



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
VERSLO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLININKYSTĖS KATEDRA

Lina Mickevičiūtė

**„KAIZEN“ VEIKLOS PRINCIPŲ TAIKYMAS TOBULINANT KOKYBĖS
VALDYMO SISTEMĄ BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIJE**

**APPLICATION OF „KAIZEN“ PRINCIPLES IN IMPROVING THE
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE BIOTECHNOLOGY SECTOR**

Baigiamasis magistro darbas

Inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX086

Gamybos vadybos specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vilnius, 2023

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
VERSLO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLININKYSTĖS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

prof. dr. Ieva Meidutė-Kavaliauskienė
(Vardas, pavardė)

(Data)

Lina Mickevičiūtė

**„KAIZEN“ VEIKLOS PRINCIPŲ TAIKYMAS TOBULINANT KOKYBĖS
VALDYMO SISTEMĄ BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIJE**

**APPLICATION OF „KAIZEN“ PRINCIPLES IN IMPROVING THE
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE BIOTECHNOLOGY SECTOR**

Baigiamasis magistro darbas

Inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX086

Gamybos vadybos specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vadovas

Prof. Dr. Manuela Tvaronavičienė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas Doc. Dr. Rasuolė Vladarskienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2023

Vilniaus Gedimino technikos universitetas Verslo vadybos fakultetas Verslo technologijų ir verslininkystės katedra	ISBN ISSN Egz. sk. Data-.....-.....
Antrosios pakopos studijų Inžinerinės ekonomikos ir vadybos programos magistro baigiamasis darbas Pavadinimas „Kaizen“ veiklos principų taikymas tobulinant kokybės valdymo sistemą biotechnologijų sektoriuje Autorius Lina Mickevičiūtė Vadovas Manuela Tvaronavičienė	
Kalba: lietuvių	
Anotacija Atsižvelgiant į tai, kad šiandieninė biotechnologinių tyrimų pažanga turi potencialą būti tolimesnių inovacijų pagrindu, kyla neišvengiamas poreikis optimizuoti verslo procesus biotechnologijų sektoriaus gamybos įmonėse. Verslo optimizavimo sistema sudaryta iš tam tikrų kokybinių metodų, įrankių ir darbuotojų elgsenos, kuri remiasi vertės nesukuriančių procesų pašalinimu, siekiant pagerinti gamybos sistemos ar įmonės veiklą. Šiame darbe plačiau išanalizuoti „Kaizen“, „6 Sigma“ ir „5S“ verslo optimizavimo metodai. Darbo tikslas – atlikti biotechnologijų sektoriaus verslo optimizavimo vertinimą siekiant pagerinti kokybės valdymo sistemą. Rezultatuose pasiūlytas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis biotechnologijų srityje įmonėse, kuris gali būti naudingas norint gerinti kokybę sektoriuje. Darbo apimtis – 91 p. teksto be priedų, 30 paveikslų, 5 lentelės, 120 bibliografinių šaltinių. Atskirai pridedami rašto darbo priedai.	
Prasminiai žodžiai: biotechnologijos, diegimas, „Kaizen“, kokybės gerinimas, plėtra, tobulinimas.	

Vilnius Gediminas Technical University Faculty of Business Management Department of Business Technologies and Entrepreneurship	ISBN ISSN Copies No. Date-.....-.....
Master Degree Studies Engineering Economics and Management study programme Master Final Thesis Application of „Kaizen“ Principles in Improving the Quality Management System in the Biotechnology Title Sector Author Lina Mickevičiūtė Academic supervisor Manuela Tvaronavičienė	
Thesis language: Lithuanian	
Annotation Given that today is advances in biotechnological research have the potential to be the basis for further innovation, there is an inevitable need to optimize business processes in the production companies of the biotechnology sector. Business optimization systems consist of certain qualitative methods, tools, and employee behaviors that rely on the elimination of unproductive processes to improve production systems or business operations. In this work, „Kaizen“, „6 Sigma“ and „5S“ business optimization methods are analyzed in more detail. The aim of the work is to perform an assessment of the business optimization of the biotechnology sector in order to improve the quality management system. The results suggest a model for the application of „Kaizen“ operating principles in biotechnology companies, which can be useful for improving quality in the sector. Thesis consist of: 91 p. text without appendixes, 30 pictures, 5 tables, 120 bibliographical entries. Appendixes to the written work are attached separately.	
Keywords: biotechnology, implementation, Kaizen, quality improvement, development, improvement.	

TURINYS

1. KOKYBĖS VALDYMO KONCEPCIJA BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIAUS KONTEKSTE	13
1.1. Kokybės valdymo samprata	13
1.1.1. Kokybės valdymo koncepcija ir reikšmė gamybos įmonėse	13
1.1.2. Kontrolės procesas ir jį sudarantys etapai	16
1.2. Kokybės gerinimo modelių apžvalga literatūroje	23
1.2.1. Kokybės valdymo principai ir modeliai	23
1.2.2. Verslo optimizavimo metodų analizė	31
1.3. Biotechnologijų sektoriaus samprata	41
1.3.1. Biotechnologijų šakos ir sektoriaus specifiškumas	41
1.3.2. Pagrindiniai gamybos grandinės veiklą lemiantys veiksniai	50
2. KOKYBĖS VALDYMO SISTEMOS TOBULINIMUI BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIJE SKIRTA TYRIMO METODOLOGIJA	56
3. KOKYBĖS VALDYMO SISTEMOS TOBULINIMO PRAKTIKA BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIJE	60
3.1. Biotechnologijų sektoriaus vystymasis	60
3.2. Ekspertinio vertinimo rezultatai	67
3.2.1. Ekspertinio vertinimo rezultatų rangavimas	71
3.3. Siūlomas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis gerinant kokybės valdymo sistemą	73
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	78
LITERATŪROS SĄRAŠAS	80
PRIEDAI	92

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. „Kaizen“, „6 Sigma“ ir „5S“ optimizavimo metodų panašumai ir skirtumas.....	40
2 lentelė. Biotechnologijų srityje kuriamų produktų plėtros kaštų įverčiai	44
3 lentelė. Bioetanolio ir biodyzelino gamybos kiekių skirtumas kartais	63
4 lentelė. Ekspertinio vertinimo rezultatai duomenų rangavimui	71
5 lentelė. Ekspertų nuomonė rangavimas	72

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. ISO 9001 šeimos standartų kiekis Baltijos šalyse	14
2 pav. Kontrolės procesą sudarantys veiksniai	18
3 pav. Kontrolės rūšys pagal tai, kas gali vykdyti kontrolę	20
4 pav. Kontrolės rūšys pagal laiko skalę.....	21
5 pav. Gamybos įmonių nuolatinio tobulėjimo modelis.....	24
6 pav. Veiksniai, turinčių įtakos gamybos įmonės tobulėjimui	25
7 pav. Trimatis kokybės valdymo modelis	26
8 pav. Kokybės valdymo modelio principai	27
9 pav. Informacijos atsekamumo modelis	28
10 pav. Verslo optimizavimo įrankiai.....	33
11 pav. Nesvarbių veiksmų kategorijos verslo valdyme	34
12 pav. „Kaizen“ strategiją sudarantys aspektai	37
13 pav. Biotechnologijų sektoriaus skirstymas.....	43
14 pav. Biotechnologijų sektoriaus skirstymas.....	47
15 pav. Biokuro gavimas iš skirtingų šaltinių.....	48
16 pav. Standartinė tiekimo grandinė	52
17 pav. Tyrimo metodų grandinė.....	56
18 pav. Pasaulinė biokuro gamyba 2019 m.	60
19 pav. Pasaulinė biokuro gamybos tendencija 1980–2019 m. laikotarpiu.....	62
20 pav. Pasaulinė bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencija 2000–2019 m. laikotarpiu.....	63
21 pav. Bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencija Lietuvoje 2004–2019 m. laikotarpiu	64
22 pav. Biotechnologijų sektoriaus įmonių plėtra Baltijos šalyse 2006–2020 m. laikotarpiu.....	65
23 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „AbbVie“ įmonėje.....	66
24 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „Roshe“ įmonėje	66
25 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „Johnson & Johnson“ įmonėje.....	66
26 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „Novo Nordisk“ įmonėje	67
27 pav. Verslo optimizavimo metodų naudojimo dažnumas biotechnologijų sektoriaus įmonėse	68
28 pav. Verslo optimizavimo įrankių diegimo planavimas 5 metų perspektyvoje.....	69
29 pav. Ekspertų įvardinti verslo optimizavimo įrankių taikymo privalumai ir trūkumai	71
30 pav. Siūlomas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis gerinant kokybės valdymo sistemą biotechnologijų srities įmonėse.....	74

PRIEDAI

1 priedas. Apklausos klausimai.....	92
2 priedas. Nuolatinio tobulinimo modelių vertinimo ypatumai ir ekspertų vertinimas	94
3 priedas. Mokslinis straipsnis.....	96
4 priedas. Sertifikatas.....	107

IVADAS

Tyrimo aktualumas. Kokybės palaikymas organizacijos vykdomuose projektuose yra labai svarbus jo sėkmei, ir pasiekiamas naudojant tam tikras verslo strategijas (Riaz et al., 2022). Kokybės vadybos sistemos tobulinimas yra elementarus veiksnys siekiant strateginio konkurencingumo, darbuotojų savarankiškumo, darbuotojų įtraukimo, klientų išlaikymo, nuolatinio tobulėjimo, produktyvumo didinimo, geresnio biudžeto našumo (Dagtekin et al., 2022). Atsižvelgiant į tai, kad šiandieninė biotechnologinių tyrimų pažanga turi potencialą būti tolimesnių inovacijų pagrindu, kyla neišvengiamas poreikis optimizuoti procesus biotechnologijų sektoriaus gamybos įmonėse (Cornelissen et al., 2021). Intensyvus kokybės optimizavimo metodų diegimas biotechnologijų sektoriaus įmonėse kasmet įgyja vis didesnę darbuotojų pasitikėjimą (Villadsen, 2007). Viena iš geriausių kokybės gerinimo praktikų paprastai apibrėžiama kaip metodai, strategijos, procesai, veikla, sąlygos, susiję su palankaus rezultato gavimu. Gamybos įmonės, kurios diegia optimizavimo metodus, skatina konkurencingumą, kuris kyla dėl teisės pasisavinti ir privatizuoti įgytas žinias ir organizacinį augimą (Oliver, 2004). Ypač pabrėžiama mokslinių tyrimų svarba ir poreikis kurti inovatyvius kokybės optimizavimo metodus, naudojant efektyvius mokymosi metodus, sisteminant darbų organizavimą ir apibrėžiant kokybės standartus, siekiant dar labiau patobulinti gamybos procesą (Selvarajoo, 2021). Kokybės vertinimas padeda gamybos įmonėms diferencijuoti savo produktus ir pagerinti įmonės konkurencinę padėtį ir verslo sėkmę, gerinant kokybinius parametrus (Al Ahabbi et al., 2019).

Pasaulinis gamybos sektorius išlieka labai svarbus tiek besivystančiose, tiek išsivysčiusiose šalyse, tad nuolat auganti gamyba sudaro maždaug 16 % pasaulio bendrojo vidaus produkto. Gamybos įmonės stengiasi tiekti aukštos kokybės biotechnologinius produktus už mažiausią kainą, maksimaliai išnaudodamos esamus išteklius ir sumažindamos atliekų kiekį (Kumar et al., 2022). Biotechnologijų sritis yra sparčiai besiplečianti disciplina, apimanti skirtingas šios plačios pramonės šakas. Šios šakos apima terapiją, biologiją ir vaistines medžiagas, medicinos priemones, diagnostiką, informacinių technologijų naudojimą sveikatos priežiūroje, žemės ūkį, mokslinių tyrimų priemones ir pramoninius biotechnologijų produktus (Shimasaki, 2020). Siekiant maksimaliai išnaudoti pranašumą biotechnologijų srityje, gamybos įmonės tikslas turi būti greitas naujų gamybos metodų plitimas ir esamų metodų tobulinimas. Dažniausiai tai susiję su nauju gamybos įmonės požiūriu į senas problemas, kai tobulinama gamybos proceso technologija ir procesai. Pastaraisiais metais susiduriame su eksponentiniu gyventojų skaičiaus augimu ir žymiais klimato kaitos pokyčiais, kurie turi įtakos daugeliui sričių: žemės ūkiui, maisto, vaistinių preparatų gamybai, gyvųjų mikroorganizmų panaudojimui pramoninėje gamyboje (Selvarajoo, 2021).

Tyrimo problema – biotechnologijų įmonės, norinčios tobulinti kokybės valdymo sistemą, dažniausiai pasitelkia tokius optimizavimo modelius – „Kaizen“, „5S“, „6 Sigma“. Kai kurių iš jų taikymas reikalauja daug laiko sąnaudų, žmogiškųjų išteklių (pavyzdžiui, darbuotojų kvalifikacijos), tad gali būti sudėtinga pasiekti ne tik klientus tenkinančius rezultatus, bet ir užtikrinti sklandžią gamybinę veiklą. Tad kyla klausimas, kokios yra pagrindinės problemos su kuriomis susiduria biotechnologijų sektoriaus darbuotojai, norintys taikyti optimizavimo modelius, siekdami gerinti įmonės vidinių procesų kokybę.

Tyrimo objektas – „Kaizen“ veiklos principų taikymas biotechnologijų sektoriuje gerinant kokybės sistemą.

Tyrimo tikslas – atlikti biotechnologijų sektoriaus verslo optimizavimo vertinimą siekiant pagerinti kokybės valdymo sistemą.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūros analizę, susijusią su kokybės valdymo koncepcija biotechnologijų sektoriuje.
2. Parengti tyrimo metodiką, skirtą įvertinti optimizavimo principų taikymo problematiką biotechnologijų sektoriuje.
3. Pasiūlyti biotechnologijų sektoriaus optimizavimo modelį, gerinant kokybės valdymo sistemą.

Tyrimo metodai. Šiame rašto darbe pasirinkta tarpusavyje susijusi tyrimo metodologija – skirtingų autorių mokslinės literatūros analizė, aprašomoji statistika, kiekybinių duomenų statistinė analizė, ekspertų apklausa, ekspertinis apklausos rezultatų vertinimas, daugiakriterio sprendimų priėmimo metodo, geometrinio vidurkio taikymas nustatant geriausią alternatyvą iš galimų pasirinkimų grupės.

1. KOKYBĖS VALDYMO KONCEPCIJA BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIAUS KONTEKSTE

1.1. Kokybės valdymo samprata

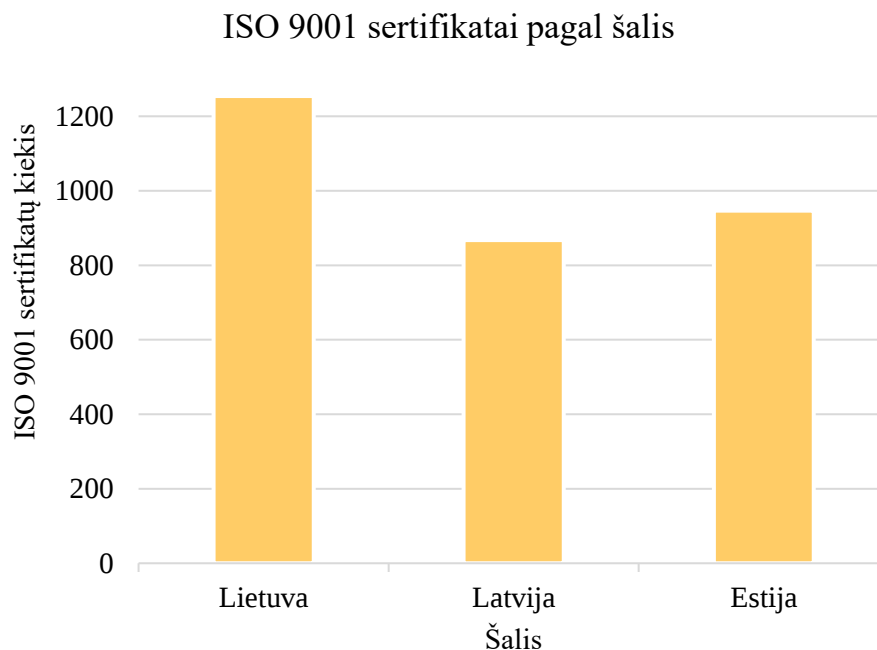
1.1.1. Kokybės valdymo koncepcija ir reikšmė gamybos įmonėse

Nusistovėjusi ir funkcionali kokybės valdymo sistema yra neatskiriama bet kurios pramonės šakos dalis, užtikrinanti patikimumą ir veiklos efektyvumą. Tarptautinės standartizacijos organizacijos (ISO), kuri įkurta 1947 metais, 9000 serijos kokybės vadybos sistema, kurią turi įsidedusios daugiau nei milijonas įmonių. Tarptautinė standartizacijos organizacija įsikūrusi Ženevoje, Šveicarijoje, tai nepriklausoma, tarptautinė ir nevyriausybinė organizacija, kuriai priklauso 164 nacionalinės standartizacijos institucijos. Organizacija paskelbė beveik 24 320 standartų, apimančių beveik visas pramonės šakas – technologijas, maisto saugą, žemės ūkį ir sveikatos priežiūrą, neapima tik elektros ir elektronikos inžinerijos (Shuting et al., 2022).

ISO 9000 yra pagrįstas kokybės vadybos principais, kurie į organizacijas žiūri kaip į tarpusavyje susijusių procesų, apimančių klientus, tiekėjus ir kitus susijusius tiekimo grandinės dalyvius, rinkinį (Su et al., 2020). Serifikavimo proceso tikslas – padėti įmonėms sukurti sistemą, orientuotą į vidinių procesų apibrėžimą, tai yra, pagerinti sertifikuotų įmonių veiklą, padedant darbuotojams laikytis šių principų: orientacijos į klientą, lyderystės, darbuotojų įtraukimo, sisteminio požiūrio į verslo valdymą, nuolatinio tobulinimo, faktinio požiūrio į sprendimų priėmimą ir naudingų santykių palaikymą. Tarptautinių standartų diegimas naudojant ISO sertifikatą gali suteikti pranašumo verslo įmonėms. ISO sertifikato gavimas gali padidinti organizacijų galimybes patekti į pasaulines tiekimo grandines ir taip gauti papildomų organizacinių žinių iš technologiškai pažengusių darbuotojų (Javorcik & Sawada, 2018).

ISO 9000 serijos standartas apima keletą šeimų standartų, o vienas svarbiausių diegiant kokybės vadybos sistemas yra ISO 9001. Pagrindinės ISO 9001 šeimos standarto idėjos apima oficialią kokybės politiką, glaudžiai susietą su verslo ir rinkodaros planais bei klientų poreikių patenkinimu. ISO 9001 yra standartas, skirtas pagerinti procesų efektyvumą ir efektyvumą ir padedantis pašalinti kliūtis, trukdančias valdyti procesus įvairiose įmonės srityse. Mokslinėje literatūroje teigiama, kad ISO 9001 standartas organizacijose yra veiksmingesnis, kai įmonės yra gerai įsitvirtinusios tiekimo grandinės tinkle ir mažiausiai veiksmingas, kai įmonės neįsitvirtinusios (Su et al., 2020). ISO 9001 sertifikato įdiegimo populiarumas kai kuriose šalyse yra itin didelis, pavyzdžiui, Italijoje šį standartą turi įsidedusios 91 493 įmonės, Vokietijoje – 49 349 įmonės, kai kuriose pasaulio šalyse sertifikatų

yra vienetai, Gambijoje ir Eritrėjoje po 1, Haityje 2, Somalyje 5. Apžvelgus ISO 9001 sertifikatų skaičių 2020 metais Lietuvoje, ir kaimyninėse šalyse, kuris nurodytas 1 paveiksle, Lietuva atsidūrė tarp pirmaujančių valstybių, kurioje diegtų ISO 9001 sertifikatų yra 1,4 karto daugiau nei Latvijoje, ir 1,3 karto daugiau negu Estijoje.



1 pav. ISO 9001 šeimos standartų kiekis Baltijos šalyse

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis ISO 9001 Checklist „Endeavour Technical Limited“ © 2002–2022

Organizacijos, norėdamos toliau tęsti kokybės standartų sertifikavimą ir sėkmingą diegimą, turėtų ir toliau atlikti metinius auditus, ir periodinius pakartotinio sertifikavimo auditus (Clougherty & Grajek, 2023).

Mokslinėje literatūroje kokybės valdymas apibrėžiamas kaip integruota organizacijos kokybės valdymo filosofija, apimanti praktiką: lyderystę, planavimą, dėmesį klientui, procesų valdymą, tiekėjų valdymą, informaciją ir analizę. Šiame rašto darbe kokybės valdymas apibrėžiamas kaip sistema, kuriai būdingas tam tikrų užduočių atlikimas, siekiant išlaikyti pasiektą lygį ir tobulinti įmonės vykdomą veiklą. Svarbu pabrėžti, kad bet koks kokybės valdymo modelis be tinkamo pritaikymo konkrečiai gamybos sričiai gali būti neveiksmingas, todėl prieš taikant modelį reikia įvertinti metodo taikymo galimybes konkrečiam įmonės vidiniam procesui gerinti (Klochkov & Tveryakov, 2020). Kokybės sąvoka turėtų būti laikoma esminiu bet kokios esamos ekonominės veiklos aspektu, darančiu tiesioginį poveikį vartotojui, gamintojui, taip pat žaliavai, produktui ir paslaugai (Okpala & Korzeniowska, 2021). Nuolatinis dalijimasis įgytomis žiniomis užtikrina sėkmingas ateities perspektyvas, tačiau informacijos apdorojimo laikas gali sumažinti organizacijos darbo našumą ir

efektyvumą (Doronin et al., 2020). Problemai spręsti būtina įvertinti žinių kokybę, naudingumą, aktualumą, mokymų teikiamą naudą. Kokybės valdymas yra tyrimų sritis, apimanti tiekimo grandinių ir kokybės valdymą, siekiant aukštesnio klientų pasitenkinimo lygio, stiprinant bendradarbiavimą įmonių tinkle, gerinant tiekimo grandinių procesus, siekiant aukštesnės produktų ir paslaugų kokybės (Bastas & Liyanage, 2018).

Kokybės užtikrinimas ir kontrolė padeda gamybos įmonėms palaikyti produktų ir paslaugų kokybę, diferencijuoti savo produktus ir paslaugas ir taip pagerinti įmonės konkurencinę padėtį ir verslo sėkmę, gerinant gamybos našumą (Al Ahbabi et al., 2019). Kokybės sistemos gali sudaryti valdymo struktūros, infrastruktūra, gaminio charakteristikos ir gamybos procesai (Okpala & Korzeniowska, 2021). Kokybės sistemos diegimas gamybos įmonėse užtikrintų tikslus, patikimus ir veiksmingus bandymų rezultatus, prilygstančius tarptautiniams standartams, sutelkiant dėmesį į besikeičiančią rinkos dalį ir patenkinti arba viršyti klientų lūkesčius, siekiant padidinti klientų pasitenkinimą (Ali et al., 2020). Organizacija, apsibrėžusi konkrečius tikslus, suprantamus kiekvienam nariui, sukuria glaudų ryšį su klientais ir skatina kurti į klientą orientuotą produktą ar paslaugą. Siekiant užtikrinti kokybę, reikia atsižvelgti į tokius aspektus kaip gerai apibrėžtos standartinės darbo procedūros, gera laboratorinė praktika, kokybės kontrolė, žmogiškieji ištekliai, įrangos priežiūra ir valdymas, reagentai, įrašų istorija, tinkama komunikacija (Pawar et al., 2020). Pagrindinis kokybės užtikrinimo tikslas yra užkirsti kelią galimiems žaliavos ar produkto defektams ir gaminti bei teikti aukštos kokybės produktus ir paslaugas, kad jie geriau nei jų konkurentai atitiktų klientų poreikius (Al Ahbabi et al., 2019).

