

## Economics and Management Ekonomika ir vadyba

### GAMYBOS LOGISTIKOS TOBULINIMAS BIOEKONOMIKOS IŠŠŪKIŲ KONTEKSTE

Alfred ŠOSTKO\*, Artūras JAKUBAVIČIUS

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2018 m. birželio 15 d.; priimta 2018 m. birželio 15 d.

**Santrauka.** Globalizacijos kontekste sparčiai senkant gamtiniams ištekliams ir didėjant atliekų kiekiui, efektyvi priemonė verslo konkurencingumui didinti yra bioekonomika. Straipsnio tikslas – apžvelgti mokslininkų ir skirtingų institucijų požiūrį į bioekonomikos sampratą ir įvertinti žiedinės ekonomikos naudojimą pramonėje. Tyrimo metu buvo pasiūlytas gamybos logistikos modelis, grindžiamas žiedinės ekonomikos ir 3Rs principo taikymu. Remiantis tyrimų rezultatais buvo nustatyti žiedinės ekonomikos naudojimo pranašumai, kurie skatins tausoti išteklius ir mažinti atliekas.

**Reikšminiai žodžiai:** gamybos logistika, žiedinė ekonomika, bioekonomika, 3Rs, sumažinimas, pakartotinas naudojimas, perdirbimas, baltoji biotechnologija.

#### Įvadas

XXI amžiuje, pasaulyje sparčiai augant žmonių populiacijai ir didėjant jų poreikiams, vienos pagrindinių globalių problemų yra išteklių stoka, kurių kiekvienais metais išekvojama vis daugiau, bei augantis atliekų mastas, darantis milžinišką žalą gamtai. Ilgalaikės prognozės rodo, kad pasaulyje iki 2050 metų žmonių padaugės iki 9 milijardų (European Commission, 2017a). Pramonėje ištekliams naudojami taip sparčiai, kad pasaulis artimoje ateityje susidurs su realia išteklių stokos problema, todėl pasaulinė gamyba jau dabar turi priimti naujus iššūkius ir pereiti prie naujos ekonomikos, kuri efektyviai naudotų atliekas naujiems produktams kurti, taip užtikrinant ekonominę ateities kartų gerovę ir aukštesnę gyvenimo lygį.

1997 m. Amerikos mokslo pažangos asociacijos (AAAS) susitikime genetikos specialistai Juan Enriquez-Carbot ir Rodrigo Martinez pirmą kartą pavartojo bioekonomikos terminą (Westra, Gray ir D'Aloia, 2016). Bioekonomika – tai ekonomika, apimanti atsinaujinančių išteklių gamybą ir perdirbimą į bioproduktus skirtinguose sektoriuose (žemės ūkis, miškininkystė, maisto gamyba, chemijos pramonė ir t. t.). Pagrindinis bioekonomikos tikslas – paversti atliekas didesnės pridėtinės vertės produktais, taip pat atliekas pakartotinai naudojant ir perdirbant.

Šiuo metu pasaulyje dominuoja linijinis ekonomikos modelis, kuriame produkto gyvavimo ciklas turi pradžią ir

pabaigą. Produktai gyvavimo ciklo pabaigoje virsta atliekomis ir nėra daugiau naudojami, todėl, norint sumažinti atliekų kiekį, mokslininkai vieningai siūlo taikyti pramonėje žiedinį, arba uždarą, ekonomikos modelį, kuriuo remiasi bioekonomika. Remiantis Geissdoerfer, Savaget, Bocken ir Hultnik (2017), žiedinės ekonomikos modelis – tai atsinaujinanti sistema, kurioje siekiama sumažinti atliekas iki minimumo (Geissdoerfer et al., 2017).

Moksliniuose straipsniuose autoriai vieningai pabrėžia 3Rs svarbą žiedinėje ekonomikoje (Kircher, Breves, Taden ir Herzberg, 2016; Geissdoerfer et al., 2017; Stahel, 2016; Ghisellini, Cialani ir Ulgiati, 2016 Liguori ir Faraco, 2016). 3Rs – tai atliekų sumažinimas, pakartotinas naudojimas ir perdirbimas. Šių procesų eiliškumas yra neatsitiktinis. Svarbiausias procesas ekologiniu požiūriu yra atliekų sumažinimas. Vėliau išvardijamas pakartotinas naudojimas, kurio tikslas – padidinti produkto naudojimo ir gyvavimo ciklą. Jeigu nepavyksta atliekų sumažinti arba naudoti jas pakartotinai, tuomet taikomas perdurbimo procesas. Vystant 3Rs procesams, žaliava nuolat cirkuliuoja gamtoje ir yra naudojama naujų produktų gamyboje, todėl jeigu 3Rs principas bus efektyviai taikomas gamybos logistikoje, padidės visuomenės konkurencingumas ir bus veiksmingiau naudojami ištekliai.

