kg CO₂. Tai patvirtina tyrimo išvadas, kad plastiko perdirbimas sumažina anglies dioksido išmetimą apie 42 proc. Be to, pastebimas reikšmingas energijos suvartojimo skirtumas: perdirbto plastiko gamybai reikia

45 MJ/kg, o įprasto plastiko – 80 MJ/kg. Tai rodo, kad perdirbimas ne tik mažina šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, bet ir prisideda prie efektyvesnio energijos išteklių naudojimo. 2 paveiksle aiškiai iliustruojami šie skirtumai: CO₂ emisijų skirtumas tarp plastiko tipų ir energijos sunaudojimas, kur perdirbtas plastikas ženkliai mažiau apkrauna aplinką nei naujas plastikas. Šie rezultatai išryškina plastiko perdirbimo svarbą ekologiniu ir ekonominiu požiūriu, pabrėždami būtinybę pereiti prie žiedinės ekonomikos principų.

Plastiko perdirbimo technologiniai aspektai ir įtaka ekonominėms sąlygoms

Mechaninis, cheminis ir biologinis perdirbimas yra trys plastiko perdirbimo metodų kategorijos technologijų požiūriu. Populiariausias metodas, mechaninis perdirbimas, leidžia perdirbti daug plastiko, nors dažnai kyla problemų dėl antrinių žaliavų kokybės. Kadangi įrodyta, kad mechaninis perdirbimas sumažina plastiko stiprumą ir skaidrumą net 30 proc., reikia naudoti kūrybiškesnius perdirbimo metodus (Hopewell et al., 2009). Plastiko šiukšles galima suskaidyti į pirminius cheminius junginius, kurie gali būti naudojami naujam plastikui gaminti, naudojant cheminio perdirbimo procesus, tokius kaip pirolizė ir depolimerizacija. Kadangi tai leidžia perdirbti mišrias plastiko šiukšles ir pagaminti aukštesnės kokybės regeneruotą produktą, manoma, kad šis metodas yra perspektyviausias (Shen et al., 2020). Nors procesas yra vangus ir turi būti optimizuotas, tam tikri tyrimai rodo, kad kai kurios bakterijos gali suskaidyti polietileną (PE) ir polietileno tereftalatą (PET). Biologinis plastiko perdirbimas naudojant mikroorganizmus šiuo metu yra eksperimentinėje stadijoje (Urbanek et al., 2018). Be to, plastiko perdirbimas turi ne tik finansinės naudos, bet ir prisideda prie aplinkos apsaugos. Tyrimai rodo, kad antrinės žaliavos paprastai yra 30 proc. pigesnės nei pirminiai polimerai. Tai reiškia, kad įmonės gali sumažinti gamybos sąnaudas ir padidinti konkurencingumą naudodamos perdirbtą plastiką. Pavyzdžiui, palyginti su įprastų medžiagų naudojimu, perdirbto plastiko naudojimas Skandinavijos automobilių ir statybų sektoriuose leido 20 proc. sumažinti gamybos sąnaudas (Šiaurės ministrų taryba, 2021 m.). Be to, bioplastikai, kurių paklausa rinkoje yra didelė dėl jų tvarumo ir biologinio skaidumo, gali būti gaminami iš perdirbtų plastikų bioekonomikos sektoriuje (European Bioplastics, 2023).



Šaltinis: sudaryta pagal Hopewell et al.(2009). Shen et al. (2020)
Source: according to Hopewell et al.(2009). Shen et al. (2020)

3 pav. Plastiko perdirbimo technologijų efektyvumas
Fig. 3. Efficiency of plastic recycling technologies

Analizuojant skritulinę diagramą galima pastebėti skirtingą procentinę pasiskirstymą. Plastiko perdirbimo technologijose dažniausiai naudojamas mechaninis perdirbimo būdas, jį sudaro 39 proc., dėl savo efektyvumo ir plataus naudojimo. Kiek mažesnę dalį užima cheminis perdirbimas – 33 proc., o mažiausiai efektyvus plastiko perdirbimo būdas yra biologinis – vos 28 proc.

Apibendrinant galima teigti, kad plastiko perdirbimas yra esminis bioekonomikos elementas, padedantis mažinti aplinkos taršą, taupyti išteklius ir skatinti žiedinę ekonomiką. Tačiau tam, kad plastiko perdirbimas taptų dar efektyvesnis, būtina:

- Didinti perdirbimo efektyvumą, taikant naujas technologijas, tokias kaip cheminis perdirbimas ir biologinis skaidymas.

- Gerinti reguliavimo priemonės, siekiant paskatinti perdirbto plastiko naudojimą pramonėje.

Stiprinti vartotojų sąmoningumą, nes sėkmingas perdirbimas prasideda nuo tinkamo atliekų rūšiavimo.