Kalbant apie biotechnologijų sektorių, biokuro gamyboje biomasės kokybė yra pagrindinis rizikos veiksnys, siekiant išlaikyti biokuro tiekimo grandinės stabilumą ir efektyvumą. Atsižvelgiant į galimos rizikos kategorijas, tinkamos augalų derliaus nuėmimo ir surinkimo sistemos gali padėti užtikrinti, kad biomasės kokybė atitiks nustatytus standartus iki to momento, kai produktas bus pristatytas atitinkamai įmonei (Sajid, 2021). Kalbant apie ateities iššūkius, trukdančius komercinei biomasės gamybai, mikrodumblių auginimui reikalingos didesnės kapitalo išlaidos, o jų derliaus nuėmimas taip pat kelia daugybę iššūkių. Taip pat reikalingi išsamūs moksliniai tyrimai, kad būtų išspręstos problemos, kurios susijusios su mutacijomis ir kitais genų sutrikimais (Mattevi & Jones, 2016). Nepaisant rizikos veiksnių, palyginti su įprasta augalų biomase, mikrodumbliai yra potenciali būsima biokuro žaliava, turinti patrauklių tvarumo savybių.

Neatsiejama gamybos procesų valdymo dalimi laikomos organizacijos valdymo procesą sudarančios pagrindinės penkios funkcijos: planavimas, organizavimas, personalas, valdymas ir kontrolė. Biotechnologijų pramonės šakai norint išlikti konkurencingai ir išlaikyti rinkos dalį,

nuolatinis konkrečių gamybos sistemos procesų (auginimas, liofilinimas, gryninimas, sandėliavimas, biosistemų tyrimai, produkto testavimas) ir verslo optimizavimo (kokybės rodiklių sistemos peržiūra ir sukūrimas, procesų ir dokumentų standartizavimas, įmonės veiklos procesų kokybės rodiklių (angl. *KPI - Key Performance Indicator*) sistemos sukūrimas, duomenų valdymas) tobulinimas tapo būtinybe.

1.1.2. Kontrolės procesas ir jį sudarantys etapai

Norint valdyti gamybos įmonių inovacijų ciklą, kaskart reikia naujų ir sudėtingų metodų ir valdymo įgūdžių, kad būtų užtikrinta sklandi evoliucija nuo idėjos iki pateikimo rinkai, nes siekiama verslo plėtros ir mokslinių tyrimų rezultatų. Kiekvienos gamybos įmonės sėkmingą valdymo procesą sudaro pagrindinės penkios funkcijos: planavimas, organizavimas, personalas, valdymas ir kontrolė. Šiais laikais kontrolė kaip valdymo funkcija laikoma pagrindine, lemianti aukštą įmonių ir organizacijų darbo kokybę (Akhmetshin et al., 2018). Įmonės veiklos efektyvumas daugiausia susijęs su mokslinių tyrimų valdymo, logistikos kontrolės gebėjimais. Kontrolė yra kiekvieno vadovo atsakomybė ir ji prasideda sąmoningai ieškant galimybių, kurias galima suskirstyti į mažesnes kategorijas, siekiant palengvinti kasdienį kontrolės valdymą.

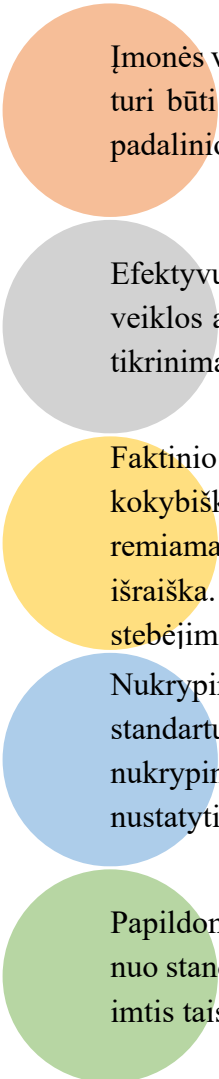
Kontrolė – priemonė, procesas ar procedūra, kuri taiko organizacija, skirta kontroliuoti vykdomo proceso ar sistemos elgesį. Kontrolė reikalinga, kad įmonės išnaudotų savo augimo potencialą, lengviau prisitaikytų prie nuolat kintančių aplinkos sąlygų ir kad darbas būtų atliekamas pagal aprašytas instrukcijas, planus (Davila & Foster, 2009). Taip pat kontrolė gali būti sutartiniai įsipareigojimai, apimantys taisykles, veiklos vertinimą, atlygio kriterijus ir biudžeto sudarymo sistemas, skirtas rezultatams kontroliuoti naudojant grįžtamąjį ryšį (Lueg & Radlach, 2016). Daugelyje organizacijų kontrolė yra apibrėžiama kaip stabilios taisyklės ir tvarka, leidžiančios ir ribojančios veiksmus. Apibrėžiama personalo elgesio sistema ir tvarka, kuria vadovaujasi kokybės komandos, sprendamos su darbu susijusias problemas ir skatindamos klientų sąmoningumą. O taisyklės yra standartinės įmonės veiklos procedūros, biudžeto vadovai ir vertinimo gairės (Sharma et al., 2010). Yra žinoma ir kita kontrolės dalis, kurią sudaro darbuotojų įsitikinimai, bendros vertybės, normos, kultūros, tradicijos ir savikontrolė. Tokia kontrolė įprastai sąmoningai neskiriama priemonėms, skirtoms nukreipti darbuotojų dėmesį į organizacinius tikslus, nes yra nepagrįsta praeities duomenimis, logika (Lueg & Radlach, 2016).

Kiekvieno darbuotojo sprendimų priėmimas yra savitas kokybės valdymo mechanizmas, kurį darbuotojas atlieka norėdamas pradėti ar atidėti procesą, bandydamas išlaikyti ar atkurti norimą

proceso būseną. Kontrolę taip pat gali suteikti tam tikros įmonėje įdiegtos programos ar inovacijos, pranešdamos, ar reikia pradėti ar atidėti procesą, kad būtų pasiekta ar palaikoma norima proceso būsena. Galimų pavojų nustatymas ir jų analizė, prevencinių kontrolės priemonių nustatymas ir šių prevencinių kontrolės priemonių patvirtinimas dažniausiai yra į ateitį orientuota įmonės veikla. Organizacijai reikia galvoti ir planuoti, kaip bus vykdoma gamybos veiklos kontrolė (King & Bedale, 2018). Siekdamos atitinkamų organizacinių tikslų ir nustatydamos atsakingą bei tvarų elgesį visoje organizacijoje, įmonės turi stengtis jį įgyvendinti (Lueg & Radlach, 2016). Tinkamos ir strategiškos kontrolės priemonės turi teigiamą poveikį įmonių veiklai, siekiant užtikrinti ilgalaikį organizacijos išlikimą ir konkurencingumą (Feder & Weißenberger, 2021).

Tinkamas kontrolės valdymo vykdymas gamybinėje labai svarbi kiekvienos organizacijos siekiamybė. Nustačius ateities planus, tikslus, vadovybė turi atlikti keletą veiksmų, kad užtikrintų efektyvų iškeltų planų įgyvendinimą. Efektyviai kontrolei užtikrinti būtini planai, nes planavimas numato reikiamus įmonės veiklos standartus ar tikslus. Kontroliuojama organizacijos veikla apima stebėjimą, patikrą, taisomuosius veiksmus ir dokumentus, ataskaitas bei įrašus. Visos šios kontrolinės veiklos yra glaudžiai susijusios ir atspindi tai, kas ir kaip vyksta gamykloje gaminant produktą ar teikiant paslaugą (King & Bedale, 2018). Kiekvienoje gamybos įmonėje kontrolė gali būti valdoma vienoje ar kelyse srityse, pavyzdžiui, įmonė gali kontroliuoti tik išmetamų atliekų kiekį, susitelkti ties pardavimų didinimu ar ties produkto kokybe, gali būti nuolat kontroliuojamas personalo darbas. Esant didelei rizikai ir pasekmėms, kai galimi bet kokie nuostoliai, būtina tinkamai kontroliuoti veiksmus ir numatyti klaidas, naudojant išsamius užduočių analizės metodus (sistemų projektavimą, bendradarbiavimą, klaidų prognozavimą, modelių kūrimą ir technologinę pažangą ir automatizavimo poveikio tyrimą), įgyti supratimą apie esamą situaciją (Rizun et al., 2021). Tačiau kiekviena organizacija privalo apsvarstyti, kokia kontrolė jai yra efektyviausia, siekiant užtikrinti gerus veiklos rodiklius. Kontrolė yra būtina, jei norima plėsti inovacijų ciklą, lyderiauti, sutaupyti daug išlaidų ir sumažinti riziką (Terziovski & Morgan, 2006).

Žinoma, nėra aiškiai nustatytų kontrolės etapų, kurie galėtų užtikrinti sėkmingą organizacijos veiklą. Dažnai reikalingos kelios kontrolės priemonės, kurias būtina tobulinti pritaikant prie vartotojiškos visuomenės (Lueg & Radlach, 2016). Pagrindinis kiekvienos gamybos įmonės valdymo kontrolės procesas dažniausiai apima veiksmus, apibūdintus 2 paveiksle (Hermudananto et al., 2018).



Įmonės veiklos standartų nustatymas – tai gali būti tikslai per tam tikrą laikotarpį. Standartai turi būti konkretūs, pasiekiami ir išmatuojami. Gali būti nustatomi kiekvienos grupės ar padalinio standartai, kuriuos galima palyginti su vykdoma organizacijos veikla.

Efektyvumo ir našumo vertinimas – standartų laikymasis, parengiamos atlikto darbo, veiklos ataskaitos, susijusios su tam tikru padalinio darbu, atliekamas procesų stebėjimas, tikrinimas.

Faktinio našumo palyginimas su standartais – vertinamas pagaminto produkto ar paslaugos kokybiškumas, kuris palyginamas su nustatytais standartais. Norint palyginti, dažniausiai remiamasi ataskaitų duomenimis. Paprasta palyginti tada, kai standartai išreikšti kiekybine išraiška. Jei neapčiuopiami, nukrypimo mastui nustatyti bus naudojamas vizualus stebėjimas.

Nukrypimų analizė ir priežasčių nustatymas – nustatoma, kodėl nebuvo laikomasi nustatytų standartų, taip pat kodėl buvo atlikti papildomi veiksmai, nenustatyti standartuose. Jei nukrypimas viršija nustatytą ribą, standartus, atliekama nukrypimų analizė, siekiant nustatyti priežastis ir imtis korekcinio veiksmų.

Papildomų veiksmų atlikimas – nustatomi problemų sprendimo būdai, jeigu buvo nukrypta nuo standartų. Jei reikia, keičiami procesai, personalo elgesys, mechanizmai. Įmonei būtina imtis taisomųjų veiksmų, kad nukrypimai nepasikartotų ateityje.

2 pav. Kontrolės procesą sudarantys veiksniai

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Hermudananto et al., 2018)

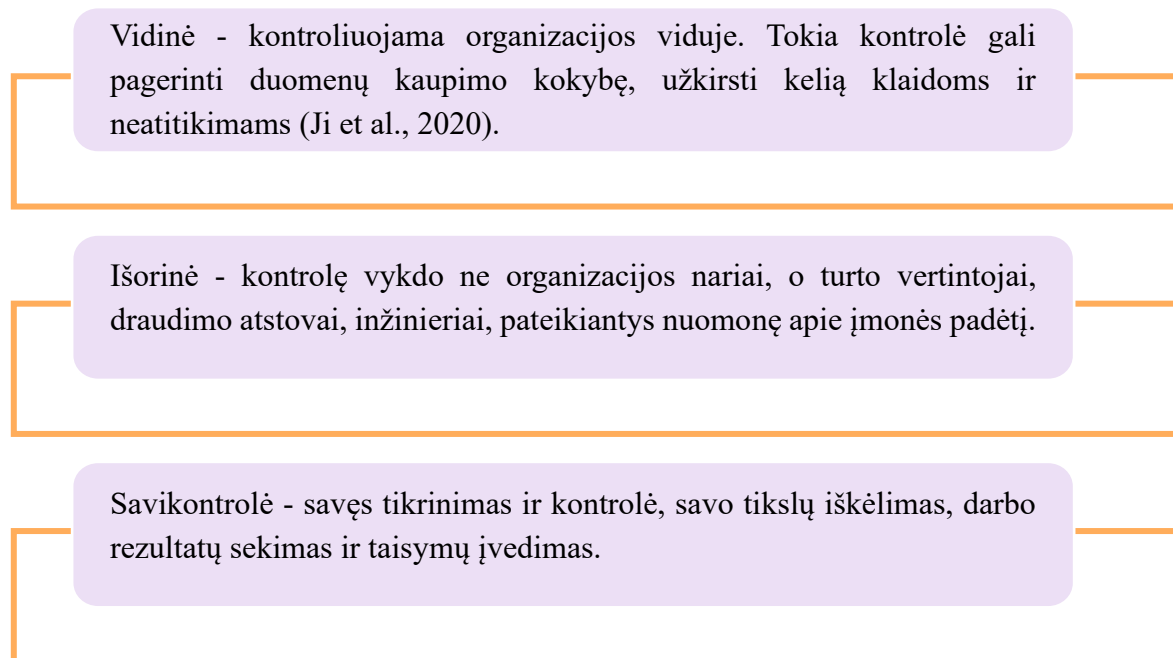
Kontrolės standartai gali būti:

- Kokybiniai – tai nematerialiai nustatyti standartai, dažniausiai tokie kaip personalo motyvacija, darbo santykiai su kolegomis, moralė, viešieji ryšiai, įmonės reputacija, darbuotojų kompetencija.
- Kiekybiniai – standartai nustatyti fizine ar finansine išraiška, kuriuos galima išmatuoti kiekybiškai. Tai yra piniginiai standartai, gamybos vienetai, pardavimo vienetai. Tokie standartai nustatyti gamybos, pardavimo, finansų ir kitose srityse.

Remiantis kontrolės taisyklėmis, taisomieji, korekciniai veiksmai apibrėžiami kaip veiksmai, skirti nustatyti problemą įgyvendinant kontrolę, siekiant sumažinti tos problemos tikimybę (King & Bedale, 2018). Korekcinį veiksmų taikymas – tai siekimas užtikrinti, kad ateityje bus pasiekti iš anksto nustatyti standartai ir klientas liks patenkintas. Korekciniais veiksmais laikomi personalo mokymai, technikos tobulinimas, standartų peržiūra ir tobulinimas, paskirtos užduoties skyrimas kitam darbuotojui. Korekciniai veiksmai taip pat dažnai rūšiuojami kaip tiesioginiai, kuriuos reikia keisti darbo vietoje, arba netiesioginiai, kuriems reikalingi proceso pakeitimai (Hermudananto et al., 2018).

Kiekvienai organizacijai rekomenduojama imtis priemonių kontrolės sistemai tobulinti ir sugriežtinti. Efektyvi kontrolės aplinka, sudaranti aukščiausios vadovybės filosofiją, organizacinę kultūrą, etiką, vientisumą ir aukščiausio lygio vadovybės atsakomybę, yra teigiamai koreliuojama su kiekvienu įmonės kontrolės sistemos etapu (*Digitized by UCC, Library, 2017*).

Kiekvienoje įmonėje kontrolė yra neatsiejama jos dalis. Pagrindinis kontrolės tikslas yra nustatyti nukrypimus tarp pradinio tikslo ir faktinės pabaigos, įvertinant gautus rezultatus ir naudojant kontrolės metodus, siekiant generuoti įspėjamuosius nukrypimų signalus, kurie skatina imtis korekcinį veiksmų, kad tikslas būtų įgyvendintas (Song et al., 2020). Dauguma verslo organizacijų remiasi tam tikromis kontrolės formomis, siekdamos užtikrinti, kad jų darbuotojų pastangos būtų nukreiptos į konkrečią veiklą, gerinančią organizacijos veiklą bendru mastu (Coelho et al., 2021). Vis daugiau autorių teigia, kad kontrolės sistemos yra būtinos siekiant skatinti tvaraus ir efektyvaus vystymosi integravimą į socialinius, aplinkos ir ekonominius aspektus (Lueg & Radlach, 2016). Yra žinomos trys pagrindinės kontrolės rūšys, nurodytos 3 paveiksle, pagal tai, kas gali vykdyti kontrolę (Liang et al., 2022).



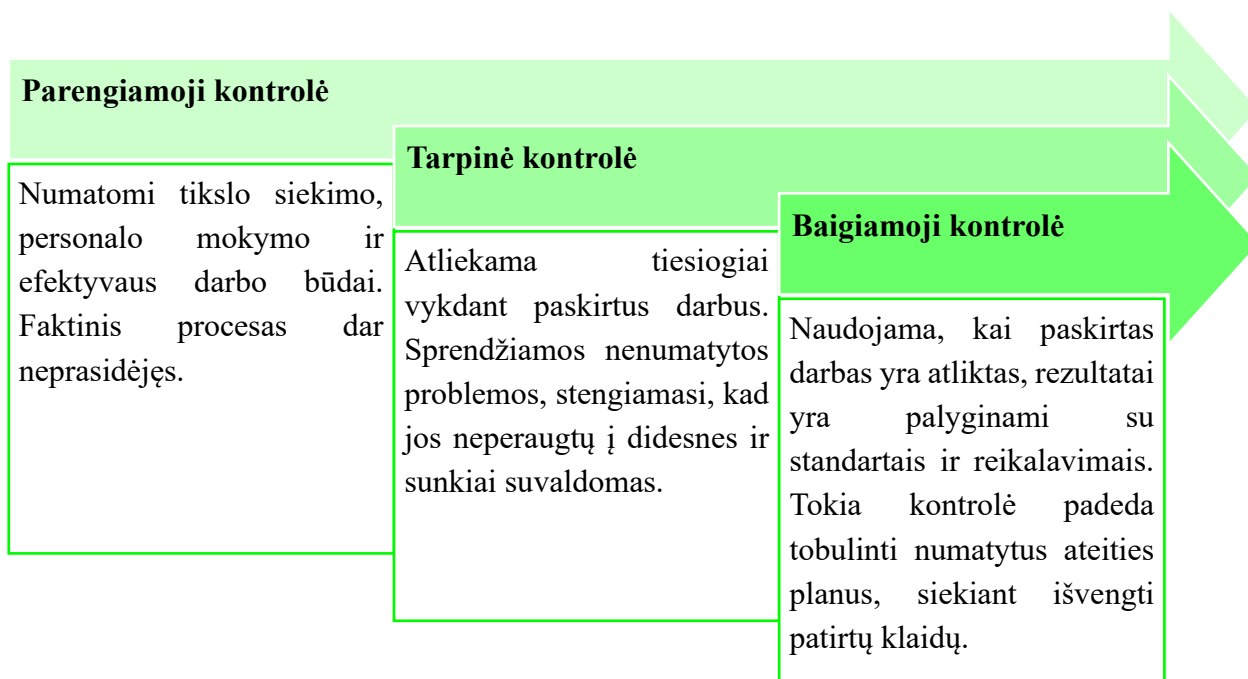
3 pav. Kontrolės rūšys pagal tai, kas gali vykdyti kontrolę

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Liang et al., 2022)

Vykdam bet kokią veiklą, organizacija savo viduje turi apsvarstyti saugos planą, kaip bus vykdoma ir valdoma prevencinė kontrolė. Tikrinimas, stebėseną, korekcinius veiksmus ar pataisymus ir dokumentai yra būtini, siekiant užtikrinti sau ir klientams, kad gamintojo kontrolė yra tinkamai atliekama ir ar ji veikia tinkamai (King & Bedale, 2018).

Išorinę kontrolę dažniausiai vykdo auditoriai, ir jeigu analizuojamos ataskaitos yra pagrįstos kelių auditorių pastebėjimais per kelias dienas, reiškia, kad neatitikimai įmonėje gali būti lengvai nepastebėti arba suprasti (Hermudananto et al., 2018).

Optimali ir minimizuojanti kaštus įmonėje yra savikontrolė. Šiuo atveju organizacijos darbuotojas pats geba matyti ir atkreipti dėmesį į savo klaidas, nagrinėti ir analizuoti jas ir tobulinti tikslus ir siūlyti standartų tobulinimo procesą. Savikontrolė veikia kaip apsauginis moderatorius tarp darbuotojo sąmoningumo ir rezultatų. Darbuotojai, turintys didelę savikontrolę, linkę naudoti daugiau teigiamų ir mažiau neigiamų susidorojimo strategijų nei tie, kurie turi žemą savikontrolę, ir šių teigiamų strategijų naudojimas gali žymiai sumažinti klaidų tikimybę (Liang et al., 2022). Taip pat kontrolė gali būti skaidoma į kitas rūšis, pavaizduotas 4 paveiksle, pagal atitinkamą laiko tarpą, nustatytą organizacijoje (Feder & Weißenberger, 2021).



4 pav. Kontrolės rūšys pagal laiko skalę

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Feder & Weißenberger, 2021)

Nors apie kontrolę dažnai galvojama pagal finansinius kriterijus ir rodiklius, vadovai taip pat turi kontroliuoti ne tik finansų, bet ir gamybos ir veiklos procesus, paslaugų teikimo procedūras, įmonės politikos laikymąsi. Kiekvienoje organizacijoje aukščiausio lygio vadovybė turi įdiegti mechanizmus ir kontrolę, siekdama užtikrinti, kad kiekvieno organizacijos darbuotojo elgesys atitiktų nustatytus organizacijos tikslus ir strategijas (Feder & Weißenberger, 2021). Bendros kontrolės funkcijos yra:

- Kiek įmanoma sumažinti klaidų ir trikdžių tikimybę
- Padėti nustatyti augančios rinkos poreikius
- Prisidėti prie išlaidų mažinimo kontroliuojant kokybę
- Didinti gaminamos produkcijos ar teikiamų paslaugų kiekius
- Siekti, kad organizacijos nariai būtų motyvuoti ir įmonė veiktų efektyviai

Kontrolė gali turėti ir kitų funkcijų, kurias gali apibrėžti konkreti įmonė. Kontrolės poreikis neatsiejamas nuo visų įmonės sričių – logistikos, operacijų atlikimo, finansų, personalo. Visose srityse atliekama kontrolė skatina kurti veiksmingesnę kontrolę, pagerinant darbo kokybę ir didinant pajamas (Ji et al., 2020). Naujų taisyklių ir tvarkos kontrolės įvedimas gali sukelti tam tikrą neapibrėžtumą ar sumaištį tarp įmonės personalo, su tiekėjais ar klientais. Tačiau kontrolės specialistų komanda gali sumažinti kilusį neapibrėžtumą, sukurdamą kitus elgesio lūkesčius, priimdama ir atkartodama naujas taisykles ir tvarką (Sharma et al., 2010).

Veiklos vertinimas gali būti atliekamas keliais būdais, atsižvelgiant į veiklos standartus, įskaitant finansines ataskaitas, pardavimo ataskaitas, gamybos rezultatus, klientų pasitenkinimą ir oficialius veiklos įvertinimus. Šiais laikais, sparčiai tobulėjant technologijoms, kompiuteriu valdomi kontrolės procesai yra svarbi įmonės dalis, tačiau šiuo metu įmonės vis dar gana sunkiai kontroliuoja savo procesų erdves. Kompiuterizuotos sistemos yra tinkamos iš anksto aiškiai apibrėžtiems ir standartizuotiems veiksams, tačiau jos yra mažiau patogios, kai reikia fiksuoti verslo procesus, kurių vykdymas ir kontrolė labai priklauso nuo daug žinių reikalaujančio eksperto sprendimų priėmimo, nuomonės (Kir & Erdogan, 2021).

Kontrolė gali būti vertinama **finansiniais** ir **nefinansiniais** rodikliais. Nefinansiniai rodikliai susiję su veiklos rezultatais, našumu, vertės srauto, aplinkos apsaugos ir priemonių veikimo efektyvumu (Sljivic et al., 2015). Nefinansinės veiklos rodikliai yra vizualiai rodomi visoje organizacijoje. Pavyzdžiui, pasikartojančios problemos yra paryškintos vaizdinėse lentose, siekiant inicijuoti patobulinimus (Nielsen et al., 2018). Dažnai vertinamas bendras komandos našumas – naujų produktų ar paslaugų diegimo ir kūrimo procesas bendradarbiaujant komandos procesams ir mechanizmams, kurie panaudoja žmonių įgūdžius ir žinias (Terziovski & Morgan, 2006).

Finansiniai rodikliai skirti įvertinti veiklos rezultatų, susijusių su rinkos dalimi, pinigų srautu, bendrais finansiniais rezultatais ir klientų pasitenkinimu, svarbumą. Finansinės veiklos rodiklių matavimai reikalingi siekiant padėti vadovams ir darbuotojams skatinti bendravimą, perduoti informaciją ir signalus, susijusius su strateginiais klausimais, ir skatinti mokymąsi visoje organizacijoje (Nielsen et al., 2018).