Straipsnyje apibendrinami tyrimo, kurio objektas – bioekonomikos įmonės, naudojančios žiedinės ekonomikos 3Rs principą, rezultatai.

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [alfred.sostko@stud.vgtu.lt](mailto:alfred.sostko@stud.vgtu.lt)

Tyrimo tikslas – pasiūlyti gamybos įmonėms logistikos modelį, kuriame būtų taikomi pagrindiniai žiedinės ekonomikos principai.

Tyrimo uždaviniai:

1. Apibendrinti bioekonomikos sampratą.
2. Įvertinti gamybos logistikos tobulinimo galimybes.
3. Pasiūlyti gamybos logistikos modelį, kuris gali būti naudojamas bioekonomikos sektoriuje.

## 1. Gamybos logistika

Gamybos logistika dažniausiai siejama su gamybos įmonėmis. Logistika leidžia veiksmingai planuoti, įgyvendinti, kontroliuoti procesus. Logistika – tai įmonių aprūpinimas medžiagomis ir įranga, medžiagų valdymas ir paskirstymas. Gamybos procese logistika padeda efektyviai įgyvendinti pagrindinius tikslus ir uždavinius, geba užtikrinti intensyvų produkcijos srautų tiekimą ir paskirstymo tinkle suformuoja reikiamą atsargų kiekį. Gamybos įmonės – tai įmonės, perdirbančios žaliavas ir skirtingas medžiagas į produktus, skirtus vartoti ir parduoti. Pagrindinė šių įmonių užduotis – kuo efektyviau išnaudoti išteklius (Glæssner ir Femerling, 2013).

Gamybos logistikoje išskiriami šie pagrindiniai procesai (Bendkowski, 2013):

- produktų kūrimas ir tobulinimas (nuo vartotojų poreikių nustatymo iki produktų išleidimo į rinką);
- produktų pardavimas (nuo potencialių klientų nurodymų iki kliento apsisprendimo pirkti produktus);
- užsakymo realizavimas (nuo užsakymo pateikimo iki mokėjimo gavimo);
- Tiekimas (nuo medžiagų paklausos identifikavimo iki jų gavimo);
- gamyba (nuo vartotojų poreikių identifikavimo iki produktų gamybos proceso);
- paskirstymas (nuo produkcijos pagaminimo iki pristatymo klientams);
- klientų aptarnavimas po pardavimo arba garantinė priežiūra (pagrindinis tikslas – išlaikyti klientą nuo pardavimo momento iki „begalybės“).

Pagrindinis gamybos logistikos tikslas – gamybos procese užtikrinti informacijos srauto judėjimą ir aprūpinimą medžiagomis, o pagrindiniai uždaviniai yra planavimas, organizavimas ir vidinių procesų kontrolė (medžiagų srautas, sandėliavimas, vidinis transportas). Gamybos logistikoje svarbu, kad reikiamu metu kiekviena mašina ir darbo vieta būtų visiškai aprūpinta. Taip pat svarbu atsakingai planuoti ir valdyti logistikos procesus. Naudingiau yra tiekti produktus mažesniais kiekiais ir atstumais lyginant su dideliais. Gamybos logistikos funkcinė paskirtis – visų gamybos sričių suderinamumas sunaudojant mažiausią kiekį atsargų. Gamybos įmonių logistikos sistema priklauso nuo tokių skirtingų veiksnių: auganti konkurencija, tiekimo terminų grafiko laikymasis, nuolat augantys klientų poreikiai, išlaidų didėjimas, rinkos globalizacija ir t. t. (Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas, 2013).

## 2. Bioekonomikos samprata

Mokslinėje literatūroje galime rasti daug įvairių bioekonomikos apibrėžimų (Enriquez, 1998; McCormick, 2011; Johnson ir Altman, 2014; Van Lancker, Wauters ir Van Huylenbroeck, 2016; Zihare ir Blumberga, 2017; European Commission, 2017a; OECD, 2009). 1997 m. genomikos seminare Enriquez ir Martinez bioekonomiką apibūdino kaip ekonominę veiklą, kuri išplaukia iš mokslo ir tyrimų srities, leidžiančios suprasti mechanizmą ir procesus genetiniu ir molekulinu lygmeniu bei kaip panaudoti ją pramonėje. Šis terminas tapo iniciatyvų pagrindu Europos Sąjungoje, Jungtinėse Amerikos Valstijose ir kitose šalyse. Taip pat bioekonomikos terminas yra plačiai vartojamas regioninėje plėtroje, tarptautinėse organizacijose ir biotechnologijų įmonėse (1 lentelė).