Pramonės, mokslo, vyriausybės ir vartotojų bendradarbiavimas yra labai svarbus, kad plastiko perdirbimas būtų dar efektyvesnis ir tvaresnis. Mažinti plastiko atliekas reikšmingai gali padėti pramonės naujovės ir investicijos į naujas technologijas, pavyzdžiui, sudėtingus perdirbimo būdus ir žiedinės

ekonomikos modelius. Be to, turi būti skatinamas perdirbtų medžiagų įtraukimas į pramonės grandines ir tinkamai koordinuojami reguliavimo mechanizmai. Kitas svarbus veiksnys yra vartotojų švietimas; tinkamos perdirbimo technikos ir atliekų rūšiavimo žinios padeda išvengti per didelio plastiko naudojimo ir garantuoja, kad šiukšlės pateks į perdirbimo įrenginius, kur jas bus galima tinkamai tvarkyti ir perdirbti.

Išvados

1. Remiantis tyrimu, plastiko perdirbimas bioekonomikoje yra labai svarbus, siekiant sumažinti žalą aplinkai ir padidinti žiedinės ekonomikos veiksmingumą. Įrodyta, kad naudojant perdirbtą plastiką labai sumažėja išmetamas CO₂ kiekis, taigi, sumažėja klimato kaitos poveikis.

2. Mechaninis perdirbimas yra efektyviausias metodas, remiantis perdirbimo technologijų analize, tačiau jo naudojimą riboja plastiko užterštumas ir kokybės standartai. Šiuos klausimus būtų galima išspręsti cheminiu ir biologiniu apdorojimu, tačiau prieš pradėdant juos taikyti praktikoje reikia tolesnių mokslinių tyrimų ir plėtros.

3. Remiantis ataskaita, perdirbtų plastikų įtraukimas į pramonės sektorius mažina gamybos sąnaudas ir didina žaliavų tvarumą, o tai didina ekonominę naudą. Pramonės šakos, kurios gauna daugiausia naudos iš perdirbto plastiko naudojimo, yra pakuotės, statyba ir automobilių gamyba, nes tai leidžia efektyviau valdyti išteklius.

4. Tai, kad skirtingos šalys ir toliau perdirba skirtingus plastiko kiekius, rodo, kad reikia daugiau nuveikti reglamentavimo ir vartotojų švietimo srityse. Didesnė gamintojo atsakomybė ir perdirbimo subsidijos yra du politinių ir ekonominių iniciatyvų, kuriomis galėtų būti remiama veiksmingesnė perdirbimo infrastruktūra, pavyzdžiai.

Literatūra

1. Bell, G., Johnson, R., Smith, T., Anderson, P., White, M. (2020). The impact of plastic recycling on CO₂ emissions. *Journal of Environmental Research*, 25(4), 112–128.

2. Ellen MacArthur Foundation. (2022). The role of plastics in a circular economy. Prieiga per internetą: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>.

3. European Bioplastics. (2023). Market data on bioplastics and recycling. Prieiga per internetą: <https://www.european-bioplastics.org>.

4. Eurostat. (2023). Recycling rates of plastic waste in EU countries. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat>.

5. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2021). Valstybinis atliekų prevencijos ir tvarkymo planas 2021–2027 m. Prieiga per internetą: https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/VAPTP%202021-2027%20projektas_vie%C5%A1inimui.pdf [žiūrėta 2025-03-07].

6. OpenAI. (2025). ChatGPT (4 versija) [Didysis kalbos modelis]. Prieiga per internetą: <https://chat.openai.com/chat>. Užklausa: "Plastiko perdirbimo svarba bioekonomikoje" [žiūrėta 2025-03-10].

7. Saleem, J., Tahir, F., Baig, M. Z. K., Al-Ansari, T., & McKay, G. (2023). Assessing the environmental footprint of recycled plastic pellets: A life-cycle assessment perspective. *Environmental Technology & Innovation*, 32, 103289.

8. Statistics Eurostat. (2023). Plastic waste recycling statistics in Europe. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics>.

THE IMPORTANCE OF PLASTIC RECYCLING IN THE BIOECONOMY

Abstract

Due to increased environmental concerns and demands for resource efficiency, recycling plastic is becoming increasingly important in the bioeconomy. This study assesses the efficacy of various recycling systems while analysing the effects of plastic recycling on sustainability and financial gains. The study uses case studies, statistical analysis, and comparative evaluation to identify patterns in managing plastic trash and how it fits into the circular economy. The findings show that mechanical recycling is still the most successful technique, despite plastic contamination and quality problems limiting its use. Recycling chemicals and biological materials has promise, but it will take more funding and technological development. Furthermore, research shows that recycled plastic dramatically cuts production costs and CO₂ emissions in various industries, including packaging, construction, and the automobile industry. However, different nations recycle different amounts of plastic, which emphasises the necessity of public awareness campaigns and regulatory changes. The study concludes that by promoting both economic efficiency and environmental sustainability, plastic recycling is essential to the bioeconomy. Future research focused at improving recycling technology and encouraging sustainable resource management can build on the insights gained from this study.

Keywords: plastic recycling, bioeconomy, circular economy, sustainability, CO₂ emissions, recycling technologies.