Kontrolės įvertinimui taip pat gali būti pasitelkti šie būdai:

- Apklausa ir nuomonės tyrimas.
- Vizualus, jutiminis vertinimas ir palyginimas su standartais.
- Duomenų analizė ir skaičiavimas.
- Atlikto darbo progreso skaičiavimas.
- Atitinkamos srities specialistų vertinimas.

Pasirinkus kontrolės vertinimo tipą, turi būti tikslūs įrašai, kas bus kontroliuojama ar stebima, kaip bus vykdoma, nustatyti laiko tarpai, kaip dažnai bus vykdoma kontrolė ir kas atliks kontrolės vertinimą ar patikrą (King & Bedale, 2018).

Įmonės, norėdamos tapti naujoviškesnės ir patrauklesnės rinkai, turi išlaikyti kvalifikuotus darbuotojus ir auginti intelektualinį kapitalą. Vis dažniau suprantama, kad žmonės kuria kūrybines idėjas. Todėl dabar įmonės daugiau dėmesio skiria savo nefinansinei žmogiškajai pusei, atsižvelgiant į veiksnius, tokius kaip darbuotojų sveikata ir streso lygis, siekdamos pagerinti savo

pelningumą ir našumą diegdamos naujoves (Terziovski & Morgan, 2006). Kontroliuojama organizacijos veikla gali padėti sumažinti klaidų tikimybę, daryti įtaką veiklos efektyvumui, tačiau negali visiškai užkirsti kelio nukrypimams nuo standartų. Vertinant nefinansinius kontrolės rodiklius atsižvelgiama į darbuotojų gebėjimą perduoti informaciją, į organizacijos kultūrą ir etišką elgesį, įmonės darbuotojų asmeninį ir profesinį sąžiningumą, moralines vertybes.

Įvertinus finansinius ir nefinansinius rodiklius reikia apibrėžti, ar gauti rezultatai priskiriami nukrypimams ar didesnėms klaidoms. Nustatomos nukrypimų ir klaidų aplinkybės, priežastys, pasireiškimo dažnis, įtaka organizacijos veiklai, prevenciniai veiksmai ir kiti pasiūlymai, sukuriant naujas ar tobulinant esamas taisykles ir procesus.

Organizacija visu savo veiklos vykdymo laikotarpiu turi siekti kuo tiksliau pasirinkti ir nustatyti kontrolės veiksmus, proceso kokybės vertinimą, taisyklių laikymosi kontrolę, išimčių valdymą ir dinamiškus verslo ekspertų bendradarbiavimo pajėgumus (Kir & Erdogan, 2021). Norint pasiekti tokias galimybes, koncepcijai reikia vis naujesnių, inovatyvių kontrolės sistemų su normalizuotais etaloniniais modeliais, kurie prisitaikytų prie vartotojiškos visuomenės.

1.2. Kokybės gerinimo modelių apžvalga literatūroje

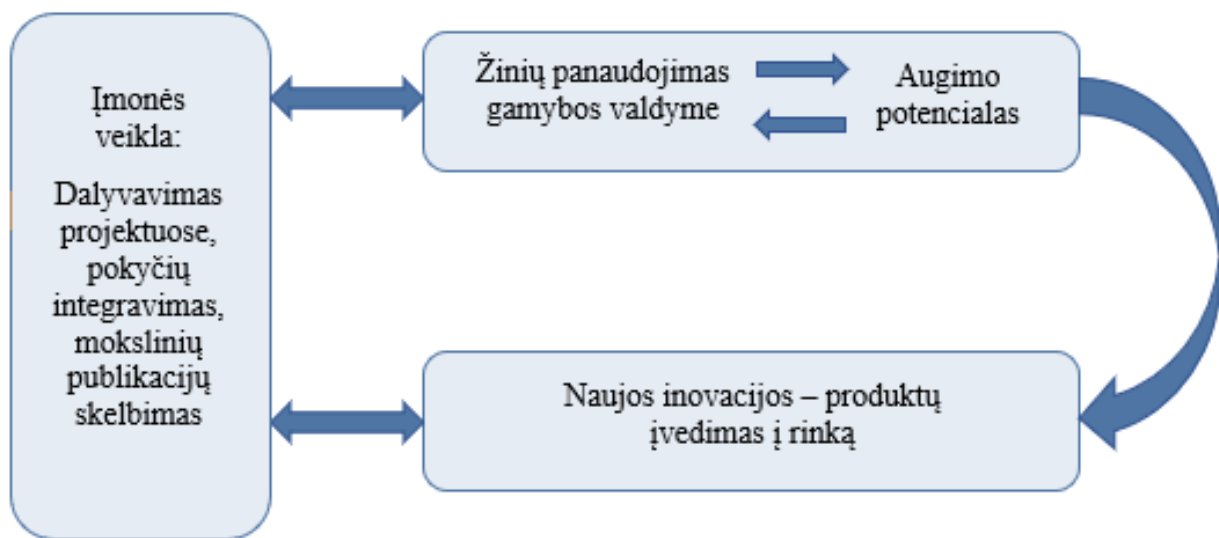
1.2.1. Kokybės valdymo principai ir modeliai

Kokybės valdymo sistemų komponentų grandinę gali sudaryti daug veiksnių, priklausomai nuo įmonės puoselėjamų vertybių, gaminamos produkcijos tipo. Mokslinėje literatūroje yra išskiriami pagrindiniai kokybės valdymo principai, kurie turėtų būti kiekvienos įmonės sudedamoji dalis:

- Nuolatinis mokymasis ir tobulėjimas
- Standartų tobulinimo valdymas pagal vartotojų poreikius
- Dokumentų, ataskaitų ir duomenų bazių valdymas
- Išteklių ar produktų gyvavimo ciklo priežiūra
- Komunikacijos, informacijos perdavimo ir sprendimų priėmimo valdymas
- Įsitraukimas į komandinį darbą ir organizacijos struktūros modelis
- Dėmesys į kliento poreikius

Bet kokių atveju, gamybos įmonės vis labiau orientuojasi į tai, kaip efektyviai valdyti ir tobulinti esamas žinias apie idėjas ir praktiką, kuri sėkmingai gali išplėsti verslą (Lopes et al., 2017). Atsižvelgiant į visas biotechnologijų sektoriaus teikiamas galimybes ir iššūkius, jis vis tiek turėtų būti laikomas esminiu aspektu, kuris gali pagerinti bei palengvinti kasdienybę, taikant integruotą požiūrį, kuriame naudojama geriausia įvairių gamybos sistemų praktika (Taheri et al., 2017).

Biotechnologijų srities gamybos įmonės, norinčios sėkmingai plėtoti biotechnologijų pramonę, turėtų nagrinėti mokslinių tyrimų plėtros politiką, įvairiais būdais tobulinti esamus įgūdžius – skelbti mokslines publikacijas, dalyvauti naujausiuose projektuose, integruoti pokyčius, orientuotus į gamybos procesų ir žinių plėtojimą, leidžiantį diegti naujus procesus ir produktus (Lopes et al., 2017). Nors tokia veikla neišvengiamai gali kelti riziką, tačiau tai yra vertinga strategija gamybos įmonės pozicijai ir sparčiam augimo potencialui stiprinti bei padidinti savo tikimybei išlikti nuolat augančioje inovacijų rinkoje (Aghmiuni et al., 2020). 5 paveiksle pavaizduotas autoriaus Lopeso (2017) modelis atspindi gamybos įmonės strategiją didžiausią dėmesį sutelkti į nuolatinį tobulėjimą ir prisitaikymą.

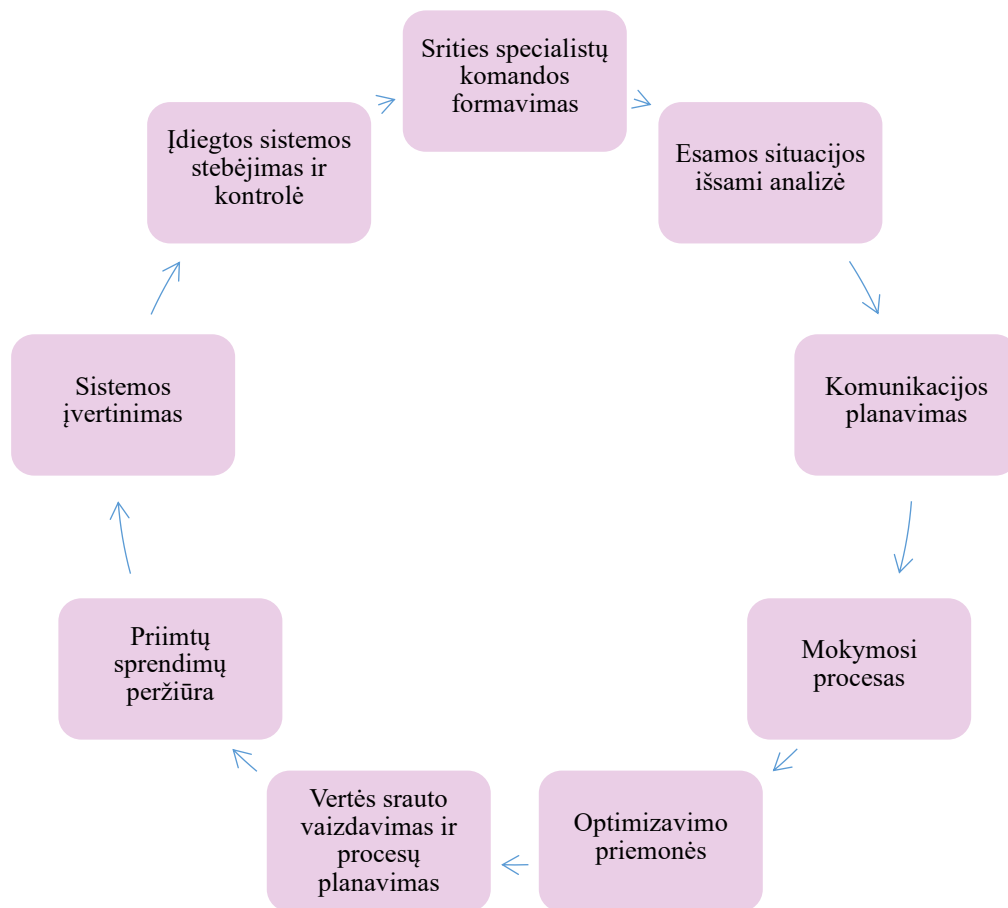


5 pav. Gamybos įmonių nuolatinio tobulėjimo modelis

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Lopes et al., 2017)

Gamybos įmonės tobulėjimą apima tam tikri principai – nuolatinis tobulėjimas, maksimaliai kuriant pridėtinę vertę ir atliekų kiekio sumažinimas gamybos procese. Tokie principai siūlo didesnę gamybos valdymo procesų ir sistemų lankstumą, todėl atsirado mažiau atliekų ir daugiau geresnių ir kokybiškesnių produktų naudojant atitinkamus procesus, kurie padėtų gamintojams kurti kokybiškus produktus ir taip patenkinti klientų poreikius ir lūkesčius (Dahmani et al., 2021).

Reikia žinoti, kad neteisingai taikant verslo optimizavimo principus, gali būti eikvojami įmonės organizaciniai ištekliai, sumažėja augimo potencialas ir darbuotojų pasitikėjimas praktikuojant kokybinius modelius. Norint išvengti nukrypimų, siūloma patikrinti visas taikomos sistemos savybes ir apibrėžti sudėtinių dalių veikimą prieš įdiegiant sistemą. Mostafa (2013) siekė nustatyti veiksnius, parodytus 6 paveiksle, kurie turi įtakos gamybos įmonės tobulėjimui ir sėkmingai plėtrai (Mostafa et al., 2013).



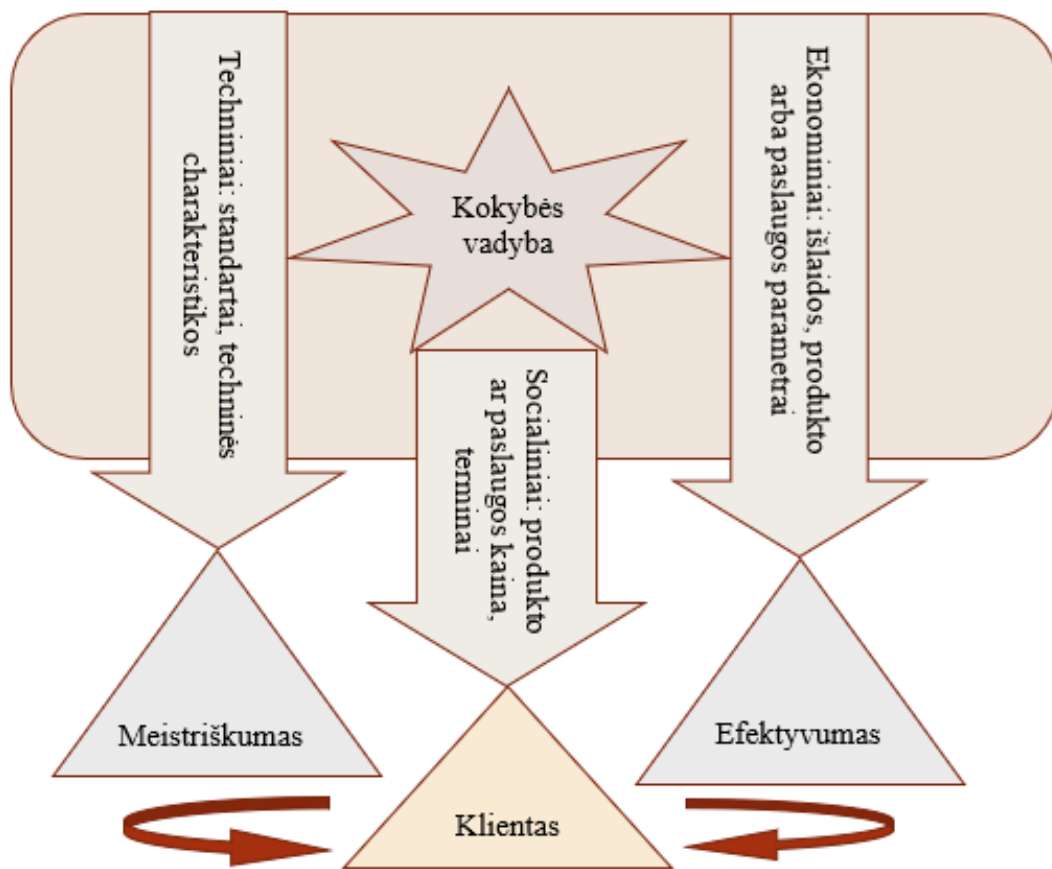
6 pav. Veiksniai, turinčių įtakos gamybos įmonės tobulėjimui

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Mostafa et al., 2013)

Autoriaus Mostafa (2013) sudarančių 9 veiksmų modelis gana lankstus, tačiau turintis trūkumų, palyginti su autoriaus Lopeso (2017) pateiktu modeliu. Taikant 9 veiksmų modelį gamybos įmonėse buvo pastebėta, kad retai taikoma priimtų sprendimų peržiūra, o tam tikros srities specialistų komandos formavimas užima daug laiko norint suprasti konkrečios srities koncepciją ir išimtis. Gali atrodyti, kad Lopeso (2017) modelis niekuo neišskirtinis, didelį dėmesį skiriantis mokslui, tačiau nuolat besivystančioje biotechnologijų srityje itin reikalingas mokslinių tyrimų plėtros politikos nagrinėjimas ir pritaikymas gamybos įmonėje diegiant inovacijas.

Sudėtingoje ir dinamiškoje biotechnologijų verslo aplinkoje, dėmesys kreipiamas į šiuolaikinius inovatyvius metodus, kurie padėtų susidoroti su didėjančia konkurencija ir pasiūlyti savo klientams naujus, patrauklius, geros kokybės produktus ir paslaugas konkurencingomis kainomis. Autoriaus Androniceanu'o (2017) siūlomas trimatis kokybės valdymo modelis suteikia konkurencinį pranašumą. Pasak autoriaus, egzistuoja trys tarpusavyje susiję aspektai – techninis (gamybos procesas, nuolatinis tobulinimas), ekonominis (sprendimai, pagrįsti rodikliais, lyderystė) ir socialinis (dėmesys

klientui, įsitraukimas, santykiai su tiekėjais), pavaizduoti 7 paveiksle, kurie daro įtaką produkto kokybei (Androniceanu, 2017).

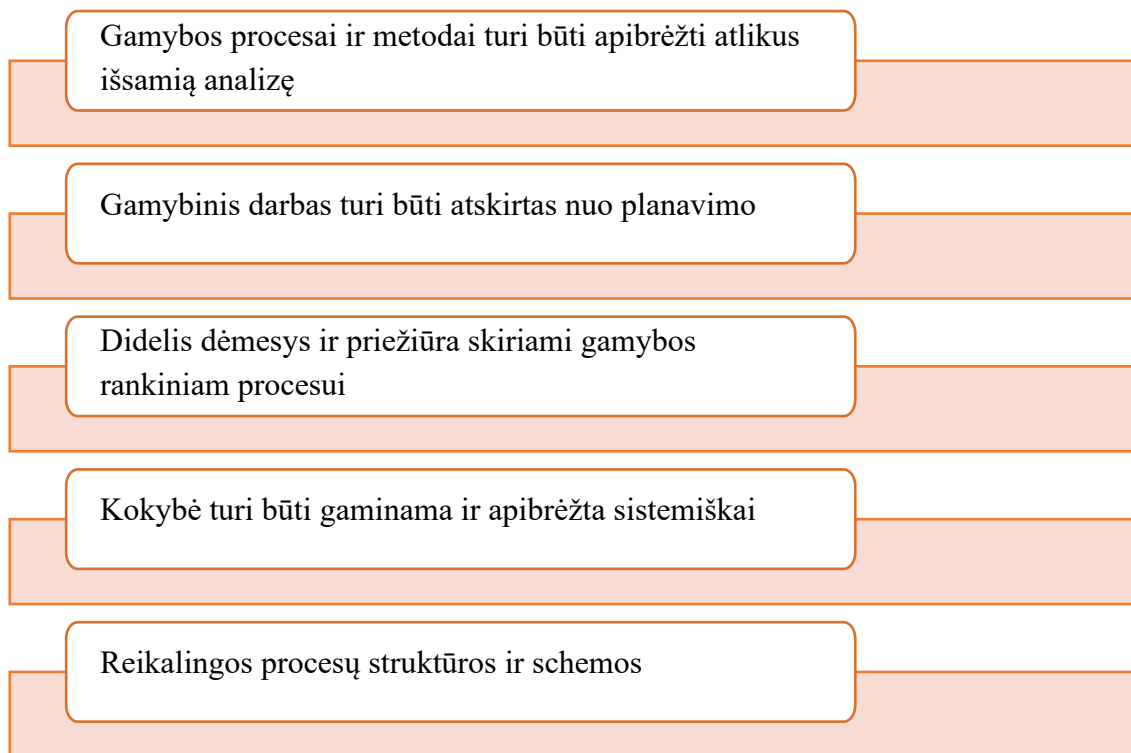


7 pav. Trimatis kokybės valdymo modelis

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Androniceanu, 2017)

Autoriaus Androniceanu'o (2017) pasiūlytas trimatis modelis dažniausiai naudojamas kaip perspektyvi alternatyva, prisidedanti prie gamybos įmonių konkurencingumo ir meistriškumo.

Dud'o ir Fachmedien'o (2019) autorių teigimu, kokybė turi būti ne tik kontroliuojama, bet ir gaminama, puoselėjama kiekvienam darbuotojui dedant pastangas. Taip pat autoriai teigia, kad dėmesį reikia skirti aktualių problemų sprendimui, užtikrinti strateginį požiūrį į pateiktas užduotis ir susitelkti į saugumą nusistačius standartus. Kokybės valdymo modelyje buvo apibrėžti principai, pateikti 8 paveiksle (Dud & Fachmedien, 2019).



8 pav. Kokybės valdymo modelio principai

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Dud & Fachmedien, 2019)

Dud'o ir Fachmedien'o (2019) autorių nuomone, kokybė pasiekama ne ją kontroliuojant ir taisant, o užtikrinant, kad organizacijos darbuotojas laikysis vertės grandinėje nustatytų taisyklių.

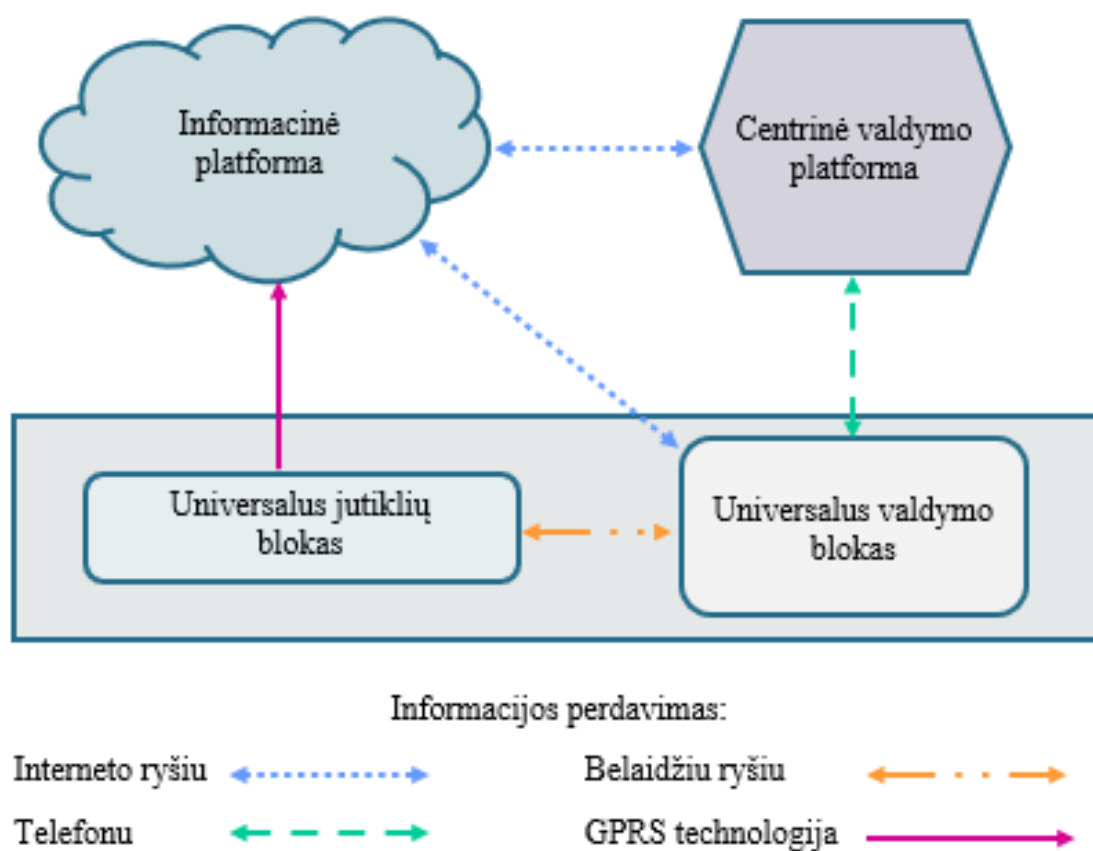
Nuo dešimtojo dešimtmečio organizacijos atsekamumą laiko savo saugumo ir kokybės užtikrinimo strategijų dalimi (Corallo et al., 2020). Siekiant užtikrinti visos turimos informacijos, ataskaitų, aprašų kokybę, būtina įmonės informaciją aprašyti dokumentuose (pateikiant struktūrines schemas, standartinius darbo aprašus, elektronines schemas), kurie turėtų būti prieinami įmonės darbuotojams.

Biotechnologijas praktikuojančiose šalyse svarbu užtikrinti duomenų saugumą, konfidencialumą ir atsekamumą. Duomenų, susijusių su biotechnologijų pramonės šaka, privatumas reikalingas siekiant užkirsti kelią biotechnologinės informacijos, kurioje yra patogenų genetiniai kodai arba eksperimentiniai genetinių modifikacijų protokolai, nutekėjimo (Al-eitan & Alnemri, 2022).