Lentelėje galime pamatyti praėjusio dvidešimtmečio bioekonomikos apibrėžimų kaitą skirtinguose institucijose, organizacijose ir pagal mokslininkus iš įvairių šalių (1 lentelė). Bioekonomika yra glaudžiai susijusi su biotechnologijų pramone. Mokslininkų parengtuose straipsniuose, Europos Komisijos ir tarptautinės ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos OECD leidiniuose matome, kad vienas pagrindinių elementų bioekonomikoje yra atsinaujinantys biologiniai šaltiniai, kuriuos galima paversti į produktus, kurie turi didesnę pridėtinę vertę. (Enriquez, 1998; McCormick, 2011; Geoghegan-Quinn, 2010; Johnson ir Altman, 2014; Van Lancker et al., 2016; Zihare ir Blumberga, 2017; European Commission, 2017a; Cologne paper, 2007; BECOTEPS, 2010; National bioeconomy blueprint, 2012; EPSO, 2011; OECD, 2009).

Mokslinėje literatūroje ir leidiniuose akcentuojamas efektyvus gamtos išteklių naudojimas gamybos procesuose. Bioekonomika remiasi inovatyviais sprendimais ir joje turi būti naudojamas uždaras ciklas gamyboje, kuris remiasi atsinaujinančių biologinių šaltinių pakartotinu naudojimu, siekiant užtikrinti ekonominę naudą ateities kartoms (Maciejczak ir Hofreiter, 2013).

## 3. Biotechnologijų šakos ir pramoninė biotechnologija

Biotechnologijos daug prisideda prie ekonomikos augimo, naujų darbo vietų kūrimo ir pramonės modernizavimo. Biotechnologijos naudojamos įvairiuose pramonės sektoriuose: sveikatos priežiūros, farmacijos, veterinarijos, tekstilės, cheminių medžiagų, plastikų, popieriaus, kuro, maisto gamyboje, pašarų perdirbimo (European Commission, 2017b).

Dažniausiai literatūroje išskiriamos šios pagrindinės biotechnologijų šakos (Kafarski, 2012):

- žalioji (žemės ūkyje taikomi biotechnologiniai metodai);
- mėlynoji (įvairių jūros organizmų tyrimas ir rezultatų naudojimas kuriant naujus produktus);
- raudonoji (biotechnologijos taikymas sveikatos apsaugoje);

1 lentelė. Bioekonomikos apibrėžimų kaita (šaltinis: Maciejczak ir Hofreiter, 2013).  
Table 1. Definitions of bioeconomy (source: Maciejczak & Hofreiter, 2013)

| Publikacijos metai | Autoriai  | Apibrėžimas  |
|--------------------|---|--|
| 1998               | Enriquez  | Bioekonomika – visos ekonominės veiklos formos, išplaukiančios iš mokslo ir tyrimų srities, skirtos suprasti mechanizmą ir procesus genetiniu / molekulinu lygmeniu bei kaip panaudoti jas pramonėje.  |
| 2010               | Geoghegan-Quinn   | Bioekonomika – ekonomikos dalis, kuri per savo vystymąsi skatina augimą ir kuria naujas darbo vietas ginčijantis ir naudojant atsinaujinančius biologinius šaltinius, kurie yra ekologiški aplinkai.   |
| 2011               | McCormick   | Bioekonomika – ekonomika, kurios pagrindinės sudedamosios dalys (skirtingos medžiagos, chemikalai ir energija) sudarytos iš atsinaujinančių biologinių šaltinių (pvz., augalai, gyvūnai, mikroorganizmai).   |
| 2014               | Johnson ir Altman   | Bioekonomikoje plataus spektro produkcija ir paslaugos remiasi gamyba iš tokių medžiagų, kaip augalai, gyvūnai ir miško kilmės medžiagos. Bioekonomikoje, pvz., nafta yra keičiama biomasės pagrindą turinčiomis medžiagomis. Bioekonomika – šiuolaikinė ekonomikos transformacija.  |
| 2016               | Van Lancker ir kt.  | Bioekonomika priklausys nuo atsinaujinančios biomasės, kuri bus naudojama pridėtinės vertės produktų (pvz., maisto, bioproducto ir bioenergijos) gamyboje. Biomasė turi būti perdirbama į aukštos vertės produktus, nepanaudoti likučiai naudojami mažesnės vertės produktams kurti, ir šis procesas vyksta tol, kol baigiasi išteklių.  |
| 2017               | Zihare ir Blumberga   | Bioekonomikos pagrindinis tikslas – paversti atliekas į didesnės pridėtinės vertės produktus, taip pat naudoti aukštos vertės produktų gamyboje biologinius išteklius ir mažinti anglies dioksido kiekį aplinkoje.   |
| 2007               | Cooperation Theme 2: Food, Agriculture, Fisheries and Biotechnology | Bioekonomikai galima priskirti gamybos sistemas, kuriose vyksta biochemijos ir biofizikos procesai; visi gamtos mokslai ir giminingos technologijos, naudojamos pridėtinės vertės produktų gamyboje; biotechnologijų naudojimas ūkyje ir pramonėje (biorafinerija, bioenergija, biochemija – tai neatskirama bioekonomikos dalis).   |
| 2007               | UK Biomass Strategy   | Bioekonomika – ekonominė veikla, apimanti paslėptų biologinių procesų, biologinių šaltinių vertę ir užtikrinanti geresnę sveikatą bei ekologiškos aplinkos vystymąsi.  |
| 2007               | Cologne paper   | Bioekonomika apima atsinaujinančių biologinių šaltinių gamybą ir jų perdirbimą į maisto produktus, pašarus, bioproductus ir bioenergiją.   |
| 2009               | OECD  | Bioekonomika remiasi gamtos mokslų žinių keitimu į naujas žinias, kurios nekenkia aplinkai, yra ekologiškai veiksmingos ir konkurencingos.   |
| 2010               | BECOTEPS  | Bioekonomika apima visus sektorius, kurių produktai pagaminti iš biomasės.   |
| 2011               | EPSO  | Bioekonomikoje naudojama aplinkai nekenkianti produkcija ir perdirbama biomasė, skirta maisto, sveikatos, tekstilės, pramonės ir energijos produktams gaminti.   |
| 2012               | National bioeconomy blueprint                                       | Bioekonomika grindžiama tyrimų ir inovacijų naudojimu biologijos moksluose, skatinančiuose ekonomikos augimą ir didinančiuose pajamas.   |
| 2017               | European Commission   | Keičiantis klimatui didėja spaudimas neatsinaujinantiems šaltiniams, todėl ieškoma būdų, kaip padaryti produkciją tvaresnę. Perėjimas prie tvarios biomasės produkcijos ir efektyvesnis biologinių išteklių naudojimas bei valdymas gali padėti sumažinti atliekų kiekį, taršą, klimato kaitą. Šie pokyčiai gamybos ir ekonomikos procesuose apibūdinami bioekonomikos apibrėžimu. |

- baltoji (biotechnologijos taikymas pramonėje ir aplinkosaugoje);
- violetinė (intelektinės nuosavybės apsauga biotechnologijų srityje (patentai, mokslinės publikacijos, išradimai));
- geltonoji (maisto ir maisto papildų biotechnologija);
- auksinė (nanotechnologijų, bioinformatikos, proteomikos ir genomikos taikymas biotechnologijoje);
- rudoji (sausųjų zonų ir dykumų gyvybės biotechnologija);
- pilkoji (klasikinė fermentacija (dažniausiai jungiama prie baltosios biotechnologijos));
- juodoji (bioterrorizmas ir biologiniai ginklai).

Bioekonomikos kontekste dažniausiai minima pramoninė biotechnologija. Baltoji biotechnologija, kitaip vadinama pramonine biotechnologija, naudoja biologinius išteklius pramonėje, turi labai didelį potencialą ir vystosi labai sparčiai. Pramoninė biotechnologija naudoja fermentus ir mikroorganizmus, siekdama pagerinti procesus ir kurti naujus produktus, kurie generuoja labai mažus atliekų kiekius arba jų negeneruoja visai. Ši biotechnologijų šaka apima daug sektorių (European Commission, 2017c):

- chemijos;
- farmacijos ir kosmetikos;
- maisto ir pašarų;
- sveikatos apsaugos;
- popieriaus gamybos;

- tekstilės;
- energetikos.