Norint gauti pakankamai informacijos, ją saugoti ir užtikrinti biotechnologinių produktų kokybę ir jos valdymą, pagal Bosona (2018) reikalinga veiksminga atsekamumo sistema. Atsekamumas yra svarbi tiekimo grandinės valdymo priemonė, susidedanti iš produkto istorijos informacijos (judėjimu tiekimo grandinėje), atsekamumo laiko juostoje (žingsnis atgal) ir tolimesnio produkto veikimo stebėjimo (žingsnis į priekį). Tam tikra atsekamumo sistema pagerina viso proceso

kokybės kontrolę, valdymą ir transportavimo valdymą, kad būtų užtikrinta geresnė rinkos kokybė (Wang et al., 2021).

Terminas „atsekamumas“ dažnai naudojamas kaip sekimo ir atsekimo sinonimas ir nurodo gebėjimą sekti ir dokumentuoti judėjimą vertės grandinėje tam tikrais gamybos, transportavimo, perdirbimo ir platinimo etapais (Corallo et al., 2020). Atsekamumą galima apibrėžti kaip sistemą, kurios modelis pavaizduotas 9 paveiksle, kuri saugo ir perduoda tam tikrą informaciją, susijusią su biomase, visais biomasės tiekimo grandinės etapais, kad būtų galima patikrinti biokuro kokybę ir atsekamumą visoje grandinėje (Bosona et al., 2018).



9 pav. Informacijos atsekamumo modelis

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Bosona et al., 2018)

Autorius Bosona (2018) išskyrė 4 pagrindines informacijos atsekamumo modelio sudedamąsias dalis:

- Informacinė platforma – leidžia dalintis dokumentuota informacija, surinktais faktiniais duomenimis, taip pat palengvina ir užtikrina sklandžią tiekimo grandinės veiklą;
- Centrinė valdymo platforma – sujungia valdymo bloką su informacine platforma, čia stebimos biomasės ir kitų produktų logistikos sistemos ir administravimas;
- Universalus jutiklių blokas – tiesiogiai matuojami biomasės parametrai (temperatūra, drėgmė, pH);
- Universalus valdymo blokas – leidžia tiesiogiai stebėti biomasės parametrus, planuoti tolimesnę gamybos eigą.

Technologinės ir sistemiškos atsekamumo sistemos padeda verslo partneriams efektyviai, tiksliai ir greitai reaguoti ir dalintis bet kurio produkto istorija ir dabartine situacija (Corallo et al., 2020). Atsekamumo sistema, integruota į žinių duomenų bazę ir daiktų interneto technologiją, yra veiksminga gamybos valdymo priemonė, padedanti spręsti problemas (Wang et al., 2021). Vienas iš informacijos perdavimo būdų yra produktų ženklavimas kodais, žymėjimas elektroninėje sistemoje, ar kitas sutartas žymėjimas, labai svarbus atsekamumui.

Kalbant apie vidinius veiksnius, atsekamumą gali skatinti įmonės poreikis (Corallo et al., 2020):

- Pagerinti darbo efektyvumą sisteminant ir dalijantis aktualia informacija apie produktus ir procesus tiekimo grandinėje;
- Patekti į tam tikras platesnes rinkas, kurioms būdingas atsekamumo standartų reikalavimas ir tobulinimas;
- Didinti konkurencingumą ir gerinti bendrą įmonės vaizdą.

Šiuo metu siekiama kurti patobulintas atsekamumo sistemas, pasak autoriaus Wang (2021), atsekamumo sistemos funkcionalumas vertinamas šiais dviem aspektais: prognozavimo modelio vertinimas ir sistemos kokybės analizė. Atsekamumas palankus tuo, jog gamybos įmonės, identifikavusios problemą, gali nedelsdamos imtis veiksmų, kad pašalintų rizikingus produktus/paslaugas iš pardavimo, diagnozuotų kitas gamybos problemas ir perduotų atsakomybę, užtikrintų vartotojus apie teikiamų produktų kokybę ir išlaikytų rinkos ir vartotojų pasitikėjimą (Corallo et al., 2020).

Priimant sprendimą gamybos įmonėje diegti atsekamumo sistemą, labai svarbu suprasti kliūtis ir kuriamos sistemos trūkumas. Iš tiesų, keli užsienio autoriai kaip vieną didžiausių atsekamumo sistemos trūkumų mini standartizavimo, sklandaus diegimo trūkumą, dėl kurio atsiranda tiekimo

grandinės dalyvių pateiktų nuomonių nesuderinamumas (Bosona & Gebresenbet, 2013; Mattevi & Jones, 2016). Kiti veiksniai, trukdantys sėkmingai diegti atsekamumo sistemas gamybos įmonėse, yra tinkamų įgūdžių, žinių bei supratimo trūkumas apie naujausias sistemas ir technologijas, sistemos diegimo išlaidos. Vartotojų požiūriu, pagrindinės atsekamumo sistemos diegimo kliūtys yra etikos ir privatumo problemos, susijusios su duomenų dalinimosi ir perdavimo procesu (Bosona & Gebresenbet, 2013).

Dauguma įmonių, dauguma jų naudoja modelius, kuriais grindžiami kokybės apdovanojimai, pavyzdžiui, Demingo prizas Japonijoje, „Malcolmo Baldrige“ nacionalinio kokybės apdovanojimo (MBNQA) modelis JAV ir Europos kokybės apdovanojimas (*EFQM Excellence Model*) (Bou-Llusar et al., 2009). Šiuolaikiniame verslo pasaulyje tampa svarbios septynios MBNQA modelio sudedamosios dalys – lyderystė, procesų valdymas, strateginis planavimas, dėmesys į klientus, informaciją ir analizę ir žmogiškųjų išteklių valdymas, veiklos rezultatai, į kurias atsižvelgę užsienio autoriai atlieka tyrimus (Abbas, 2020), (Bou-Llusar et al., 2009):

- Lyderystė apima vyriausiuosius vadovus, kurie nustato organizacijos tikslus ir uždavinius ir kuria strategijas šiems tikslams pasiekti. Lyderiai yra atsakingi už kokybės užtikrinimą ir procesų gerinimo pastangas, atsižvelgus į laiką ir galimas išlaidas.
- Strateginis planavimas atspindi organizacijos kokybės viziją ir misiją ir politiką ir strategijas kokybės tikslams pasiekti, nustato pagrindinius veiksmų planus, strategines kryptis.
- Dėmesys klientams ir rinkai reiškia organizacines pastangas žinoti klientų poreikius, lūkesčius ir rinkos tendencijas. Tai taip pat kriterijus apima gerų santykių su klientais plėtojimą ir palaikymą, užtikrinant jų pasitenkinimą.
- Proceso valdymas yra susijęs su aiškiu procesų, nuosavybės ir atsakomybės pasiskirstymu. Taip pat siekiama užtikrinti tobulą gaminio ar paslaugos dizainą nuolat tobulinant automatizavimą ir pagrindinius gamybos procesus.
- Informacija ir analizė yra susijusi su duomenų ir informacijos valdymu, visuotinės kokybės valdymo žinių valdymo aspektu, pvz., darbuotojų ir vadovų veiklos įvertinimu, veiklos procesų registravimu, problemų, su kuriomis susiduria darbuotojai, sprendimų siūlymu ir veiklos ir rinkos informacijos tvarkymu ir naudojimu, kad būtų priimti teisingi sprendimai.
- Žmogiškųjų išteklių valdymas orientuojasi į darbuotojų tobulėjimą besimokant ir aktyvų dalyvavimą sprendžiant veiklos klausimus, išnaudojant visą potencialą. Taip pat

dėmesys sutelkiamas į kokybišką atsakomybę ir sąmoningumą, darbuotojų veiklos pripažinimo ir atlygio mechanizmą.

- Verslo rezultatai apima organizacijos veiklą ir tobulėjimą pagrindinėse veiklos srityse: klientų pasitenkinime, finansiniuose ir rinkos rezultatuose, žmogiškuosiuose ištekliuose, tiekėjų ir partnerių veiklos rezultatuose, veiklos rezultatuose ir valdyme ir socialinėje atsakomybėje. Rezultatai nurodo, kaip organizacija veikia, palyginti su konkurentais.

Taigi, sėkmingai biotechnologijų srities įmonių veiklai reikia integruoto, mokslu pagrįsto projektavimo ir gamybos proceso – nuo idėjos iki naujo produkto įvedimo į rinką. Tokiam gamybos procesų tobulinimui reikalingi naujų žinių valdymo metodai ir priemonės, sisteminga esamų procesų peržiūra, turinti įtakos gamybos valdymo sistemoms (Aghmiuni et al., 2020). Besikuriančioms biotechnologijų įmonėms reikia gauti leidimus laboratorijoms, medicinos produktams ir įrankiams, atitinkamus valstybinių institucijų leidimus, jei planuojama dirbti su modifikuotais organizmais, ir kitus sertifikatus, pereinant prie kokybės sistemos įdiegimo.

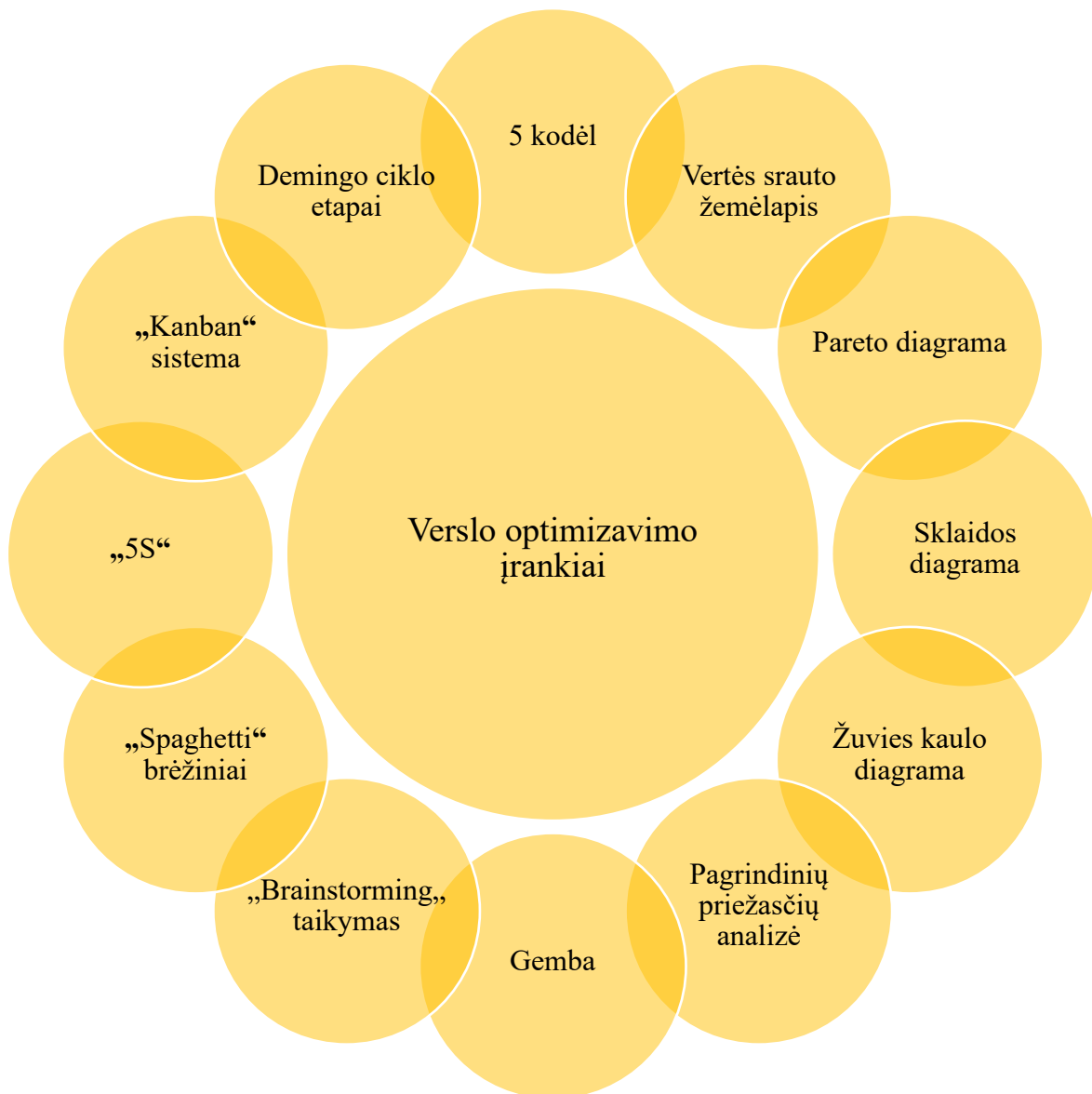
Remiantis mokslinės literatūros šaltiniais, autoriai siūlo gana skirtingus, sudėtingus modelius ir juos sudarančius principus. Autorius Lopesas (2017) siūlo dėmesį sutelkti į nuolatinį mokymąsi, Mostafa (2013) išskiria 9 pagrindinius veiksnius, kurie turi įtakos kokybės tobulinimui. Taip pat autoriaus Androniceanu'o (2017) siūlomas trimatis kokybės valdymo modelis apima tris sritis, kurios turi įtakos kokybės sistemos gerinimui, Dud'o ir Fachmedien'o (2019) autorių teigimu, kokybė turi būti gaminama ir darbuotojai turi laikytis vertės grandinėje nustatytų taisyklių. O pagal Bosona (2018), įdiegta atsekamumo sistema gali pagerinti viso proceso kokybės valdymą.

1.2.2. Verslo optimizavimo metodų analizė

Verslo optimizavimo sistema sudaryta iš tam tikrų kokybinių metodų, įrankių ir darbuotojų elgsenos, kuri remiasi visų atliekų ar švaistymų (t.y. vertės nesukuriančių procesų) pašalinimu, siekiant pagerinti gamybos sistemos ar įmonės veiklą (Baysan et al., 2019). Bet kurio optimizavimo metodo tikslas yra maksimaliai padidinti klientui kuriamą vertę. Verslo procesų optimizavimui skirta metodika gali labai pagerinti komandos produktyvumą ir tiesioginio darbo funkcijas, tačiau verslo strategijų diegimas organizacijoje daro didžiausią įtaką klientui. (Klein et al., 2022). XXI amžiuje gamyba daugiausia priklauso nuo sugebėjimo patenkinti klientų poreikius. Gamybos sritys nuolat tobulėja ir keičia savo paslaugas, procesus, gaminius ir gamybą. Gamybos pramonei, reikalaujančiai didelės produkcijos ir aukštos kokybės su mažesnėmis gamybos sąnaudomis, bet didesniu produktyvumu, pasiekti efektyviausia taikant tam tikrą optimizavimo metodiką (Deshmukh et al., 2022).

Kokybės įrankiai – tai metodai, naudojami problemoms, kurios trukdo gerai atlikti darbo procesus, apibrėžti, išmatuoti, analizuoti ir pasiūlyti sprendimus. Šios priemonės apima platų analizės metodą ir gali būti naudojamos atskirai arba kartu. Tai apima planavimą, procesų rizikos vertinimą, pagrindinių problemos priežasčių paiešką ir procesų kūrimą, orientuotą į nuolatinį nustatytų problemų tobulinimą arba žalos mažinimą. Metodų pavyzdys gali būti vertinimo apklausos, grafikos ir diagramų naudojimas, leidžiantis visapusiškai analizuoti procesus. Metodai gali būti laikomi strateginiais siekiant kokybės tikslų, apibrėžiant procesus ir padedant nustatyti būtinus pokyčius, diegiant naujus metodus taip pasiekiant vartotojų pasitenkinimą (Clougherty & Grajek, 2023).

Verslo optimizavimo sistema gali būti suprantama kaip mąstymas, kuriame naudojami valdymo principai, praktika, strategija ir metodai, siekiant pašalinti pridėtinės vertės nekuriančius veiksnius gamybos procesuose ir siekiant konkurencingumo, organizacijos pranašumo. Norint pasiekti šiuos tikslus, sistema turi būti vertinama kaip ilgalaikė įmonės valdymo filosofija, padedanti identifikuoti ir pašalinti pridėtinės vertės nekuriančius veiksnius nuolat tobulinant įmonės atliekamą veiklą (Klein et al., 2022). Dažniausiai naudojami optimizavimo įrankiai pavaizduoti 10 paveiksle (Begam & Swamynathan, 2013, Rewers et al., 2016, Senthil Kumar et al., 2022).



10 pav. Verslo optimizavimo įrankiai

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Begam & „SW“amynathan, 2013, Rewers et al., 2016, Senthil Kumar et al., 2022

Pagrindiniai įrankių taikymo privalumai yra mažesnės gamybos sąnaudos (atliekos panaudojamos kaip atsargos, perdirbimo galimybės), našumo padidėjimas (transportavimas, perteklinės gamybos identifikavimas), sutrumpintas gamybos laikas (judėjimo laiko optimizavimas), santykių su klientais gerinimas, kokybės siekis (Deshmukh et al., 2022). Apibrėžiant bet kokius nesvarbius veiksmus verslo valdyje jie vadinami atliekomis, kurios buvo suskirstytos į 7 kategorijas 11 paveiksle (Kumar et al., 2022).



- **Perprodukcija** – pagaminama daugiau nei reikalaujama, tad gaminant produktus iš anksto arba viršijant paklausą, švaistomi pinigai, laikas ir erdvė, todėl gamintojas patiria nuostolių.
- **Laukimas** – laikas švaistomas, kai vienas procesas laukia, kol prasidės, o kiti užbaigiami procesai padaro gamybos procesą neefektyvų, sutrikdant sklandžią ir nenutrūkstamą darbo eigą.
- **Transportavimas** – pridėtinės vertės nekurianti veikla – medžiagų perkėlimas iš vienos darbo vietos į kitą.
- **Defektai** – dėl prastos kokybės didėja klientų nepasitenkinimas, mažėja rinkos vertė ir patikimumas.
- **Nereikalingi judesiai** – tai apibrėžiama kaip bet koks judėjimas, nesukuriantis pridėtinės vertės produktui ar paslaugai. Darbo vieta turi būti suplanuota taip, kad būtų kuo mažiau judesio.
- **Per didelis apdorojimas** – kai daroma daugiau ir geriau, nei reikalauja klientas. Tokiais atvejais sukuriami papildomi atliekų, susijusių su darbu, medžiagomis, darbo jėga.
- **Perteklinės atsargos** – tokios atsargos paliekamos kai yra nepanaudojamos ir šiuo metu yra laukiantis inventorių, kuris gali būti ne tik žaliavos, bet ir galutiniai produktai.

11 pav. Nesvarbių veiksmų kategorijos verslo valdyme

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Kumar et al., 2022)

Taip pat vienas iš pagrindinių verslo optimizavimo metodų taikymo aspektų, lemiančių sėkmingą metodo taikymą, yra darnaus komandinio darbo organizavimas, kurio metu skatinamas esamų darbuotojų išitraukimas, naujų darbuotojų pritraukimas, rengiami pakartotiniai mokymai, tad tokiu būdu darbuotojai ne tik tobulėja, bet ir gali kurti ir pasiūlyti daugiau novatoriškų idėjų taip prisidedami prie nuolatinio organizacijos tobulėjimo ir eksponentinio augimo. Tam tikrų verslo strategijų taikymo plėtroje lyderio vaidmuo tampa esminis ugdant darbuotojus ir formuojant komandas, jie turi būti sektinu pavyzdžiu, perteikdami organizacijos filosofiją ir verslo valdymo būdą (Klein et al., 2022).

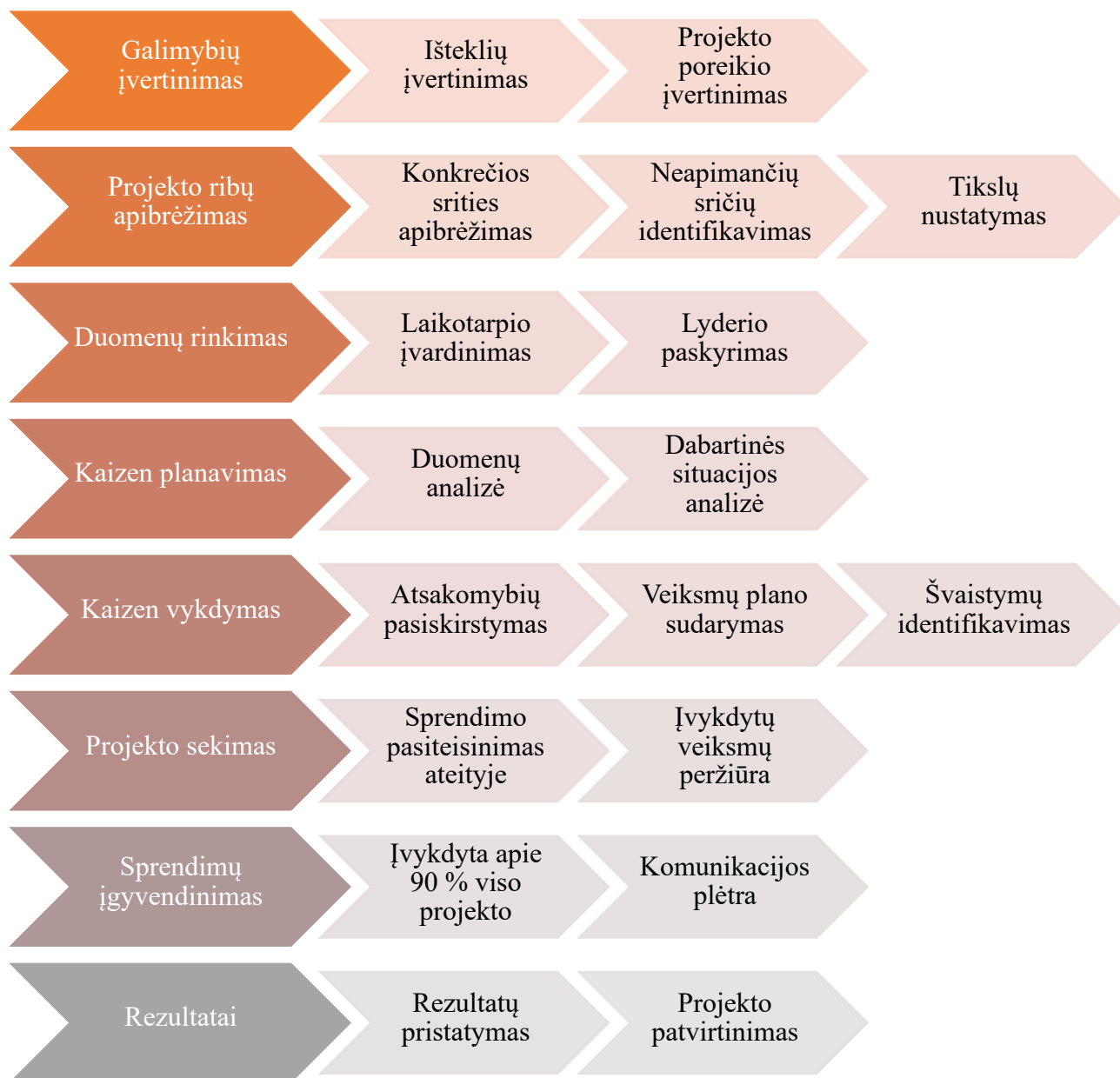
Nors mažos gamybos sąnaudos laikomos metodo privalumu, tačiau taip pat gali būti ir trūkumas, jeigu netiksliai apskaičiuojamas reikalingų sąnaudų kiekis, kuris iš tiekėjų gali būti pristatomas ne taip greitai kaip tikimasi. Kaip optimizavimo metodų trūkumą galima apibrėžti jų diegimo kaštus įmonėje, apimant išlaidas naujai įrangai, darbuotojų ugdymui, naujų procesų diegimui. Dauguma pasikeitimų norint diegti sistemą taip pat gali būti esminis trūkumas, kai sunku pereiti nuo vienos valdymo technologijos prie kitos.

Verslo optimizavimas sudarytas iš tam tikrų kokybės optimizavimo metodų ir įrankių, kurie sukurti siekiant pagerinti gamybos sistemas, pagerinti produktyvumą ir kokybę organizacijose (Tortorella et al., 2020). Strategijos ir įrankiai daro didelę įtaką klientams, darbuotojams, saugai ir tvarumui, kurie yra svarbūs konkurencinio pranašumo ir aplinkos išsaugojimo veiksniai. Naudojant verslo optimizavimo įrankius ir metodus, tokius kaip „Kaizen“, „5S“, „6 Sigma“, įmonės gali sunaudoti mažiau medžiagų, laiko sąnaudų, darbo jėgos, vietos, energijos ir kitų švaistymų tam pačiam tikslui pasiekti. Vieni iš pagrindinių švaistymų – perprodukcija, atsargos, medžiagų tvarkymas, laukimas, judėjimas ir perteklinis apdorojimas, tad taikant tam tikrus kokybės valdymo modelius galima sumažinti ar kitaip optimizuoti švaistymus (Baysan et al., 2019). Atsižvelgus į publikacijų skaičių, susijusių su „Kaizen“, „5S“, „6 Sigma“ kokybės valdymo modelių tematika, moksliniame tinklalapyje *sciencedirect.com*, per pastaruosius 8 metus, 2014–2021 metų laikotarpiu, publikacijų, susijusių su „Kaizen“ ir „6 Sigma“ modelių tematika, skaičius išaugo 1,6 karto, o susijusių su „5S“ – 2,5 karto. Toks pokytis lėmė pasirinkimą plačiau išanalizuoti „Kaizen“, „6 Sigma“ ir „5S“ metodus.

„Kaizen“ – apibrėžiama kaip verslo strategija, naudojama tikslinei verslo sričiai tobulinti, siekiant konkrečių tikslų per tam tikrą laikotarpį (Vo et al., 2019). „Kaizen“ verslo modelis apibrėžiamas kaip „nuolatinis tobulinimas visiems dalyvaujant ir siekiant geresnės kokybės, saugos ir produktyvumo darbo aplinkoje“. „Kaizen“ koncepcija remiasi idėja, kad procese visada yra kur tobulėti (Morell-Santandreu et al., 2020). Terminą „Kaizen“ 1986 m. išpopuliarino Masaaki's Imai'us, norėdamas įvardinti Japonijos konkurencinę sėkmę. Šis terminas išpopuliarėjo ir buvo naudojamas didelių Japonijos įmonių valdymo modeliams apibūdinti per pastaruosius tris XX amžiaus dešimtmečius (Mendez & Vila-Alonso, 2018). Išlaikyti arba pagerinti „Kaizen“ projekto metu priimtus rezultatus laikui bėgant daugeliui organizacijų gali būti sunku dėl iššūkių, susijusių su įvairių suinteresuotųjų šalių įsitraukimu, taip pat su įvairių reikalingų metodikų diegimu darbo vietoje, kurios yra pagrindiniai „Kaizen“ principai – kliento pažinimas, švaistymo eliminavimas, ėjimas į Gembą, komandinio darbo organizavimas, darbas su realiais duomenimis (Morell-Santandreu et al., 2020). „Kaizen“ modelio taikymas gamybos įmonėse turi teigiamos įtakos tiek verslo procesams, tiek žmogiškiesiems ištekliams. Iki šiol „Kaizen“ modeliai buvo sėkmingai įgyvendinami tiek gamybos,

ties paslaugų pramonėje, taip pat privačiajame ir viešajame sektoriuose. Dėl šios priežasties „Kaizen“ modelio publikacijų skaičius smarkiai išaugo visame pasaulyje. Tačiau literatūroje trūksta tyrimų, orientuotų į šio modelio taikymą biotechnologijų gamybos pramonėje. Literatūros apžvalga rodo, kad norint suprasti ilgalaikį „Kaizen“ modelio poveikį organizacijos sėkmei, reikia atidžiai ištirti sektoriaus veiklą ir jos poveikį darbuotojų įsipareigojimams (Vo et al., 2019). „Kaizen“ metodo taikymas paprastai leidžia sutrumpinti visų paslaugų apdorojimo laiką ir optimizuoti produktyvumą, taip pat gerinant darbuotojų darbo sąlygas. „Kaizen“ yra aktyvus procesas, skirtas nuolatiniam tobulėjimui, o ne problemų sprendimui. Todėl „Kaizen“ gali koreliuoti kartu su kitais nuolatinio tobulinimo procesais, tokiais kaip „DMAIC“, „Kanban“.

Mokslinėje literatūroje autoriai pateikia skirtingų „Kaizen“ veiklos strategijos schemų, jų aprašymų, pateikimų su įvairiais modelį sudarančiais komponentais, nurodančiais nuolatinio tobulinimo kryptį. 12 paveiksle nurodyta „Kaizen“ strategijos struktūra (Wahyudi & Azheri, 2011).



12 pav. „Kaizen“ strategiją sudarantys aspektai

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Wahyudi & Azheri, 2011)

Kokybės sistemos gerinimo schemos šablonas gali būti sudarytas atsižvelgus į gamybinės įmonės tikslus, lūkesčius, vykdomąją veiklą. Bet koku atveju modelis apima nuolatinį, sistemingą švaistymų pašalinimą iš gamybinės linijos ir vertės srauto, sutelkia dėmesį į nedidelius kasdienio darbo standartų patobulinimus.

„6 Sigma“ yra statistiniais duomenimis pagrįstas veiklos gerinimo metodas, kurio idėja yra ta, kad jei trūkumus galima išmatuoti, tada galima planuoti sprendimą jiems pašalinti (Kaswan & Rathi, 2020). „6 Sigma“ metodą 1986 m. sukūrė „Motorola“, juo siekiama pagerinti proceso rezultatų kokybę

sumažinant procesų nepastovumą, nustatant ir pašalinant defektų priežastis (Fleming, 2016). Matematiškai „6 Sigma“ siekia sumažinti defektus iki 3,4 neatitikimų vienam milijonui, taip pasiekiant 99,99966 % pagrindinių verslo procesų ar produktų tikslumą (Qayyum et al., 2021). Nors „6 Sigma“ metodika ir sumažina neatitikimus, tačiau svarbu pabrėžti, kad naudojant šį modelį nesumažinama atliekų ar kitų švaistymų (Kaswan & Rathi, 2020). „6 Sigma“ modelio tikslas – supaprastinti verslo valdymo procesų kokybės kontrolę, siekiant sumažinti produktų ar paslaugų defektus, didinti pelningumą, gerinti ekonomiškumą ir efektyvumą, kurti pridėtinę vertę klientui. Modelio taikymas gali sumažinant pakartotinių darbų poreikį, sutrumpinti laiką, reikalingą projektams užbaigti mažesnėmis sąnaudomis ir siekiant geresnės kokybės (Qayyum et al., 2021). Naudodamos „6 Sigma“ metodą, įmonės ne tik optimizuoja finansinius ir veiklos rezultatus, bet ir patenkina klientų poreikius mažindamos nekokybiškų produktų ar paslaugų plėtrą. „6 Sigma“ akcentuoja klientams svarbiausius procesų kokybės aspektus (Hussain et al., 2019).

Mokslinėje literatūroje pateikiama keletas priežasčių, kodėl „6 Sigma“ modelio taikymas ir palaikymas įmonės veikloje tampa sudėtingas. Ilgainiui yra sudėtinga išlaikyti darbuotojų susidomėjimą tobulinimo modelio iniciatyvomis ilgesnį laiką, tad privaloma periodiškai tobulinti modelį, įtraukiant tinkamus aspektus, kad susidomėjimas organizacijos ekosistemoje išliktų. Organizacijos, kartą sėkmingai panaudojusios modelį ir įgyvendinusios patobulinimus, paprastai sutelkia dėmesį į jo naudos išlaikymą – laikui bėgant priimti sprendimai gali būti nebe tokie efektyvūs, jeigu jie nebus tobulinami diegiant kokybės valdymo sistemas (Antony et al., 2018). Pastebėta, kad „6 Sigma“ modelio taikymo nesėkmių procentas yra labai didelis, siekiantis apie 60 %. Šis rodiklis vertinamas kaip didelė mokslinių tyrimų spraga įmonėms, norinčioms investuoti į „6 Sigma“ modelio naudojimą.

Nors tobulinimo metodas yra vienas iš plačiausiai taikomų ir turi aiškiai apibrėžtus tikslus, tačiau verta apžvelgti modelio trūkumus. Vienas iš „6 Sigma“ veiklos gerinimo metodo taikymo trūkumų yra, kad šis struktūrizuotas ir disciplinuotas požiūris į problemų sprendimą gali slopinti darbuotojų kūrybiškumą ir naujoves, kadangi tai griežtas, analitinis metodas, galintis slopinti darbuotojų lankstumą. Kadangi tai yra statistinė ir duomenimis pagrįsta metodika, „6 Sigma“ įdiegimui reikalingos pastangos gali būti labai didelės išteklių ir laiko, praleisto sudėtingiems projektams užbaigti, požiūriu, todėl, palyginti su šiomis pastangomis, „6 Sigma“ modelio nauda yra minimali. „6 Sigma“ modelio taikymas gali turėti neigiamos įtakos klientų bei darbuotojų pasitenkinimui, jei nebus tinkamai įgyvendintas. Problema susijusi su mokymo programų nestandartizavimu, tad privaloma išugdyti darbuotojų kompetencijas ir įgūdžius, kurios labai skiriasi įvairiose organizacijose (Antony et al., 2019).

„5S“ apibrėžiamas kaip standartizuotas vizualinis organizacinis metodas, kurio rezultatas – švari, neperkrauta, saugi ir gerai organizuota darbo vieta, padedanti sumažinti atliekų kiekį ir optimizuoti našumą išvengiant klaidų. Modelis skirtas padėti sukurti kokybišką darbo aplinką, didinti darbo vietos efektyvumą, sumažinti išlaidas (Senthil Kumar et al., 2022). „5S“ metodą pirmą kartą išpopuliarino japonų pramonės inžinierius Taiichi Ohno, apibrėžęs, kad tai yra procesų optimizavimo įmonėse pagrindas (Kulińska et al., 2018). „5S“ kokybės valdymo modelis susidedantis iš penkių pagrindinių elementų – surūšiuoti (darbo vietoje laikyti tik būtinus daiktus), standartizuoti (nustatyti standartus nuosekliai organizuotai darbo vietai), susisteminti (išdėstyti darbo įrankius siekiant skatinti efektyvią darbo eigą), išvalyti (švaros palaikymas darbo vietoje) ir palaikyti pasiektą lygį (standartų palaikymas ir peržiūra). „5S“ modelis daugiausia dėmesio skiria atliekų pašalinimui ir darbo efektyvumo didinimui. Diegiant „5S“ taip pat sumažinami judesio, laiko ištekliai, didinamas saugumas. Pasiekta gerai organizuota darbo aplinka padidina organizacijos konkurencingumą ir klientų pasitenkinimą (Senthil Kumar et al., 2022).

Kaip modelio trūkumus, galima apibrėžti atsparumo įgijimą pokyčiams, neefektyvų problemų sprendimą darbo vietoje. Taip pat „5S“ modelio taikymas gali prarasti efektyvumą, jei įmonė nesupranta tinkamo jo pritaikymo konkrečioje darbo vietoje, kadangi tai vienas populiariausių vizualinių kokybinių metodų, įmonės gali bandyti kopijuoti viena kitą nesuprasdamos, kad yra unikalios ir turėtų modelį taikyti atsižvelgiant tik į savo įmonės poreikius. „5S“ modelio įgyvendinimas susijęs ir trūkumais, susijusiais su strateginio planavimo stoka, komandinio darbo samprata, nesugebėjimu keisti organizacijos kultūros, lyderystės stoka ir konfliktas su kitomis kokybės valdymo sistemomis. Vienas didžiausių iššūkių diegiant „5S“ yra aukštas subjektyvumo lygis, tad norint įgyvendinti veiksmingą „5S“ praktiką, būtina sukurti tinkamą matavimo sistemą, skirtą kiekybiškai įvertinti svarbius modelio aspektus tiek įgyvendinimo metu, tiek vertinant rezultatus ir nustatyti tam tikrą „5S“ objektyvumo laipsnį (Ranjith Kumar et al., 2021).

Nagrinėjant kokybės valdymo modelius ir jų pritaikymo galimybes įmonėje, dažniausiai analizuojami modelių privalumai ir trūkumai, tikslai, pridėtinės vertės kūrimas, įgyvendinimo sąnaudos (Hussain et al., 2019). Pagal išvardytus ir kitus parametrus atlikta lyginamoji pasirinktų optimizavimo metodų analizė (1 lentelė).

1 lentelė. „Kaizen“, „6 Sigma“ ir „5S“ optimizavimo metodų panašumai ir skirtumas

Modelis	„Kaizen“	„6 Sigma“	„5S“
Sąvoka	Verslo strategija, naudojama siekiant konkrečių tikslų per tam tikrą laikotarpį.	Veiklos gerinimo metodas, kurio tikslas yra sumažinti neatitikčių skaičių iki 3,4 neatitikimų milijonui produktų.	Darbo vietos organizavimo metodas.
Tipas	Duomenimis pagrįsta metodika, statistinis, analitinis metodas.	Duomenimis pagrįsta metodika, statistinis, analitinis metodas.	Vizualinis modelis.
Tikslas	Tobulinti procesų, produktų ir paslaugų kokybę nuolat tobulinant.	Tobulinti procesų, produktų ir paslaugų kokybę nuolat tobulinant.	Pašalinti atliekas.
Procesų kaita	Atsisakoma veiklos, kuri mažina gamybos efektyvumą	Gali sumažinti pakartotinių darbų poreikį, nesumažina atliekų ar kitų švaistymų	Gamybos procesai pritaikius modelį išlieka nepakitę
Pridėtinės vertės kūrimas	Kuriama	Kuriama	Nekuriama
Įgyvendinimo sritis	Gamybos pramonė, paslaugų sektorius, tiekimo grandinė.	Gamybos pramonė, paslaugų sektorius, tiekimo grandinė, produktų kūrimas.	Gamybos pramonė, paslaugų sektorius, tiekimo grandinė.
Įgyvendinimui skirtas laikotarpis	Vidutinis, ilgalaikis	Vidutinis, ilgalaikis	Trumpalaikis, vidutinis
Išteklių poreikis	Reikalingi realūs duomenys	Reikalingi realūs duomenys	Reikalinga darbo jėga
Pakartotinis pritaikymas pasitaikius identiškai problemai	Negalimas	Negalimas	Galima pritaikyti dar kartą
Kvalifikacijos poreikis	Reikalingi įgūdžiai ir kompetencija	Reikalingi įgūdžiai ir kompetencija	Reikalingas kruopštumas, atidumas
„Galiojimas“	Ilgalaikis	Ilgalaikis	Trumpalaikis, vidutinis
Komandinio darbo įgūdžių poreikis	Tobulinamas bendravimas tarp pamainų, reikalingas komandos įsitraukimas	Tobulinamas bendravimas tarp pamainų, reikalingas komandos įsitraukimas	Galima modelį taikyti individualiai, galima įtraukti komandą
Privalumai	Pagerina kokybę, sumažina produktų neatitikimus, pagerina efektyvumą.	Pagerina kokybę, sumažina produktų neatitikimus, pagerina efektyvumą.	Surūšiuota, standartizuota, susisteminta ir išvalyta darbo vieta.
Trūkumai	Daug laiko sąnaudų, lėšų.	Daug laiko sąnaudų, lėšų.	Šiek tiek laiko sąnaudų, nereikalauja lėšų.

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Antony et al., 2019, Hussain et al., 2019, Morell-Santandreu et al., 2020, Ranjith Kumar et al., 2021, Senthil Kumar et al., 2022, Vo et al., 2019, Qayyum et al., 2021.

1.3. Biotechnologijų sektoriaus samprata

1.3.1. Biotechnologijų šakos ir sektoriaus specifiškumas

Biotechnologijos – novatoriška, nuolat besivystanti sritis, turinti įtakos daugeliui skirtingų sektorių, ir tampa viena iš pirmaujančių technologijų pereinant prie visuomenės, kuri turi vis mažiau anglies išteklių, ir sprendžiant svarbiausius visuomenės uždavinius – kylančios degalų kainos, susirūpinimas dėl klimato atšilimo, energijos paklausos didėjimas (Martin et al., 2021). Biotechnologijos kasmet daro vis didesnę poveikį aplinkos, žemės ūkio, farmacijos, energetikos ir pramonės sektoriams, pateikiant genų inžinerijos, diagnostikos ir audinių inžinerijos inovacijas (Skare & Soriano, 2021). Kalbant apie „biotechnologijų pramonę“, turima omenyje įvairias gydymo, biologijos, diagnostikos, medicinos prietaisų, klinikinių laboratorinių tyrimų, instrumentų, žemės ūkio, pramonės ir biokuro taikymo sritis. Biotechnologijų pramonė apima daugybę skirtingų sektorių, kurie nuolat plečiasi, nes atskleidžiami nauji moksliniai ir techniniai atradimai, kasmet randama naujų pritaikymų, arba jie yra optimizuojami. Biotechnologija reiškia mokslo panaudojimą gyviems organizmams ar jų produktams panaudoti žmonių labui. Biotechnologijos apima produktų kūrimą ar problemų sprendimą diegiant įvairias technologijas, kurios gali būti taikomos biologiniams subjektams (Al-eitan & Alnemri, 2022).

Šioje pramonės šakoje dirbantiems asmenims svarbu turėti funkcinių žinių apie įvairių produktų specifiką, nes taikomi įvairūs tam tikrų biotechnologinių veiksmų kryžminiai pritaikymai, o kūrybingos idėjos ir sprendimai dažnai kyla dėl šių disciplinų sankirtos (Shimasaki, 2020).

Biotechnologijų pramonės sektoriuje siekiama gaminti unikalius produktus ir procesus, gerinančius individų ir visos visuomenės gyvenimą, sveikatą ir gerovę. Iš pažiūros biotechnologijų pramonė gali atrodyti sudėtinga dėl nesibaigiančio ir įvairaus produktų asortimento, kurį biotechnologijos gali pagaminti. Tačiau stebina, kaip kiekvienas sektorius naudoja daug panašių įrankių ir metodų, kad sukurtų šiuos įvairius bioproduktus ir procesus (Shimasaki, 2014). Žinoma, ir toliau atsiras naujų biotechnologijų pramonės sektorių. Pavyzdžiui, vos prieš 20 metų nebuvo tokių dalykų kaip „biolustai“, o šiandien dauguma tyrimų laboratorijų ir farmacijos įmonių savo tyrimams ir plėtrai reguliariai naudoja prietaisus, kuriuose naudojamos įvairios mikroschemos, inžineriniai substratai, padedantys diagnozuoti ligas, identifikuoti jų sukėlėjus. Per pastaruosius kelis dešimtmečius susidomėjimas biologija ar biomedicina smarkiai išaugo ir mokslas buvo plačiai pritaikytas įvairiose biomedicinos ir gyvosios gamtos mokslų srityse, įskaitant diagnostiką, terapiją, vaistų tiekimą, biojutiklius, audinių inžineriją ir biokuro gamybą (Azizipour et al., 2020).

Biotechnologijos toliau vystosi ir išliks pagrindine visuomenės naujovių ir vystymosi varomąja jėga, didėjant suvartojimo lygiui, o tai savo ruožtu didina maisto ir degalų paklausą. Genetiškai modifikuoti gaminiai – viena iš biotechnologijų sąvokos kilusi sritis, kuri daro itin didelę įtaką mūsų kasdieniam gyvenimui (Yeung et al., 2019). 2002 m. atliktos apklausos duomenys parodė, kad dauguma vartotojų neigiamai vertina genetiškai modifikuotus produktus, nes jų moralinės ir etinės abejonės dėl tokių produktų vartojimo nusveria geresnių savybių ir mažesnės kainos naudą (Magnusson & Koivisto Hursti, 2002). Tačiau 2015 m. genetiškai modifikuotos kultūros jau buvo auginamos 179,7 milijonų hektarų žemės 28 šalyse, tai sudaro daugiau nei 10 % visos dirbamos žemės visame pasaulyje (Taheri et al., 2017). Nepaisant apčiuopiamos naudos, genetiškai modifikuotų gaminių vartojimas gali turėti nevienareikšmę įtaką ekonomikos augimu – galimi ekonominiai nuostoliai, įtaka sveikatai ir aplinkai. Problemos taip pat susijusios su išlaidomis ir laiku, kuris sugaišamas nustatant praktines valdymo priemones, kad kiek įmanoma daugiau būtų sumažinti ekonominiai nuostoliai.

Specializuotos biotechnologijų įmonės išaugo daugelyje dideles ir vidutines pajamas gaunančių šalių, o keletas vyriausybių nurodė, kad biotechnologijų sektorių verta remti per inovacijų politiką. Kita vertus, kai kuriose vėlyvose šalyse, ypač Vidurio ir Rytų Europoje, biotechnologijų sektoriaus plėtra buvo lėta ir turėjo sisteminių kliūčių (nepakankamas specializuotų darbuotojų skaičius, nesidomėjimas farmacijos pramone, maži atlyginimai) (Szczygielski et al., 2022).

Buvo pasiūlyta, kad biotechnologijų sektorių daugiausia sudaro 4 šakos pagal spalvas: balta, raudona, žalia ir mėlyna, tačiau besivystanti mokslinių tyrimų sritis laikui bėgant įgijo dar daugiau spalvų (Yeung et al., 2019). Remiantis moksline literatūra, 13 paveiksle pateiktos biotechnologijų sritys suskirstytos į šakas (spalvas), kurios buvo identifikuotos pagal pramoninį sektorių (Tulip et al., 2005), (Yeung et al., 2019).

Biotechnologijų šakos	Raudonoji (sveikatos diagnostika, medicina, vaistiniai preparatai)
	Geltonoji (mityba, maistinių medžiagų biotechnologija)
	Mėlynoji (akvakultūra, jūros organizmų biotechnologijos)
	Žalioji (žemės ūkis ir aplinkos biotechnologijos)
	Rudoji (sausųjų zonų ir dykumų biotechnologijos)
	Juodoji (bioterorizmas, biologinių ginklų technologijos)
	Violetinė (patentų, išradimų, publikacijų apsauga)
	Baltoji (pramoninė biotechnologija, genų ir gyvų organizmų bioindustrija)
	Auksinė (bioinformatika, genomika, proteomika, nanobiotechnologijos)
	Pilkoji (klasikinė fermentacijos ir bioproceso technologija)

13 pav. Biotechnologijų sektoriaus skirstymas

Šaltinis: Sudaryta autorės remiantis (Tulip et al., 2005).

Bendrai visose paminėtose biotechnologijų srityse kuriami biologiniai produktai ir vykdomi procesai yra brangūs ir reikalauja daug kapitalo, kad galutinis produktas teiktų ekonominę naudą ir sėkmingai patenkintų kintančius vartotojų poreikius. Pavyzdžiui, kalbant apie raudonąją biotechnologijos sritį dažnai teigiama, kad klinikinėms naujovės ir tyrimams įgyvendinti klinikinėje praktikoje prireikia vidutiniškai 17–20 metų (Bauer & Kirchner, 2020). Tačiau skirtingų biotechnologinių produktų išlaidos skiriasi priklausomai nuo sektoriaus – atsižvelgiama į mokslinių tyrimų, plėtros, klinikinių tyrimų, eksploatavimo išlaidas prieš pateikiant produktą rinkai. Skirtingų sektoriaus kategorijų bioproductų plėtros kaštų įverčiai pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Biotechnologijų srityje kuriamų produktų plėtros kaštų įverčiai

Sektoriaus kategorija	Kūrimo išlaidos	Laikotarpis
Terapija	250–1,5 milijardo dolerių	12–15 metų
Biologija ir vakcinos	250–1,5 milijardo dolerių	12–15 metų
<i>In vitro</i> diagnostika ir personalizuota medicina	5–100 milijonų dolerių	3–7 metų
Medicininiai prietaisai	15–100 milijonų dolerių	3–5 metų
Kombinuotas prietaisas/terapinis preparatas	75–250 milijonų dolerių	5–10 metų
Skaitmeninės sveikatos IT programos	0,25–15 milijonų dolerių	1–3 metų
Tyrimo instrumentai ir įrankiai	5–75 milijonų dolerių	3–7 metų
Biožemdirbystė	75–200 milijonų dolerių	7–16 metų
Biokuras	50–150 milijonų dolerių	5–10 metų
Pramoninė biotechnologija	15–75 milijonų dolerių	2–4 metų

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis Shimasaki, 2014

Kai kuriuose bioproduktų sektoriuose išlaidų ir laiko sąnaudų intervalas yra labai platus vien dėl to, kad konkrečioje kategorijoje galima gaminti įvairių rūšių produktus, kuriems taikoma griežta teisinė sistema, klinikiniai tyrimai ir jų išlaidos (Skare & Soriano, 2021). Visų bioproduktų bendros kūrimo išlaidos didėja proporcingai renkant laboratorinius, gyvūnų ir žmonių klinikinius duomenis, kurie turi būti surinkti, siekiant įrodyti naujo produkto saugumą ir klinikinį veiksmingumą. Be to, kiekvienai iš šių sektoriaus plėtros išlaidų įtakos turi naudojama technologija ir jos efektyvumas ir pritaikymas, priemonės ir įrankiai, tikslinė rinka ir produkto kūrimo sudėtingumas.