Pramoninė biotechnologija daug dėmesio skiria atsinaujinantiems biologiniams šaltiniams ir procesams, kurie yra palankūs gamtai, todėl ši biotechnologijos šaka taiko žiedinės ekonomikos modelį, leidžiantį veiksmingiau išnaudoti išteklius, reikalingus gamyboje. Atsinaujinantys šaltiniai (pvz., žemės ūkio produktai, CO<sub>2</sub>, organinės atliekos) paverčiami į naujus, naudingus, pridėtinės vertės produktus. Vieni pagrindinių baltosios biotechnologijos tikslų – mažinti CO<sub>2</sub> emisijos kiekį atmosferoje, eliminuoti teršalus bei mažinti susidarancių ir nenaudojamų atliekų kiekį. Pavyzdžiui, yra galimybė biologiškai skaidyti plastikus naudojant mikroorganizmus aukštos pridėtinės vertės produktų gamyboje. Pramoninė biotechnologija taip pat leidžia kepti duoną greičiau, lyginant su tradiciniais kepimo metodais, arba tekstilės gamyboje naudoti mažiau skirtingų išteklių. Žvelgiant į ateitį, baltojoje biotechnologijoje naudojami pramoniniai fermentai gali paspartinti pramoninės biotechnologijos augimą ir aukštos pridėtinės vertės produktų kūrimą. Šiuo metu naujais tyrimais baltojoje biotechnologijoje atliekami naudojant bakterijas, kurios generuoja energiją, žalių izoliacinių skysčių gamyboje, kurie skirti naudoti elektronikoje ir atsinaujinančiam betonui kurti (European Commission, 2017c).

#### 4. Žiedinė ekonomika ir 3Rs principas

Šiuo metu pasaulyje dominuoja linijinė ekonomika, grindžiama vienkartinę produktų naudojimu. Gaminami produktai turi savo gyvavimo pabaigą ir tai pasaulį stato į pavojingą padėtį, nes, augant populiacijai, senka pasaulio gamtiniai išteklių. Linijinės ekonomikos alternatyva gali būti uždaras, atsinaujinantis biologinius išteklius naudojantis žiedinės ekonomikos modelis (1 paveikslas).

Žiedinė ekonomika moksliniuose šaltiniuose apibūdinama įvairiai. Kircher et al. (2016) žiedinę ekonomiką apibūdina kaip ekonomikos sistemą, kurioje produktai, turintys gyvavimo pabaigą, turi būti keičiami produktais, kurie gali būti perdirbami ir pakartotinai naudojami gamyboje. Žiedinėje ekonomikoje išskiriami trys lygiai: mikrolygis (produktai, įmonės, vartotojai), mezolygis (ekopramoniniai parkai),

makrolygis (miestai, regionai, valstybės). Žiedinės ekonomikos modelis taikomas siekiant pagerinti aplinkos kokybę, ekonominę gerovę ir užtikrinti socialinę lygybę ateities kartoms (Kircher et al., 2016).

Stahel (2016) teigia, kad reikia atsisakyti produktų, kurie turi gyvavimo pabaigą, ir pramonėje naudoti žiedinės ekonomikos modelį norint sumažinti atliekas. Žiedinės ekonomikos naudojimas pakeistų ekonominę logiką, nes pramonė pradėtų naudoti pakartotinai viską, kas įmanoma, perdirbti viską, ko negalima naudoti pakartotinai, esant galimybei taisyti viską, kas įmanoma; jeigu neįmanoma pataisyti, reikia perdirbti (Stahel, 2016).

Ghisellini, Cialani ir Ulgiati (2016) teigia, kad žiedinė ekonomika – tai atsinaujinanti sistema (Ghisellini et al., 2016). „Žiedinė ekonomika – tai atsinaujinanti sistema, kurioje išteklių ir atliekų sąnaudos, emisijos ir energijos praradimai sumažinami juos teisingai valdant ir sujungiant į uždarą energijos ir medžiagų grandinę“ (Circular economy, 2017). Buvo pastebėta, kad, dažniausiai apibūdinant žiedinę ekonomiką, mokslinėje literatūroje buvo naudojamas 3Rs principas (Mytelka ir Farinelli, 2000; Su, Heshmati, Geng ir Yu, 2013; Liguori ir Faraco, 2016). Jis susideda iš trijų skirtingų procesų:

- sumažinimo;
- pakartotino naudojimo;
- perdirbimo.

Sumažinimas, arba redukcija (angl. *reduction*), siekimas sumažinti atliekų, pirminės energijos ir išteklių kiekį, tobulinant ir efektyvinant gamybos procesus (ekologinis efektyvumas (angl. *eco-efficiency*)). Pavyzdžiui, diegiant naujas technologijas, gaminant lengvesnius ir kompaktiškus produktus, gaminant supaprastintas pakuotes.

Pakartotinas naudojimas (angl. *reuse*) – tai procesas, kuriuo metu produktai arba jų komponentai, kurie nėra priskiriami atliekoms, naudojami tam pačiam tikslui, kuriam buvo sukurti. Pakartotinas perdirbimas yra labai patrauklus aplinkosaugos požiūriu, nes naudojama mažiau išteklių, energijos ir mažiau darbo, palyginti su naujų produktų gamyba iš pirminių medžiagų. Perdirbimas (angl. *recycle*) – tai procesas, kuriuo metu atliekos perdirbamos į produktus, kurie gali būti panaudojami pirminiais arba kitais tikslais. Atliekų perdirbimas suteikia galimybę su-



1 paveikslas. Linijinės ir žiedinės ekonomikos modelių palyginimas (šaltinis: parengtas pagal Ecoeconomy, 2017)  
Figure 1. Comparison of linear and circular economy models (source: Ecoeconomy, 2017)

mažinti atliekų kiekį, kurios kitaip būtų pašalintos. Perdirbant taip pat sumažinamas neigiamas poveikis aplinkai (Geissdoerfer et al., 2017).