Nepriklausomai nuo bioproducto ar proceso kūrimo sektoriaus, visų pradedančių ar ankstyvos stadijos biotechnologijų įmonių tikslas yra sukurti pridėtinę vertę kuriamame produkte ir įmonėje. Viso produkto kūrimo proceso metu nepastebimai kuriama vertė. Vertė nėra kuriama iš karto, taip pat nėra proporcinga investuotam laikui ar pinigams. Vertė sukurama laipsniškai kiekvieną kartą, kai sėkmingai pasiekiamas produkto kūrimo etapas. Tam tikrų produktų kūrimo etapų įvykdymas suteikia daugiau vertės nei kiti, o pasiekus kiekvieną sėkmingą etapą, rizika tuo pačiu metu sumažėja – vertė didėja, kai rizika mažėja. Tačiau net kai produktas pagaliau pasiekia rinką, jo pardavimo sėkmė nėra visiškai garantuota. Pavyzdžiui, buvusi žemės ūkio biotechnologijos korporacija „Monsanto“, įkurta 1901 metais, daug investavo į vabzdžiams atsparius genetiškai modifikuotus pasėlius. Produktai buvo

pagrindinė korporacijos technologinė sėkmė, tačiau jų pastangos pristatyti produktą rinkai buvo neigiamos dėl visuomenės nuomonės pasipriešinimo susirūpinus dėl genetiškai modifikuotų kviečių atmetimo užsienio rinkose (Skare & Soriano, 2021). Į viską, ką įmonė daro, reikia žiūrėti taip, kad tai nemažintų, o padidintų produkto ir įmonės vertę ir sumažintų riziką, taip padidindama papildomo kapitalo pritraukimo tikimybę. Tinkamai įvertinus plėtros kaštus ir terminus ir pasiekus vertę didinančius etapus, įmonei priskiriama vertė, o tai palengvina užduotį pritraukti kapitalą tolesniems finansavimo etapams.

Kiekvieno iš biotechnologijos sektoriaus darbo žinių turėjimas yra neįkainojamas biotechnologijų srities specialistams (Azizipour et al., 2020). Pradedant verslą biotechnologijų srityje labai svarbu, kad vadovas pripažintų ir vertintų visas produkto kūrimo, testavimo, reguliavimo ir patvirtinimo išlaidas bet kuriame iš biotechnologijos sektorių (Shimasaki, 2014). Kruopštus lėšų rinkimo planavimas ir laikas, susietas su pagrindinių etapų įvykdymu, planavimu, kontrole ir tinkamu valdymu, gali suteikti didžiausią galimybę gero produkto idėjai pasiekti komercializaciją.

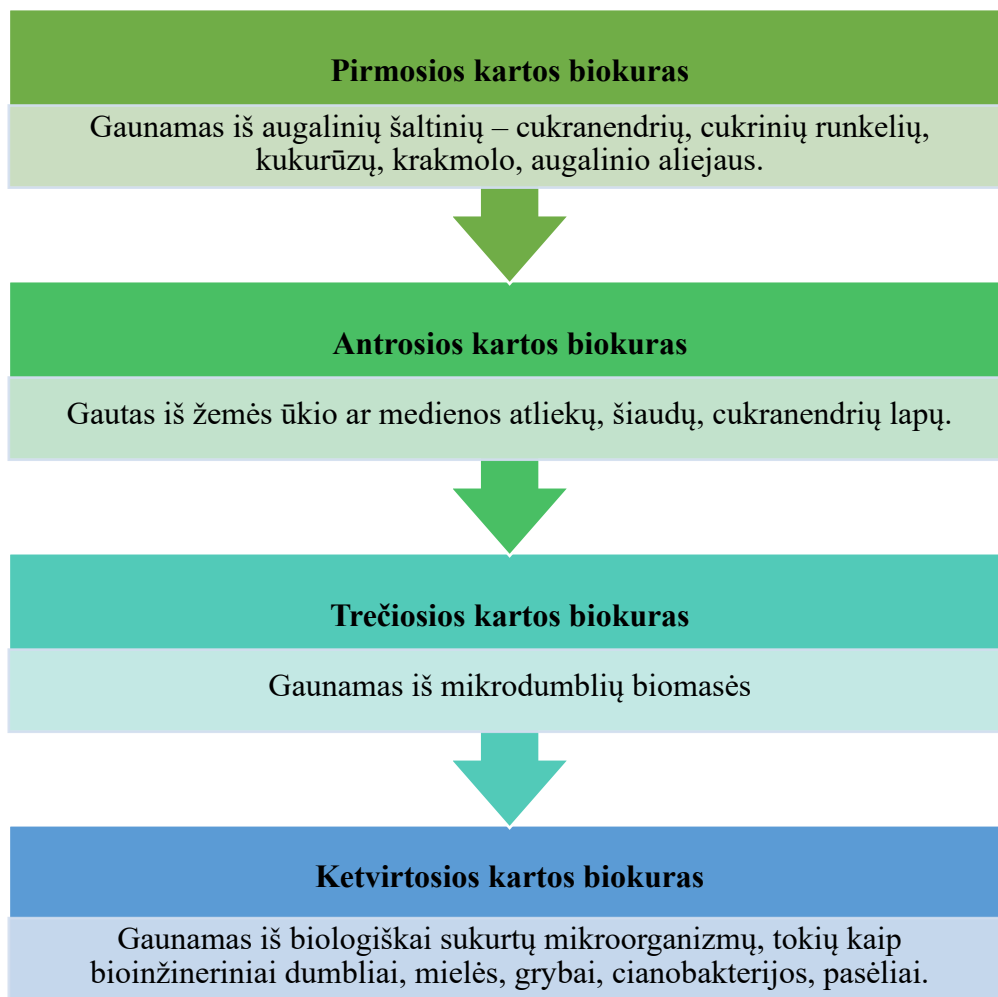
Apibendrinant spalvotąsias biotechnologijų šakas galima teigti, kad sritys reiškia naują biologinį požiūrį į daugybę pramonės šakų. Ateityje tikimasi, kad genų ir medžiagų apykaitos inžinerija ir toliau klestės, siekiant toliau gerinti naudingų cheminių medžiagų biosintezės ir aplinkos teršalų bioremediacijos efektyvumą (Yeung et al., 2019). Bus siekiama, kad biologinės patirties panaudojimas pasiūlys naujovių ir kitų galimybių įvairiose biotechnologijų srityse ir taps naujų rinkų ir verslo modelių pagrindu. Biotechnologijų moksliniai tyrimai kaip sistema ir toliau darys didelį poveikį aplinkai, medicinai, žemės ūkiui, maistui ir kitoms įvairioms pramonės sritims. Tikimasi, kad naudojant pažangesnes inžinerijos, biokuro ir vaistų tiekimo technologijas biotechnologijos sukurs ekologiškesnę aplinką ir bus naudingesnė žmonių sveikatai. Bet kokiu atveju, šiandieninė biotechnologijų tyrimų pažanga turi potencialą būti vėlesnių inovacijų pagrindu (Cornelissen et al., 2021).

Biotechnologijos pažanga jau kuris laikas nukreipta į alternatyvių, atsinaujinančių ir tvarių energijos šaltinių, skirtų biokuroi gaminti, kūrimą. Biokuro gamyba – galimybė pakeisti vis labiau senkančius atsinaujinančius energijos šaltinius, dėmesį sutelkiant į nenaudojamų atliekų panaudojimą, rentabilumą. Tradiciniai, kasdien naudojami kuro šaltiniai kainuoja daugiau, todėl mokslininkai yra priversti ne tik rasti naujų biomasės išteklių rentabiliai biokuro gamybai, bet ir sutelkti dėmesį į tai, kad degalai būtų ekonomiškai tvarūs plačiu mastu (Meena et al., 2021). Besivystančio biokuro gamybos proceso normos yra dokumentuojamos visame pasaulyje, taip pat aptariama efektyvinimo

padėtis, padedanti konvertuoti energiją su minimaliu išmetamųjų teršalų poveikiu aplinkai (Ogunkunle & Ahmed, 2019).

Baltajai biotechnologijos šakai priskiriamas biokuras padeda išlaikyti ekonominį ir aplinkosauginį tvarumą ir yra skirstomas į dujinius ir skystus biodegalus (Barcelos et al., 2018). Atsinaujinantys ir anglies dioksido neutralūs biodegalai yra būtini aplinkos ir ekonominiam tvarumui (Searle & Malins, 2016). Dujinis biokuras – (metanas, vandenilis) gaunamas anaerobiškai skilus organinėms medžiagoms (žemės ūkio, maisto atliekoms), skystas kuras – tai dyzelinas, benzinas, gaminamas iš biomasės ir galintis net iki 90 % sumažinti kenksmingų dujų išmetimą (Barcelos et al., 2018). Tad biokurą galima suskirstyti į 3 dideles grupes: bioetanolį (dažniausiai naudojamą automobiliuose), biodyzeliną (dažniausiai naudojamą sunkvežimiuose) ir kitą biomasę (naudojamą elektros ir šilumos gamybai) (Shimasaki, 2014). Biomasė apibrėžiama kaip visos biosferoje esančios organinės medžiagos, tiek augalinės, tiek gyvūninės, taip pat medžiagos, gautos jas natūraliai arba dirbtinai perdirbus. Pagrindiniais tvaraus kuro šaltiniais laikomi gyvūniniai riebalai, augalinis ir kitas aliejus (A. Sharma et al., 2018). Iš biomasės gaunamam biokurui naudojamos malkos, medžio drožlės, granulės, kai kurie vaisių kauliukai, pavyzdžiui, alyvuogės ir avokadai, taip pat riešutų kevalai (Perea-Moreno et al., 2019). Biokuro gamyba yra gana palankus kuro sąnaudų pasirinkimas dėl jų biologinio skaidymosi, atsinaujinimo ir tvarumo apribojant šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą (Z. Zhang et al., 2016).

Bioenergija yra netradicinis energijos šaltinis, kuriame energija surenkama įvairiais apdorojimo keliais – gali būti gaunama iš kietųjų komunalinių atliekų, medienos biomasės, energetinių augalų ir žemės ūkio liekanų, taip pat iš įvairių šalutinių produktų ir biogeninių atliekų (Meena et al., 2021). Aplinkai draugiškas kuras gaminamas jau ne vienerius metus, 14 paveiksle pateiktos istoriškai susiformavusios biokuro skirstymo kartos, atsižvelgiant į šaltinį, iš kurio jis gaunamas (Sharma et al., 2020).



14 pav. Biotechnologijų sektoriaus skirstymas

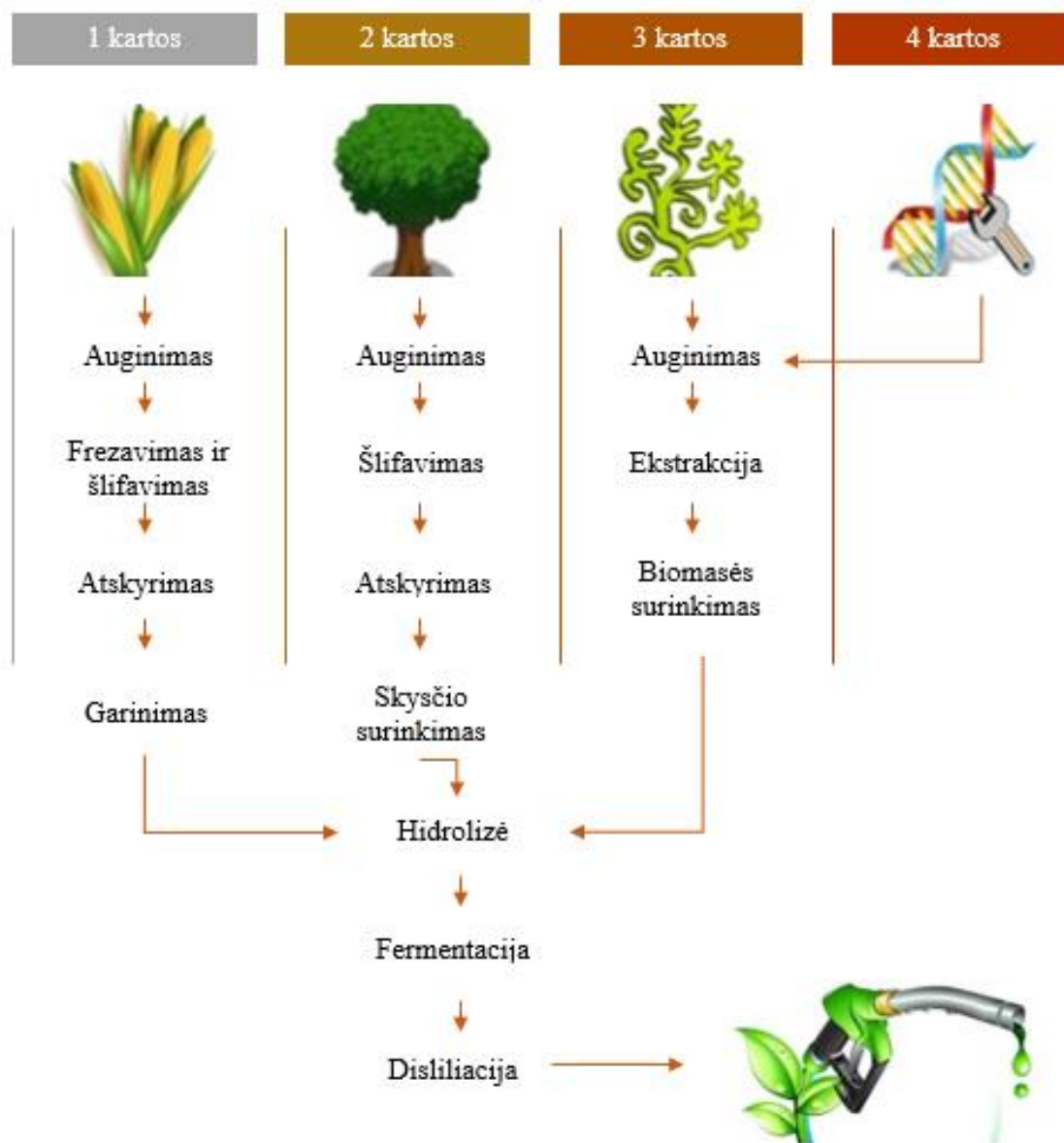
Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Sharma et al., 2020)

Gaminant biokurą taip pat gaunami šalutiniai ekonomiškai svarbūs bioproduktai – pigmentai, pašarai, biotrąšos, turintys ekonominį potencialą, kuris priklauso nuo gamybos sektoriaus mokslinių tyrimų plėtros, ryšio palaikymo su mokslo centrais, protingo išteklių naudojimo ir strategiško gamybos valdymo (Gupta et al., 2016).

Kasmet didėjantis visuotinis atšilimas dėl anglies dioksido išmetimo tampa grėsme aplinkai. Neatsinaujinantys įprasti iškastiniai degalai, tokie kaip anglis ir nafta, negali patenkinti nuolat didėjančių energijos poreikių visuomenėje. Atsižvelgiant į bendrą energijos suvartojimą pasaulyje ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą, transporto sektorius užima 3 vietą (po pramonės ir statybų sektorių) (Ogunkunle & Ahmed, 2019). Aplinkai draugiško biokuro gamyba gali padėti išspręsti problemą. Šios problemos sprendimas taip pat gali sukurti papildomų darbo vietų, tuomet daugiau plėtojamų mokslinių tyrimų reikia sutelkti į praktinius gamybos technologijų kūrimo aspektus ir

naujesnius ir optimizuotus energijos šaltinių gamybos metodus, siekiant patenkinti vartotojų poreikius ir sumažinti toksiškų dujų išmetimą (Sharma et al., 2020).

Skirtingų kartų biokuro gamybos procesas, kurio gavimo schema pavaizduotas 15 paveiksle, turi panašumų ir skirtumų.



15 pav. Biokuro gavimas iš skirtingų šaltinių

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Sharma et al., 2020)

Nuotraukos: © Sciencedirect.com, UPS Battery Center

Gaminant pirmosios kartos biokurą kyla susirūpinimas dėl masinio augalų naudojimo ir vėliau pakartotinio apdirbamosios žemės panaudojimo, tačiau tokio kuro gamyba sumažina anglies dvideginio išmetimą ir laikoma ekonomiškiausia (Alalwan et al., 2019). Tačiau pasak Ogunkunle ir Ahmed (2019) autorių, išmetamųjų dujų mažinimas efektyviausias naudojant antrosios kartos biokurą. Pastaruoju metu vis daugiau dėmesio sulaukia biokuras, gaminamas iš mikrodumblių, dėl patrauklaus didesnio anglies dvideginio fiksavimo efektyvumo, taip pat palyginti lengvas apdorojimo procesas (Choi et al., 2019). Ketvirtosios kartos biokuras dar tik vystosi, tačiau mažas struktūrinis sudėtingumas, didelis augimo greitis ir sukaupiamo aliejaus kiekis, skatina jų komercinį pritaikymą ir tikimasi dar labiau sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą (Alalwan et al., 2019).

Dėl pakankamai didelio biomasės prieinamumo visame pasaulyje, daugiausia dėl to, kad ją galima gauti kaip daugelio pramonės ir žemės ūkio procesų šalutinį produktą, biomasė yra sparčiai augantis atsinaujinančios energijos šaltinis, turintis didelį augimo potencialą. Pasauliniu mastu biodyzelinas ir bioetanolis tampa vis patrauklesni kaip pagrindiniai alternatyvūs, tvarūs ir ekologiški transporto degalai, palyginti atitinkamai su dyzelinu ir benzinu. Tačiau jų gamybos sąnaudos ir laikui bėgant didėjančios kainos laikomos didelėmis problemomis konkuruojant su giliai įsišaknijusia tradicine naftos rinka (Antar et al., 2021). Kadangi biokuro poreikis, gamybos ir naudojimo technologijos tobulėja, matomas teigiamas poveikis, tikimasi, kad laikui bėgant biokuro gamyba taps rentablesne ir prieinamesne (Shimasaki, 2014).

Perėjimas prie mažiau anglies dioksido į aplinką išskiriančios ekonomikos reikalauja investuoti didelius ekonominius išteklius į „žaliuosius“ biotechnologijų pramonės sektorius (UNEP, 2011). Perėjimo prie tvarumo finansavimo reikalavimai gali gerokai viršyti viešojo sektoriaus pajėgumus bei galimybes, todėl prireiks daugiau privačių finansavimo šaltinių ir reikės tikslingiau panaudoti turimas lėšas. Pagal UNEP (2011) skaičiavimus, metinės investicijos, reikalingos ekologiškai ekonomikai sukurti 2010–2050 m. laikotarpiu, sudarys maždaug 2 % pasaulio bendrojo vidaus produkto. Tad investicijos, susijusios su „žaliuoju“ finansavimu yra svarbios, skatinant įmonių požiūrio sutelkimą į aplinkosaugą (Falcone & Sica, 2019). Kintant pasaulio ekonomikai, dideli aplinkos apsaugos apribojimai siaurina pasaulinį žemės ūkio sistemų derliaus pajėgumą, kadangi maistą, pašarą ir biokurą sieja stiprus ekonominis ryšys. Bendru atveju, būtų didžiausias poreikis rasti natūralius ir tvarius būdus, kaip padidinti pasėlių išeigą, kurie naudojami pirmosios kartos biokurui gaminti. Kad būtų patenkintas pasaulinis maisto poreikis pasaulio žmonėms ir gyvuliams, iki 2050 m. vartojamo maisto gamyba ir jo pasiūla turi būti padvigubinti. Nors pasaulinė maisto gamyba didėja, tačiau didesnis pasėlių panaudojimas ne maistui gali trukdyti siekti maisto tiekimo tikslų visame pasaulyje (Antar et al., 2021).

Atsižvelgiant į geografinę padėtį, galimybės padidinti biomasės biokurai gaminti augimą ir gauti didelę išėigą, iš dalies yra ribotos, o bendras išteklių naudojimo efektyvumas yra labai svarbus. Galimybės integruoti biokuro gamybos procesą į esamą pramonės rinką apima žaliavų, technologinių aparatų įtraukimą (Pettersson et al., 2015). Biokuro gamybos įrenginių, žaliavų ir kitų reikalingų medžiagų geografinė vieta turėtų būti parinkta strategiškai, kad būtų sumažintos bendros biokuro gamybos sąnaudos, atsižvelgiant į biomasės transportavimą, vartotojų poreikį. Tinkamas biodyzelino ir bioetanolio gamybos vietas galima nustatyti taikant pažangią sistemų analizę ir modeliavimą. Nustačius aiškius tikslus, susijusius su geografiniu požiūriu, galima spręsti su geografiniais veiksniais susijusias problemas.

1.3.2. Pagrindiniai gamybos grandinės veiklą lemiantys veiksniai

Optimizuota bioenergijos tiekimo grandinė yra raktas į tvarų biokurą ir sklandžią jo gamybą. Tiekimo grandinė apibrėžiama kaip tarpusavyje sujungtų procesų visuma, kurie turi įtakos vienas kito veiklai. Sėkmingi bioenergetikos tobulinimo būdai gali veiksmingai skatinti bioproduktų, biomasės žaliavų tiekimą, kuris svarbus bioenergetikos pramonėje ir turi įtakos tiekimo grandinės dalyvių pelnui (Cai et al., 2021). Biomasės žaliavas, tokias kaip kukurūzai, cukranendrės, kurios naudojamos kaip žaliava biokurai gauti, lengvai veikiama sudėtingų oro reiškinių, tokių kaip tropiniai ciklonai, audros, sausros, stichinės pūgos. Todėl gamybos įmonėms, kurioms gresia tokie reiškiniai, derėtų optimizuoti tiekimo gamybos grandinę, atsižvelgiant į aplinkosaugines rizikas, kurios turi įtakos gamybos planavimui, pajėgumams.

Anksčiau aptarta mokslinės tyrimų plėtros nagrinėjimo svarba gamybos grandinei aktuali daugumoje gamybos įmonių, tačiau atsižvelgiant į biokurą gaminančias įmones, jos susiduria su dar daugiau veiksnų, lemiančių sėkmingą aplinkai draugiško kuro gamybą.

Transportavimas. Pasak autoriaus Sarkar (2021), reikalingų žaliavų, produktų transportavimo sistemos gali padidinti bioenergijos gamybą, kadangi transportas itin svarbus ekonominėje veikloje. Sutrikimai, susiję su transportavimu, gali atsirasti dėl skirtingų išorinių ar vidinių priežasčių, tokių kaip siauri ir neišvystyti keliai, geležinkelio bėgiai be elektros linijų ir didelių laivų įsitvirtinimas uostuose (Sarkar et al., 2021). Dėl nepalankių sąlygų žaliavos ir produktai negali laiku pasiekti rinkos centro. Situacijai spręsti galima pasirinkti mažesnes transportavimo priemones ar geležinkelio bėgius be elektros linijų.