#### 4. Žiedinės ekonomikos taikymas gamybos logistikoje

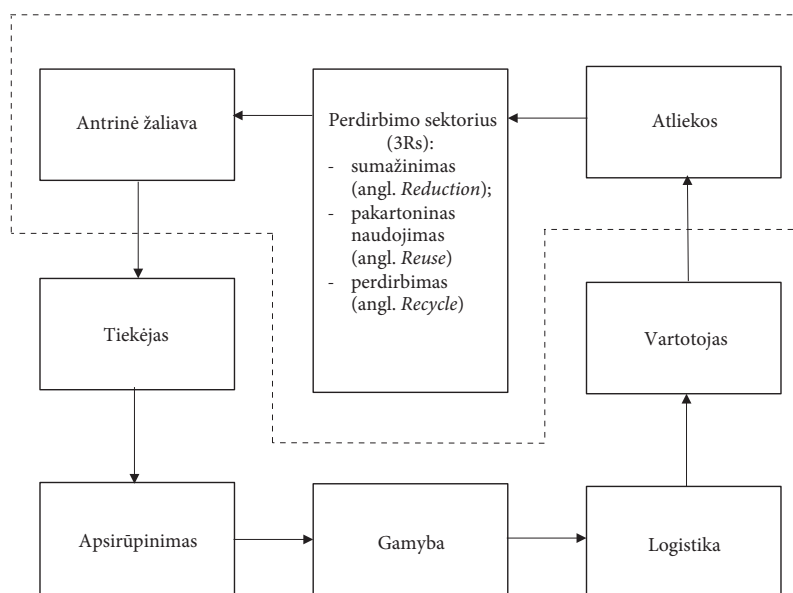
Išvelgiami šie žiedinės ekonomikos naudojimo pramonėje pranašumai (European Parliament, 2016):

- *Sumažės žala aplinkai.* Žiedinės ekonomikos taikymas pramonėje sumažins aplinkoje šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir naudojamų išteklių kiekį bei apribos biologinės įvairovės nykimą.
- *Padidės žaliavų tiekimo saugumas.* Žiedinės ekonomikos naudojimas sumažintų riziką, kuri susijusi su žaliavų tiekimu, pvz., kainų nepastovumą arba priklausomybę nuo importo. Eurostato duomenimis, Europos Sąjungoje pusė naudojamų išteklių yra importuojami.
- *Padidės konkurencingumas.* Žiedinė ekonomika gali padėti įmonėms taupyti bei efektyviai naudoti ir valdyti išteklius. Kasmet tai leistų Europai sutaupyti 600 mlrd. eurų. Taip pat tyrimai rodo, kad griežtesni aplinkosaugos teisės aktai gali padidinti gamybos įmonių konkurencinį pranašumą.
- *Naujų inovacijų atsiradimas.* Žiedinė ekonomika gali paskatinti naujų inovacijų ir technologijų atsiradimą skirtinguose sektoriuose, nes įvairios medžiagos ir skirtingi produktai reikalauja skirtingų perdirbimo būdų.
- *Ekonominis augimas ir darbo vietos.* Žiedinė ekonomika gali sustiprinti ekonominį augimą ir kurti naujas darbo vietas. Manoma, kad iki 2030 metų BVP (bendrasis vidaus produktas) padidės 1–7 proc. priklausomai nuo technologijų pažangos.

Žiedinės ekonomikos taikymas pramonei suteikia galimybę padaryti ją tvaresnę ir konkurencingesnę. Ši ekonomika, atsižvelgiant į ilgalaikes prognozes, atneš didelę naudą pasaulio įmonėms, skirtingiems pramonės sektoriams ir visuomenei, todėl siūloma taikyti gamybos logistikoje pagrindinius žiedinės ekonomikos principus (2 paveikslas). Šis modelis grindžiamas 3Rs naudojimu gamybos logistikoje, kurio metu atliekos bus mažinamos, pakartotinai naudojamos arba perdirbamos. Įmonės yra suinteresuotos kurti fabrikus ir gamybos skyrius, kurie negeneruoja atliekų arba sugeba sumažinti jų kiekį, taigi šis modelis galėtų būti sėkmingai taikomas pramonėje.

#### Išvados

1. Mokslinėje literatūroje bioekonomikos samprata apibrėžiama įvairiai, tačiau visuose apibrėžimuose minimos sąsajos tarp biotechnologijų naudojimo ir žiedinės ekonomikos taikymo pramonėje. Pagrindinis bioekonomikos tikslas – paversti atliekas į didesnės pridėtinės vertės produktus, pakartotinai naudoti ir perdirbti atliekas, siekiant sumažinti išteklių stoką. Bioekonomika remiasi inovatyviais sprendimais ir technologijomis, joje turi būti naudojamas uždaras ciklas gamyboje, kuris remiasi atsinaujinančiais biologiniais šaltiniais, todėl reikia atsisakyti šiuo metu dominuojančio linijinės ekonomikos modelio.
2. Šiuolaikinę gamybos logistiką galima patobulinti taikant 3Rs (sumažinimas, pakartotinas naudojimas, perdirbimas) principą. Svarbiausias procesas ekologiniu požiūriu yra atliekų sumažinimas. Jeigu atliekų nepavyksta sumažinti, jos naudojamos pakartotinai. Nepavykus atliekų sumažinti arba naudoti pakartotinai, jos perdirbamos. Tokiu atveju sumažės poveikis gamtai ir,



2 paveikslas. Žiedinės ekonomikos ir 3Rs principo (sumažinimas, pakartotinas naudojimas, perdirbimas) modelio taikymas gamybos logistikoje (šaltinis: sudarytas autorių)  
Figure 2. Circular economy and 3Rs principle (reduce, reuse, recycle) application model in production logistics (source: compiled by authors)

naudojant perdirbtas atliekas, bus tausojami sparčiai senkantys gamtos išteklių.

3. Pasiūlytas gamybos logistiką tobulinantis modelis, kuris skatina pramonėje taikyti žiedinės ekonomikos 3Rs principą. Šis gamybos logistiką efektyvinantis modelis atneš didelę ekonominę naudą pasaulio įmonėms, skirtingiems pramonės sektoriams ir visuomenei. Šio modelio taikymas galėtų sumažinti žalą aplinkai, padidinti žaliavų tiekimo saugumą ir konkurencingumą, paskatinti naujų inovacijų atsiradimą ir užtikrintų ekonominių augimą bei sukurtų naujų darbo vietų.