Biomasė biokuro gamybai dažniausiai gabenama sunkvežimiu kaip kieta, liofilizuota medžiaga (Gabrielli et al., 2020). Dėl transporto sutrikimų prailgėja pristatymo laikas, kuris keičia tiekimo

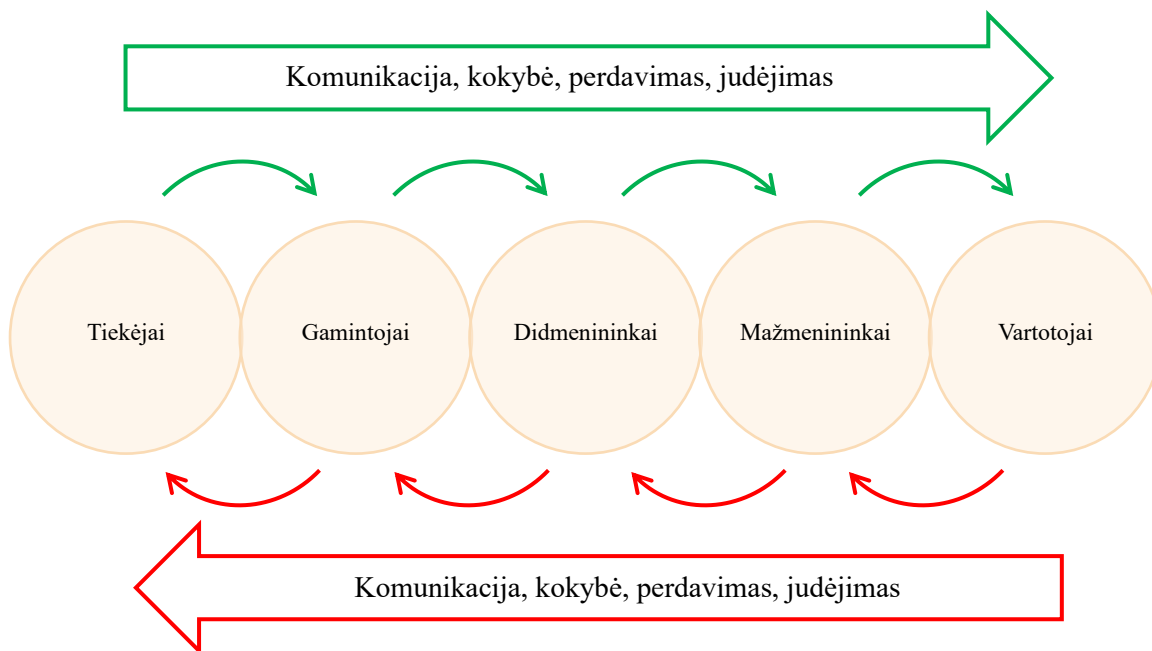
grandinės valdymą. Norint sumažinti biokuro gamybos išlaidas, vienas iš būdų yra pristatymo laiko sutrumpinimas optimizuojant transportavimo sistemos grandinę.

Dažnai pabrėžiama, kad tarp visų transporto rūšių, produktų gabenimas geležinkeliais arba sunkvežimiais sumažina tiekimo grandinės išlaidas. Zhang (2018) pasiūlė bręstančią sulankstomų konteinerių technologiją, taip sutaupant transportavimo išlaidas. Šiuo metu žinomos šios kompanijos, tokios kaip „Cargoshell“, „American Staxxon“, „Holland Container Innovations“, „Korea Railroad Research Institute“, sukūrusios vienus pirmųjų konteinerių variantų, kuriuos galima sulankstyti sumažinus užimamą vietą 4 kartus (R. Zhang et al., 2018). Tokie konteineriai gali atlaikyti atšiaurias oro sąlygas, įtempimą, atsparūs ugniai, druskoms, gamybos kaina nėra didelė, priklausomai nuo dydžio kaina svyruoja nuo 2 500 € iki 5 000 €, toks sulankstomas konteineris gali tarnauti iki kelerių metų, (Burke, 2017). Zhang (2018) modeliuojamos sulankstomos technologijos naudojimas sutaupyti apie 10 % išlaidų, skirtų transportavimui, o tokio konteinerio sulankstymas arba išskleidimas slėgio pagalba trunka apie 10 minučių. Kalbant apie tvarumą ir aplinkosaugą, siūloma modernizuoti tokius konteinerius, lengvesnis konteineris sumažins anglies dvideginio kiekį, o pagamintas iš kompozicinių medžiagų lengviau degraduotų pasibaigus jo eksploataciniam laikotarpiui (Burke, 2017). „Cargoshell“ nuomone, įprastus konteinerius pakeitus sulankstomais, kelionių kiekis per metus sumažėtų apie 10 000 (Hanlon, 2010).

Technologijų pasirinkimas. Biokuro tiekimo grandinių ekonominė veikla priklauso nuo technologijų pasirinkimo. Sprendimas, kokias technologijas pasirinkti, lemia konkurenciją dėl biokuro gamybos sąnaudų. Biokuro kaina pagrįsta gamybos procesų aplinkosauginiu veiksmingumu ir visuomenės sveikata. Biokuras, pagamintas naudojant aplinkai mažiau kenksmingas ar visiškai nekenksmingas technologijas, yra vertesnis už tą, kuris pagamintas naudojant technologijas, kurios nėra veiksmingos mažinant išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį (Moncada et al., 2017). Prie technologinių pasirinkimų priskiriamas ir biomasės surinkimas ir saugojimas. Efektyvioms biomasės surinkimo technologijoms būdingos skirtingos greičio surinkimo, prieinamumo ir sąnaudų vertės, kurioms būdingas skirtingas poveikis įmonės ekonomikai ir aplinkai (Gabrielli et al., 2020). Technologiniai įrenginiai turi pasižymėti efektyviu produktų surinkimu, priežiūra, draugiškumu aplinkai, skaitmenizacija ir eksploatacija.

Darbuotojai. Asmenys gali būti apibūtinami kaip individualūs asmenys, organizacijos (tiektėjai, gamintojai, platintojai), mokslo centrai, kurie priima sprendimus ir dalyvauja procese atlikdami tam tikrą vaidmenį. Biokuro gamyba priklauso ne tik nuo technologinės pažangos, transportavimo ir ekonominių mechanizmų, bet ir nuo sistemoje dalyvaujančių asmenų elgesio sąveikos su mokslinėmis institucijomis, gamybos pajėgumų (Moncada et al., 2017). Skirtingi išsilavinimo lygiai yra pagrįsti

skirtingomis mąstysenomis, kurios galiausiai lemia skirtingą problemų suvokimą ir vertinimą. Norėdami plėtoti optimalias biokuro gamybos galimybes, šios srities specialistai turi suprasti tvarios tiekimo grandinės sudėtingumą ir suvokti visą tiekimo grandinės visumą (Hidayatno et al., 2019). Verta paminėti, kad biomasės tiekimo grandinė turi būti tvari ir pakankamai tvirta, kad galėtų prisitaikyti prie besikeičiančios ir kintančios rinkos rizikos dėl koronaviruso ar galimų būsimų pandemijų. Privaloma suprasti, kad tiekimo grandinė susijusi su veiklos procesais ir kiekviena sudedamoji dalis turi įtaką kitai grandinės daliai – turi būti įgyvendinti pirmieji veiksniai tam, kad vėlyt sekantis. 16 paveiksle pavaizduota supaprastinta, tipiška tiekimo grandinė, kurioje raudona spalva pažymėtos rodyklės žymi didėjančią riziką, įtaką kitam procesui, o žalia spalva pažymėtos rodyklės žymi sėkmingą raidą, pelningumą.



16 pav. Standartinė tiekimo grandinė

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis (Okpala & Korzeniowska, 2021)

Kuriant ir valdant efektyvias biotechnologinių produktų tiekimo grandines šiandieninėje konkurencingoje aplinkoje turėtų būti sutelktas dėmesys į visų sprendimų optimizavimą, kad tiekimo grandinė būtų patikima. Todėl kuriant kokybišką biotechnologinių produktų tiekimo grandinę reikėtų sutelkti dėmesį į strateginių, taktinių ir operatyvinių sprendimų optimizavimą, siekiant sumažinti klaidų ir trikdžių tikimybę. Didelę įtaką turi *operatyviniai sprendimai* – tai trumpalaikiai sprendimai, užtikrinantys nenutrūkstamą gamyklų ir kitų tiekimo grandinės procesų veikimą. Šie sprendimai priimami kasdien arba kas savaitę, o kartais ir kelis kartus, siekiant užtikrinti, kad produktai būtų

gaminami, perkeliami ir parduodami laiku ir ekonomiškai efektyviai. Kai kurie operatyvinio lygio sprendimai yra susiję su išsamiu gamybos planavimu, kasdieniu veiklos valdymu ir kasdiene ar savaitine atsargų peržiūra. Dažniausiai pagrindinis dėmesys skiriamas taktinių tiekimo grandinės sprendimų plano ar sistemos įgyvendinimui. Biokuro ir kitų biotechnologinių produktų tiekimo grandinėje tai apima kasdienę veiklą ir planavimą, pvz., transportavimo ir logistikos planavimą, paklausos prognozavimą ir peržiūrą, kad būtų pasiekti tam tikri nustatyti tikslai. *Taktiniai sprendimai* taip pat turi gana didelę įtaką, ir tai yra vidutinės trukmės sprendimai, susiję su tiekimo, gamybos sprendimais, tvarkaraščiais, transportavimo ir logistikos, planavimo proceso apibrėžimais, yra atsižvelgiama į sprendimus dėl atsargų, tokių kaip atsargų vieta, kokybė ir kiekis. Taktinių sprendimų lygmeniu priimami sprendimai planuojami siekiant strateginių sprendimų įgyvendinimo. *Strateginiai sprendimai* yra ilgalaikiai sprendimai, kuriuos gali prireikti peržiūrėti po penkerių ar daugiau metų, priklausomai nuo verslo subjekto. Strateginių sprendimų problemos yra vienas iš labiausiai įtraukiančių logistikos tinklo projektavimo tyrimų. Tad strateginių sprendimų problemas reikia optimizuoti, kad biotechnologinių produktų tiekimo grandinė veiktų ilgalaikiu efektyvumu, pasižyminčiu maža klaidų ir trikdžių tikimybe (Awudu & Zhang, 2012).

Kiekvienos gamybos įmonės tiekimo grandinė yra neatskiriama jos ekonomikos dalis, o COVID-19 ligos protrūkio padariniai pabrėžė išorinę riziką tiekimo grandinės tvarumui – net 75 % įmonių žlugo dėl transportavimo apribojimų ir susidūrė su tiekimo grandinės sutrikimais (Sajid, 2021). Atsižvelgiant į neigiamą ilgalaikį COVID-19 poveikį visuomenei ir biokuro tiekimo grandinei, kyla tam tikrų pavojų, susijusių su biomasės žaliavų tvarumu. Vienas iš biotechnologijos sektoriaus gamybos įmonių tikslų turėtų būti gamybos modelio optimizavimas, apimantis patikimą ir prie kintančios aplinkos prisitaikantį biomasės ir biokuro tiekimo grandinės tinklą, kuris padėtų spręsti infrastruktūros sutrikimų, įskaitant tiekimą, ryšius ir transportavimą, problemas (Khezerlou et al., 2021). Taip pat tai apima kitas problemas, susijusias su biomasės gamyba, logistika, biomasės surinkimu, produkto kokybe, transportavimu, darbo jėgos aprūpinimu ir didelėmis išlaidomis. Didėjant tiekimo grandinės globalizacijai ir gamybos decentralizacijai suvokta, kad norint visapusiškai išnaudoti kokybinį potencialą, reikia skirti vienodą reikšmę visoms tiekimo grandinės procesams, kadangi galutinio produkto kokybė priklauso ne tik nuo gamintojo, bet ir nuo jo tiekėjų kokybės proceso ir klientų poreikių supratimo (Ben-Daya et al., 2020).

Biokuro gamyba yra svarbus veiksnys šiuolaikinėje visuomenėje ir yra tvaraus vystymosi būtinybė, nes ji turi didelį poveikį patenkinti vis didėjantį energijos poreikį ir sumažinti žalą aplinkai, tačiau pagrindinė gamybos problema yra prastas esamų technologijų efektyvumas, dėl kurio atsiranda

ekonominis deficitas (Meena et al., 2021). Visos technologijos, reikalingos perėjimui prie 100 % atsinaujinančių energijos šaltinių, jau yra prieinamos, o vienas iš pagrindinių privalumų, kuriuos biomasė ir biodegalai visada turėjo didesnę už pagamintos energijos kiekį, yra jų atsinaujinimas (Ogunkunle & Ahmed, 2019). Atsižvelgiant į tai, kad energijos vartojimo efektyvumo gerinimas ir racionalus naudojimas gali būti laikomas pagrindine ekonomine strategija, skirta tvariam ir kokybiškam gamybos įmonių vystymuisi, tačiau ši strategija neišvengiamai reikalauja sprendimų priėmimo proceso dėl techninių ar kitų problemų, ir dažnai tai lemia tik ekonominis ar finansinis požiūris (Grisolia et al., 2020):

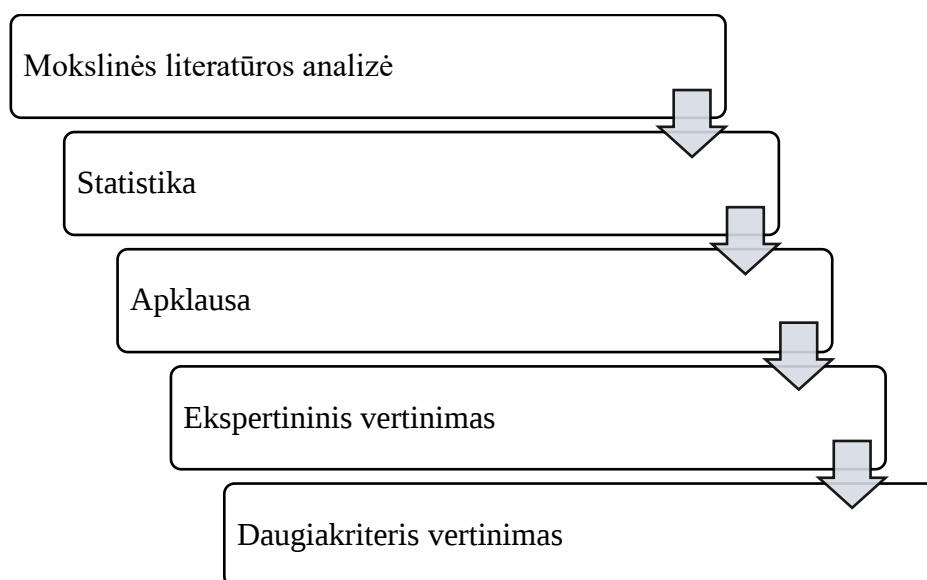
- Biokuro gamyboje susiduriama su supratimu kaip teisingai reguliuoti metabolizmą. Sutelkiant dėmesį į metabolinio tinklo suvokimą, reikalingas jo analizės ir apykaitos inžinerijos modeliavimas, turintis įtakos metabolizmui ir produktyvumui. Pasitelkiant biotechnologines priemones, galima sukurti išsamius gamybos valdymo tinklus, kurie apimtų medžiagų apykaitos ir proceso parametrus. Medžiagų apykaitos kelio optimizavimas leistų išplėsti pramoninio biokuro gamybą. Tai susiję su termodinaminių galimybių įvertinimu, tinkamu anglies srauto nukreipimu, ląstelių energijos manipuliavimu, anglies atliekų panaudojimu (Z. Zhang et al., 2016). Tokiu būdu galima valdyti ir stebėti sudėtingą ląstelių metabolizmą, tirti proceso sąlygų poveikį ir spręsti su šiuo klausimu susijusias problemas.
- Gauta produktų išeiga yra pagrindinis vienetas, dažnai parodantis gamybos efektyvumą. Gamybos proceso optimizavimas susijęs su bioreaktorių produktyvumu, kurie galėtų didinti išeigą. Tam reikalingos žinios apie maistinių medžiagų santykio koregavimą ir papildomą anglies gavimą (Z. Zhang et al., 2016). Biokuro gamyboje tam tikros biomasės perdirbimas į pridėtinės vertės bioproduktus gali pagerinti biodyzelino gamybos proceso ekonomiškumą.
- Biokuro gamyba reikalauja didelių energijos kaštų, o jiems sumažinti naudojami energiją taupantys distiliavimo būdai. Naudojant įprastus distiliavimo metodus, išgaruoja didelis kiekis komponentų, kurie įeina į gaunamo skysčio sudedamąją dalį. Iškilusiai problemai spręsti buvo sukurti keli metodai (membranų technologija, garavimo mažinimo sistemos), patobulinant įrangą ir panaudojant etanolio ir vandens mišinio fizines ir chemines savybes (Sharma et al., 2020).
- Dabartinėje pasaulio rinkoje yra labai ribotas kiekis iš biomasės gaunamų produktų. O biomasės iš mikrodumblių kaina palyginti – apie 17 000 € už toną, o per metus

pagaminama apie 20 000 tonų biomasės. Pajėgumus reikėtų gerokai didinti, kad biokuro gamybos iš mikrodumblių technologija galėtų konkuruoti su esama rinka (Choi et al., 2019).

Veiksmingas problemų valdymas ir darni plėtra diegiama gamybos įmonėse, siekiant pritraukti politinių ir verslo suinteresuotųjų šalių susidomėjimą, siekiant patenkinti dabartinės visuomenės poreikius, nepakenkiant galimybėms patenkinti esamus savo poreikius (Grisolia et al., 2020). Poreikis aprūpinti visuomenę aplinkai draugišku kuru turi būti pakankamai tvarus, nes, pavyzdžiui, vis dar neatsižvelgta į galimybę komercializuoti ekologiškų augalų sėklas, kurių gausu natūraliuose miškuose. (Ogunkunle & Ahmed, 2019). Biokuro gamybos ateitis turėtų būti sutelkta į gamybos sąnaudų mažinimą ir technologinės pažangos panaudojimą (bioreaktorių efektyvumo didinimą) siekiant padidinti biokuro gamybą (Alalwan et al., 2019).

2. KOKYBĖS VALDYMO SISTEMOS TOBULINIMUI BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIJE SKIRTA TYRIMO METODOLOGIJA

Norint pasiekti išsikeltą tikslą bei išanalizuoti visus darbo uždavinius, svarbu aiškus tyrimo metodų aprašymas, kad suplanuotas mokslinis tyrimas būtų atliktas sėkmingai. Šiame rašto darbe pasirinkta tarpusavyje susijusi tyrimo metodologija, pateikta 17 paveiksle, – skirtingų autorių mokslinės literatūros analizė, aprašomoji statistika, kiekybinių duomenų statistinė analizė, ekspertų apklausa, ekspertinis apklausos rezultatų vertinimas, daugiakriterio sprendimų priėmimo metodo, geometrinio vidurkio taikymas nustatant geriausią alternatyvą iš galimų pasirinkimų grupės.



17 pav. Tyrimo metodų grandinė

Šaltinis: sudaryta autorės

Mokslinės literatūros analizė yra teorinis tyrimo metodas, suteikiantis tyrėjams galimybę rasti mokslinę literatūrą, susijusią su konkrečiu dominančiu turiniu, kuris apima įvairius akademinius darbus, patentus. Daugelyje mokslo sričių, tokių kaip biomokslai, kompiuterija, inžinerija, technologijos, paskelbtuose straipsniuose naudojami metodai ir duomenys yra naudingi dominančios srities analizei. Individualių rašto darbų autoriai skaitydami ir palygindami skirtingų autorių publikacijas gali nesunkiai įvertinti dabartinę situaciją, kuri gali padėti išspręsti iškilusią probleminę sritį, pagrįsti norimą atlikti tiriamąją dalį, pabrėžti tiriamosios problemos naujumą ir aktualumą šiuolaikinėje visuomenėje. Mokslinės literatūros apžvalga ir analizė itin svarbi norint išsamiai

išnagrinėti problematišką sritį, pagrindžiant iškeltų idėjų svarumą. Mokslinės literatūros paieška tapo neatsiejama mokslo darbuotojų, studentų akademinio gyvenimo dalimi, kuri gali reikšmingai padėti didinti savo tyrimų efektyvumą. Šiame rašto darbe mokslinė literatūros analizė atlikta taikant pasirinktai temai aktualius raktinius žodžius remiantis lietuvių ir daugumos užsienio autorių pateiktomis mokslinėmis publikacijomis, kurios paskelbtos tokiose prieigose kaip „ScienceDirect“, „Emerald Insight“, „Taylor & Francis Online“, „ResearchGate“.

Analizuojant tam tikrą mokslinę problemą, naudinga apžvelgti ir apibendrinti susijusius duomenis, pateikiant juos statistiškai grafikuose ar diagramose. Darbe naudojama aprašomoji statistika, skirta duomenų charakteristikoms apibendrinti ir ištirti. Aprašomoji statistika yra apibrėžiama kaip statistikos metodas arba matematinių metodų rinkinys, apibendrinantis konkrečių duomenų reikšmių charakteristikas ir pasiskirstymą grafinėje erdvėje. Statistikoje aprašomoji duomenų sekos statistika apima jos minimumą, maksimumą, apimtį, vidurkį, medianą, vidutinį nuokrypį, standartinį nuokrypį, dispersiją. Aprašomojoje statistikoje pateikiama informacija, kuri gali būti naudojama kaip pagrindas palyginti, kuo skiriasi duomenų sekos (Lee, 2020). Kadangi aprašomoji statistika yra neatsiejama tyrimo formulavimo, kintamųjų pasirinkimo ir jų analizės ankstesniu laikotarpiu, metodo dalis, šiame rašto darbe aprašomajai statistikos analizei buvo pasitelkiami duomenys, kurie pateikti tokiose duomenų bazėse kaip „Statista“, „Macrotrends LLC“, „U.S. Energy Information Administration“, „OECD“.

Kiekybinių duomenų statistinė analizė apima biotechnologijų sektoriaus produktų biokuro taip pat ir bioetanolio ir biodyzelino plėtrą Lietuvoje ir pasaulyje, biotechnologijų sektoriaus įmonių plėtrą Baltijos šalyse, didžiųjų biotechnologijų sektoriaus įmonių „AbbVie“, „Roshe“, „Johnson & Johnson“, „Novo Nordisk“ pasaulyje darbuotojų skaičiaus tendenciją. Grafikai ir diagramos pateikti grafiškai naudojant „Microsoft Excel“ elektroninę skaičiuoklę. Pateiktose statistikose matoma plėtros tendencija, kurią galima susieti su tiriamą problema ir iškelti tam tikras hipotezes ar priimti tam tikras išvadas.

Apklausa yra klasikinis nuomonės, elgesio tyrimo metodas, naudojamas dominančiai informacijai iš anksto nustatytos respondentų grupės rinkti, siekiant gauti informacijos ar įžvalgų įvairiomis temomis. Sprendimų priėmimo problemos negali būti vertinamos pasikliaujant tik vieno eksperto nuomone. Tad šiuo atveju reikia, kad keli biotechnologijų srities ekspertai pateiktų atsiliepimus ir įžvalgas apie savo kompetencijos sritį. Šio tyrimo metu, siekiant išsiaiškinti kokybės valdymo modelių taikomumą ir efektyvumą Lietuvoje esančiose biotechnologijų sektoriaus įmonėse, 2022 m. gegužės 10 – birželio 13 dienomis atliekama internetinė ekspertų apklausa – giluminis interviu

pagal iš anksto sudarytą klausimyną, kuris pateiktas 1 priede, pateikiant uždaro bei atviro tipo klausimus, kurie pateikti *Google Forms* programoje. Apklausoje savo atsakymus pateikia 8 biotechnologijų srities ekspertai, turintys ne mažesnę nei 5 metų darbo patirtį biotechnologijų pramonės sektoriuje ir atitinkantys keliamus kompetencijos reikalavimus. Ekspertinis vertinimas atliekamas analizuojant vertinamuosius aspektus, kurie susiję su kokybės valdymo sistemos modelių aspektais.

Ekspertinis vertinimas yra vienas iš dažniausiai naudojamų metodų, kuriuo remiantis siekiama sužinoti ekspertų nuomonę pagal jų kompetenciją. Ekspertas, kuris įvertina kiekvieną klausimyno kriterijų, turi skirtingas ekspertines žinias, patirtį, vadovavimo ir lyderystės įgūdžius, subjektyvias nuomones, ir atsakydamas į tam tikrus apklausos klausimus yra skirtingos emocinės būsenos (Sudarsanam et al., 2022).