## Literatūra

- Bendkowski, J. (2013). Logistyka jako strategia zarządzania produkcją. *Zeszyty naukowe. Organizacja i zarządzanie*. Politechnika Śląska.
- Bio-Economy Technology Platforms (BECOTEPS). (2010). Project presentation. *European Technology Platforms Conference*.
- Circular economy. (2017). *Kas yra žiedinė ekonomika ir beatliekė visuomenė?* Prieiga per internetą: <http://www.circulareconomy.lt/wp-content/uploads/2017/09/KAS-YRA-%C5%BDIEDIN%C4%96-EKONOMIKA-IR-BEATLIEK%C4%96-VISUOMEN%C4%96.pdf>
- Cologne paper. (2007). *En route to the knowledge-based bioeconomy*. Retrieved from [https://dechema.de/dechema\\_media/Cologne\\_Paper-p-20000945.pdf](https://dechema.de/dechema_media/Cologne_Paper-p-20000945.pdf)
- Cooperation Theme 2: Food, Agriculture, Fisheries and Biotechnology. (2007). *2007–2008 Work Programme*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/fp7/88207/b\\_wp\\_200702\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/fp7/88207/b_wp_200702_en.pdf)
- Ecoeconomy. (2017). *Co to jest gospodarka cyrkulacyjna?* Retrieved from <https://www.ecoeconomy.pl/co-to-jest-gospodarka-cyrkulacyjna/>
- Enriquez, J. (1998). Genomics and the world's economy. *Science (New York, N.Y.)*, 281(5379), 925-926. <https://doi.org/10.1126/science.281.5379.925>
- EPSO. (2011). *The European Bioeconomy in 2030: delivering sustainable growth by addressing the Grand Societal Challenges*. Retrieved from <http://www.epsoweb.org/file/560>
- European Commission. (2017a). *Bioeconomy*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/bioeconomy>
- European Commission. (2017b). *Biotechnology*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/sectors/biotechnology\\_it](https://ec.europa.eu/growth/sectors/biotechnology_it)
- European Commission. (2017c). *Circular economy, research and innovation – Conne*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/ce\\_booklet.pdf](https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/ce_booklet.pdf)
- European Parliament. (2016). *Closing the loop. New circular economy package*. Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS\\_BRI\(2016\)573899\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/573899/EPRS_BRI(2016)573899_EN.pdf)
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken N., & Hultnik E. (2017). The circular economy – a new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143(1): 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geoghegan-Quinn, M. (2010). *Bioeconomy for a better life*. Retrieved from [http://europa.eu/rapid/press-release\\_SPEECH-10-423\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-10-423_en.htm)
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Glennsner, H., & Femerling, J. C. (2013). The principles of logistics. In *Logistics*. Springer Texts in Business and Economics. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3_2)
- Johnson, T. G., & Altman, I. (2014). Rural development opportunities in the bioeconomy. *Biomass and bioenergy*, 63, 341-344. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.01.028>
- Kafarski, P. (2012). Rainbow code of biotechnology. *Chemik*, 66(8), 811-816.
- Kircher, M., Breves R., Taden, A., & Herzberg, D. (2016). How to capture the bioeconomy's industrial and regional potential through professional cluster management. *New Biotechnology*, 40(Pt A), 119-128.
- Liguori, R., & Faraco, V. (2016). Biological processes for advancing lignocellulosic waste biorefinery by advocating circular economy. *Bioresource Technology*, 215, 13-20. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.04.054>
- Maciejczak, M., & Hofreiter, K. (2013). How to define bioeconomy?. *Roczniki Naukowe*, XV(4), 243-248.
- McCormick, K. (2011, May). The emerging bio-economy in Europe: exploring the key governance challenges. *World Renewable Energy Congress 2011* (pp. 2316-2322). Linköping, Sweden. Retrieved from [http://www.ep.liu.se/ecp/057/vol10/005/ecp57vol10\\_005.pdf](http://www.ep.liu.se/ecp/057/vol10/005/ecp57vol10_005.pdf)
- Mytelka, L., & Farinelli, F. (2000). Local clusters, innovation systems and sustained competitiveness. *UNU/INTECH Discussion Papers*, (October 2000), 7-37.
- OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda, main findings and policy conclusions*. Retrieved from <https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocialchallenges/42837897.pdf>
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438. <https://doi.org/10.1038/531435a>
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>
- The White House. (2012). *National bioeconomy blueprint*. Washington DC. Retrieved from [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national\\_bioeconomy\\_blueprint\\_april\\_2012.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf)
- UK Biomass Strategy. (2007). *DEFRA White Policy paper*. London. Retrieved from [http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0705\\_Defra\\_-\\_UK\\_Biomass\\_Strategy\\_01.pdf](http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0705_Defra_-_UK_Biomass_Strategy_01.pdf)
- Van Lancker, J., Wauters, E., & Van Huylenbroeck, G. (2016). Managing innovation in the bioeconomy: an open innovation perspective. *Biomass and Bioenergy*, 90, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.03.017>
- Westra, L., Gray, J., & D'Aloia, A. (2016). The common good and ecological integrity – human rights and the support of life. Retrieved from <https://books.google.lt/books?id=hPYyDAAAQBAJ&pg=PA11&lpg=PA11&dq=bioeconomy+term+1997&source=bl&ots=Cmb7oxjLk3&sig=W5VWVoTkgslNCpq5rBmMNoebsl8&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwilh43poLnYAhXBDpoKHRu2CLgQ6AEIMTAB#v=onepage&q=bioeconomy term 1997&f=false>
- Zihare, L., & Blumberga, D. (2017). Insight into bioeconomy. *Solidago Canadensis* as a Valid Resource. Brief Review. *Energy Procedia*, 128, 275-280. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.074>
- Zinkevičiūtė, V. ir Vasiliauskas, V. (2013). *Gamybos logistika. Gamybos vadyba*. Prieiga per internetą: [http://www.marko.lt/wp-content/uploads/2016/09/2013\\_Gamybos\\_logistika\\_Gamybos\\_vadyba.pdf](http://www.marko.lt/wp-content/uploads/2016/09/2013_Gamybos_logistika_Gamybos_vadyba.pdf)

## IMPROVEMENT OF PRODUCTION LOGISTICS IN THE CONTEXT OF BIOECONOMIC CHALLENGES

A. Šostko, A. Jakubavičius

### Abstract

In the context of globalization, with a rapid drop in natural resources and an increase in the amount of waste an effective tool for boosting business competitiveness is the bioeconomy. The purpose of the article is to review the standpoint of scientists and different institutions towards the concept of bioeconomy and evaluate the use of circular economy in industry. The study proposed a production logistics model that is based on the use of the circular economy and the 3Rs principle. Based on the results of the research, the potential benefits of using the circular economy have been identified, which will encourage resource conservation and waste reduction.

**Keywords:** production logistics, circular economy, bioeconomy, 3Rs, reduce, reuse, recycle, white biotechnology.