Biotechnologijų srities ekspertų pateikti įvertinimai yra subjektyvaus pobūdžio. Biotechnologijų srities ekspertas, kuris įvertina kiekvieną vertinamąjį kriterijų, turi skirtingas ekspertines žinias, darbinę patirtį, vadovavimo įgūdžius ir pan. Taigi, reikia apskaičiuoti kiekvieno eksperto svorį pagal nusistatytus kriterijus, tokius kaip darbo stažas įmonėje, darbuotojų skaičius, metinė įdiegtų metodų praktika, laikotarpis, kada buvo įdiegtas paskutinis modelis. Tam tikrų sprendimų priėmimas dažnai apima netikslumą ir neapibrėžtumą, kurį galima veiksmingai išspręsti naudojant daugiakriterio sprendimų priėmimo metodus. Daugiakriterio sprendimų priėmimo (angl. *multi-criteria decision making*) panaudojimas tampa vis populiariesnis priimant sprendimus kokybės sistemos tobulinimo biotechnologijų sektoriaus srityse, kai atsižvelgiama į kelis prieštaraujančius kriterijus ir sprendimų priėmėjų pageidavimus, tad siekiama priimti geriausią alternatyvą pagal atitinkamą reitingą (Shao et al., 2020). Daugiakriterio sprendimų priėmimo metodai pasižymi įvairiomis metodui būdingomis savybėmis, pavyzdžiui, taikant „WASPAS“ metodą yra atsižvelgiama į kad tai, kad kintamieji yra orientuoti į naudą ir sąnaudas, „TOPSIS“ metodą patogiu taikyti kai kriterijų skaičius yra mažas, nes tai gali duoti daug geresnių rezultatų nei kiti metodai, „COPRAS“ metodas naudojamas įvertinti tik vieną alternatyvą (Dagtekin et al., 2022). Ši sprendimų priėmimo priemonė padeda sprendimus priimančiam asmeniui nustatyti geriausią alternatyvą iš galimų pasirinkimų grupės, ekspertų išreikštų individualių nuomonių suderinamumą. Daugiakriterio sprendimų priėmimo metodas taip pat yra ypač svarbus siekiant aiškumo dėl sprendimų, kuriuos sunku kiekybiškai įvertinti ar palyginti, ypač jei du ar daugiau asmenų turi skirtingą požiūrį į sudedamuosius elementus.

Vienas iš naudojamų daugiakriterio sprendimų priėmimo metodų yra geometrinio vidurkio (angl. *geometric mean*) metodas, apskaičiuojant vidurkį, kuris apibrėžiamas kaip m-oji reikšmių sandaugų šaknis (Ghiasi et al., 2021). Taikant geometrinio vidurkio metodą pagal žemiau nurodytas formules, pradiniai duomenys buvo gauti remiantis biotechnologijų srities ekspertų pateiktais atsakymais pateiktos apklausos metu.

$$n_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{j=1}^m n_{ij}} \quad (1)$$

$$GV = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m n_{ij}} \quad (2)$$

čia:

n_{ij} – rodiklio reikšmė objektui;

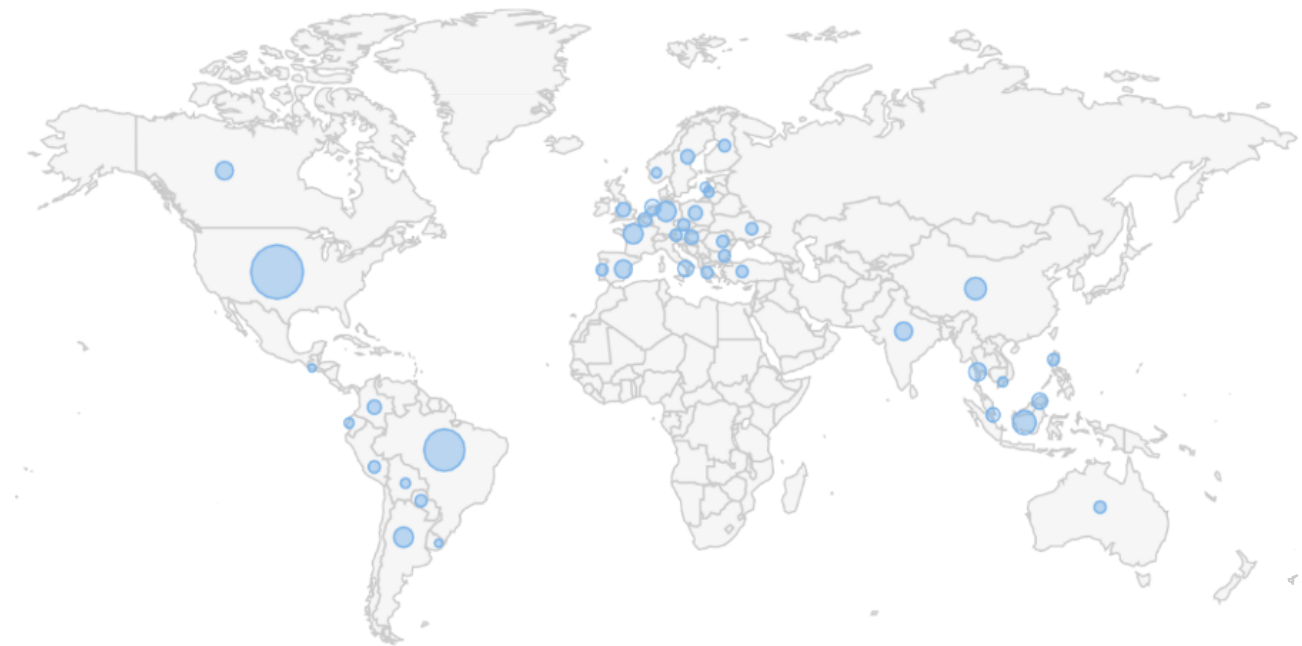
m – reikšmių skaičius.

Pasitelkiant geometrinio vidurkio metodą, siekiama apimti ir integruoti skirtingus kriterijus, taip identifikuojant optimaliausią sprendimo variantą (Ghiasi et al., 2021). Daugiakriterio sprendimų priėmimo analizės metodas, pagrįstas analizuojamų variantų santykio abipusiu palyginimu, apima šiuos aspektus: yra paprastas ir patogus, griežtai apibrėžtas, greitas, universalus, kadangi galima analizuoti įvairius kriterijus, pavyzdžiui, vertinant kokybinių aspektų svarbą, identifikuojant esmines įmonės valdymo problemas ir pan. (Yannis et al., 2020).

3. KOKYBĖS VALDYMO SISTEMOS TOBULINIMO PRAKTIKA BIOTECHNOLOGIJŲ SEKTORIUJE

3.1. Biotechnologijų sektoriaus vystymasis

Spartus iškastinio kuro (naftos, anglies ir gamtinių dujų) išekvojimas, kylanti energijos stygiaus ir aplinkosaugos problema, drastiškai padidino alternatyvios, tvarios ir atsinaujinančios energijos plėtrą visame pasaulyje (Uzoejinwa et al., 2018). Apskaičiuota, kad iki 2050 m. biomasė sudarys 15–50 % pasaulio pirminės energijos suvartojimo (Kumar et al., 2010). Pagaminamo biokuro, kuris susideda iš bioetanolio ir dyzelino iš biomasės, kiekiai įvairiose pasaulio šalyse yra labai skirtingi, tai matoma 18 paveiksle.



18 pav. Pasaulinė biokuro gamyba 2019 m.

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021

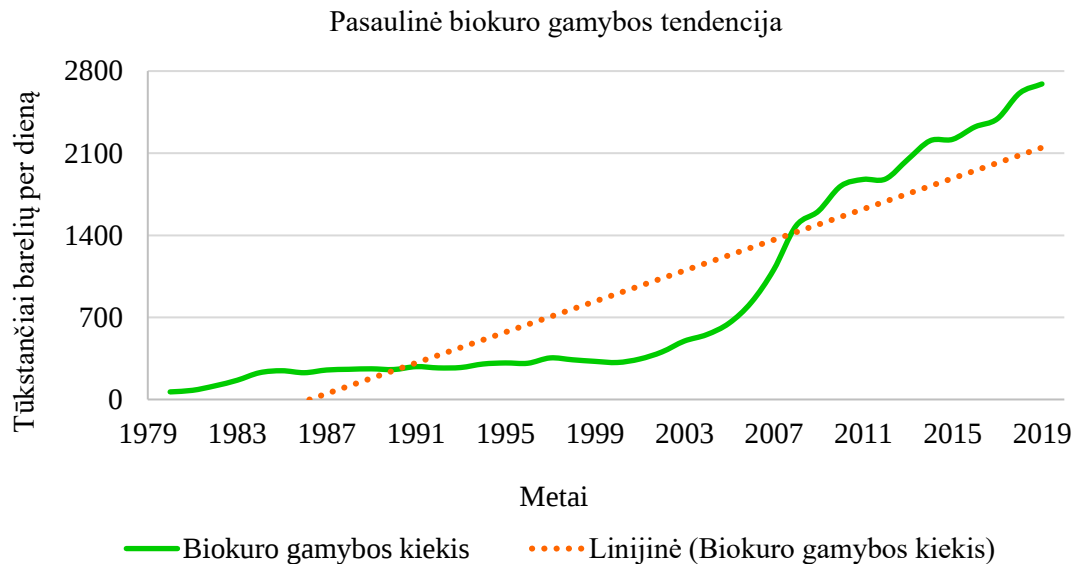
Didžiosiose pasaulio šalyse toks gamybos padidėjimas yra itin reikšmingas sprendžiant pasaulio energijos krizę. Pasak autoriaus Sorda (2010), staigų gamybos padidėjimą lėmė vyriausybės įsikišimas. JAV – vienoje didžiausių pasaulyje biokuro gamintojų – biokuro gamintojams garantuojamos stiprios finansinės paskatos (Sorda et al., 2010). Biokuro gamyba ir naudojimas, kaip tvarus energijos krizių sprendimas yra svarbus, bet kokia kaina, jei tai apsunkina maisto tiekimą?

Autorių manymu, turėtų būti sumažintas maistinių augalų naudojimas kaip biokuro sąnaudos arba turėtų būti įdiegti nauji būdai, kaip perdirbti biomasę ir išgauti didesnę išėigą (Antar et al., 2021). Taip pat kitos šiuolaikinės technologijos, tokios kaip genetika ir augimą skatinančios medžiagos, galėtų būti naudojamos kaip itin veiksmingos priemonės rentablesnei biomasės gamybai. Pasak Yin (2012) ir Shen ir kt. (2009) užsienio autorių žinoma, kad biomasė yra ketvirta pagal dydį energijos sistema po anglies, naftos ir dujų, kuri šiuo metu tiekia apie 14 % pasaulio metinės energijos suvartojimo (Shen et al., 2009; Yin, 2012). Biokuro gamybos kiekiai įvairiose šalyse skiriasi dėl kelių veiksnių, įskaitant, be kita ko, geografines sąlygas ir vietovę, gyventojų skaičiaus kitimą, ekonomikos išsivystymo lygį, žemės ūkio plėtrą, miškų vystymąsi, pramonės augimą, maisto medžiagų suvartojimą (Uzoejinwa et al., 2018).

Norint pasiekti išsikeltus tikslus, susijusius su tvarumu, reikalingos išorinės valstybinės paskatos. Kadangi biokuro gamyba šiais laikais palyginus yra nuostolinga, todėl ją reikia skatinti atleidžiant vartotojus nuo mokesčių, teikiant subsidijas ar kitas finansines paskatas (Sorda et al., 2010). Daugelis šalių į savo politinę darbotvarkę įtraukė didesnę atsinaujinančių išteklių naudojimą. Biomasė ir yra vienas iš tokių išteklių, kuris yra reikšmingas kuriant įvairesnę ir tvaresnę energijos šaltinį (Kumar et al., 2010). Vyriausybės taip pat gali atsižvelgti į biokuro gamybos grandinę remdamos tarpinės gamybos sąnaudas (žaliavinius augalus), subsidijuodamos pridėtinės vertės veiksnį (darbą, kapitalą ir žemę) arba suteikdamos paskatas, skirtas galutiniams produktams. Verta paminėti, kad importo tarifai taip pat yra svarbūs norint apsaugoti nacionalines pramonės šakas nuo išorės konkurencijos. Ateityje tikimasi, kad dėl aukštesnių naftos kainų biokuro gamyba ir vartojimas santykinai atpigėtų, tačiau lieka neaišku, kiek daugiau reikės paramos, kad biokuro pramonė taptų mažiau arba visai nepriklausoma nuo vyriausybės pagalbos (Sorda et al., 2010).

Inžinerijos, technologijų ir ekonomikos ryšys yra kiekvienos įmonės pažangos pagrindas. Verslo įmonės svarbios valdant kiekvieną gamybos ir vertės kūrimo etapą, o vėliau daro įtaką kapitalui. Kokybės valdymo modelių naudojimas yra veiksminga priemonė tvarumui pasiekti, kadangi analizės metu apimami ne tik finansiniai rodikliai, bet ir metiniai tvarumo rodikliai, sutaupymai, galimi švaistymai. Nors mokslininkai yra ištyrę daugybę biotechnologinių bendrųjų principų, susijusių su biologinei įvairovei palankaus biokuro kūrimo klestėjimu, siūloma atsižvelgti į neatsiejamą verslo procesų dalį – kokybės valdymą. Tik sėkmingai valdančios biotechnologijų sektoriaus įmonės, besivadovaudamos planavimu, kokybės užtikrinimu, kokybės kontrole ir kokybės gerinimu, užtikrins sparčią ir stabilią gaminamų produktų, įskaitant ir biokuro, plėtrą.

Nuolatinis žmonių skaičiaus augimas ir industrializacija padidino energijos poreikį visame pasaulyje, o tai sukėlė daugybę su energija susijusių problemų, įskaitant iškastinio kuro eikvojimą, aplinkos taršą ir elektros tiekimo trūkumą. Dėl šių sunkumų būtina plėtoti ir maksimaliai išnaudoti gausius atsinaujinančios energijos išteklius. Biokuro gamybos visame pasaulyje tendencija matoma 19 paveiksle.

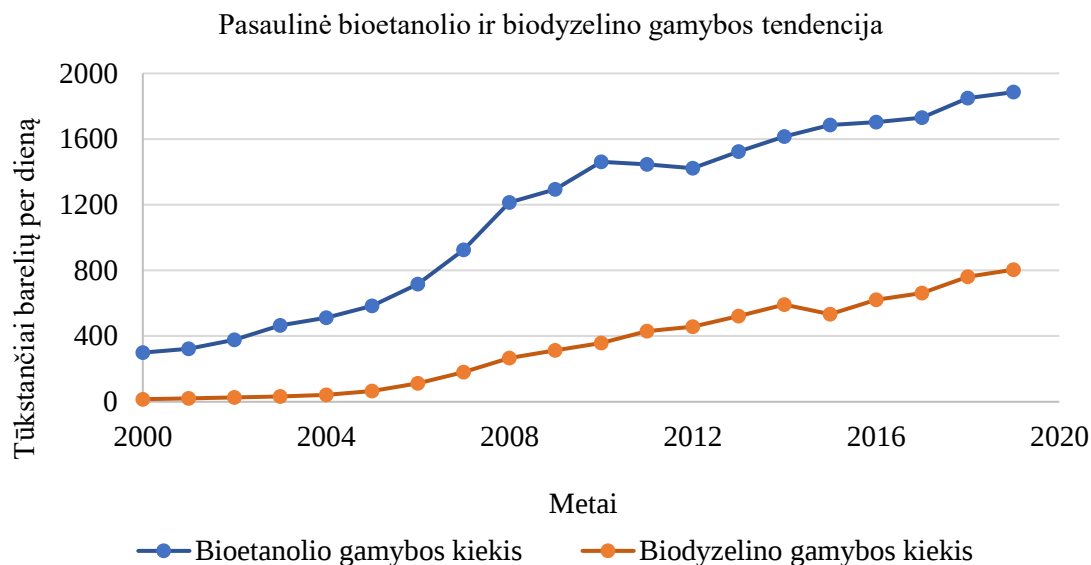


19 pav. Pasaulinė biokuro gamybos tendencija 1980–2019 m. laikotarpiu

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021

Peržiūrėjus 19 paveikslo grafiką akivaizdžiai matoma, kad beveik 40 metų laikotarpio duomenų statistikoje biokuro gamyba smarkiai auga iki šių dienų. Itin ryškus biokuro gamybos šuolis matomas 2000–2011 metais, kai biokuro gamyba padidėjo 6 kartus, nuo 315 tūkst. barelių iki 1876 tūkst. barelių per dieną. Tačiau padidėjusi biokuro gamyba gali turėti įtakos žemės ūkio prekių (žaliavų) kainoms. Pasaulyje pagrindinės žaliavos, naudojamos biokuro gamybai, yra kukurūzai, kviečiai, cukranendrės, sojos, rapsai ir saulėgrąžos, kurios tiesiogiai arba netiesiogiai naudojamos maisto pramonėje.

Analizuojant išskiriamų dviejų svarbiausių biokuro rūšių, bioetanolio ir biodyzelino, pagaminimo kiekius pasaulyje, 20 paveiksle matomas nevienodas šių biokuro rūšių gamybos pasiskirstymas.



20 pav. Pasaulinė bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencija 2000–2019 m. laikotarpiu

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021

Išanalizavus 19 metų bioetanolio ir biodyzelino gamybos iš biomasės statistiką visame pasaulyje, 20 paveiksle matomas tvaraus kuro, o ypač bioetanolio iš biomasės spartus gamybos didėjimas. Kintantis bioetanolio ir biodyzelino gamybos skirtumas kartais nurodytas 3 lentelėje.

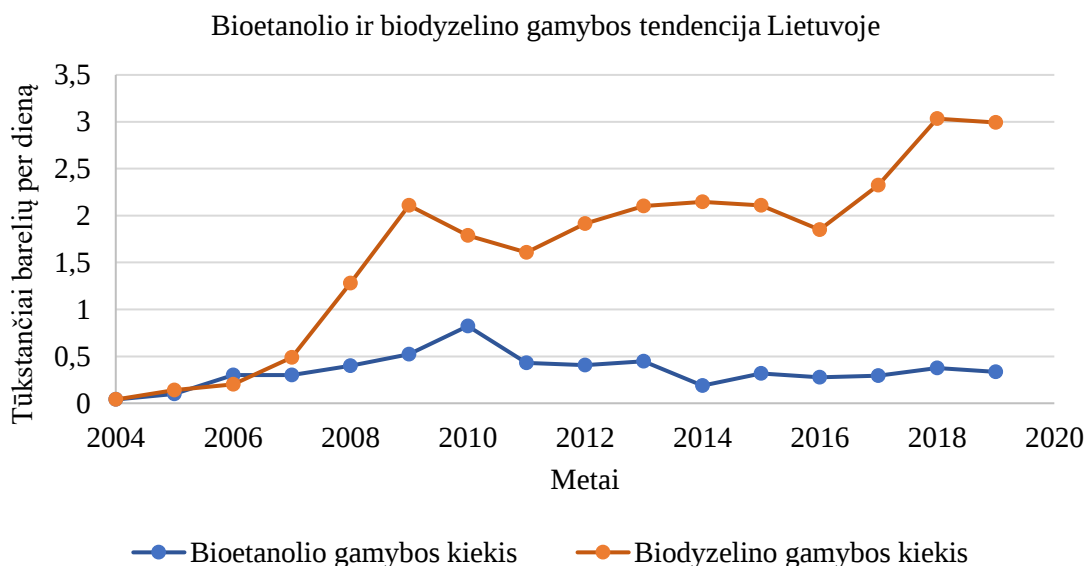
3 lentelė. Bioetanolio ir biodyzelino gamybos kiekių skirtumas kartais

Metai	Skirtumas kartais	Metai	Skirtumas kartais
2000	18,98	2010	4,09
2001	15,41	2011	3,36
2002	13,92	2012	3,12
2003	14,20	2013	2,92
2004	12,27	2014	2,73
2005	8,99	2015	3,16
2006	6,36	2016	2,74
2007	5,12	2017	2,62
2008	4,58	2018	2,43
2009	4,13	2019	2,34

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021

Apskaičiavus tvaraus kuro gamybos skirtumus, didžiausias skirtumas matomas 2000 metais, lygus beveik 19 kartų, kai per metus bioetanolio buvo pagaminama apie 300 tūkst. barelių, o biodyzelino tik 16 tūkst. barelių. Pasaulyje sparčiai tobulėjant technologijoms ir bėgant laikui, bioetanolio ir biodyzelino iš biomasės gamybos skirtumas tendencingai mažėja – per 19 metų iki 2019 metų sumažėjo net 8 kartus. O 2000–2010 metų laikotarpiu skirtumas buvo kur kas mažesnis ir svyravo maždaug nuo 1 iki 5 kartų. Buvo teigiama, kad biokuro gamyba visame pasaulyje sukelia didesnę bėdą, o šis padidėjimas gali mažiau paveikti išsivysčiusias bendruomenes, kurios maistui išleidžia mažiau nei 1/10 savo pajamų, nei 2 milijardai neturtingų žmonių visame pasaulyje, kurie išleidžia maždaug 50–70 % savo pajamų maistui.

Itin skirtingi bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencijos rezultatai matomi žiūrint Lietuvos mastu. Palyginus su pasauline biokuro rinka, 21 paveiksle matomas atvirkščias variantas – biodyzelino pagaminama ženkliai daugiau negu bioetanolio. Ryškiausias skirtumas matomas 2014 metais, kai skirtumas tarp pagaminto biokuro siekė 11 kartų. 2015–2019 metų laikotarpiu bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencijų skirtumai svyravo nuo 6 iki 11 kartų.

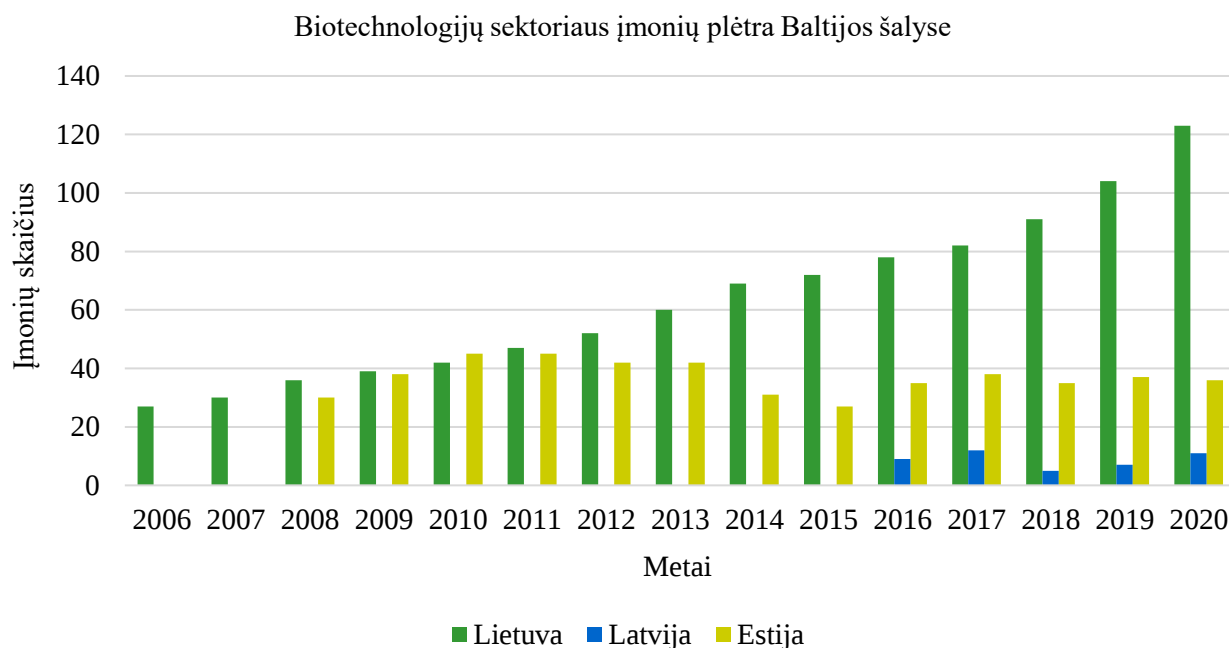


21 pav. Bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencija Lietuvoje 2004–2019 m. laikotarpiu

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021

Per pastaruosius 15 metų tvaraus kuro gamybos skirtumas Lietuvoje išaugo ir svyravo maždaug nuo 3 iki 8 kartų. Tokius pagaminamo bioetanolio ir biodyzelino kiekių šuolius lėmė netik pakilusios biomasės kainos, auginimo prieinamumas, galimybės, biokuro paklausa ir kaina, bet ir sėkmingą gamybos valdymo procesą sudarančios pagrindinės penkios funkcijos: planavimas, organizavimas, personalas, valdymas ir kontrolė. Biotechnologijų įmonės, kurios laikosi kokybės valdymo ir ekologiško veiklos vystymo strategijų, turi didelį potencialą reaguoti į problemas, susijusias su besikeičiančiais klientų pageidavimais kokybės ir ekologiškos aplinkos atžvilgiu.

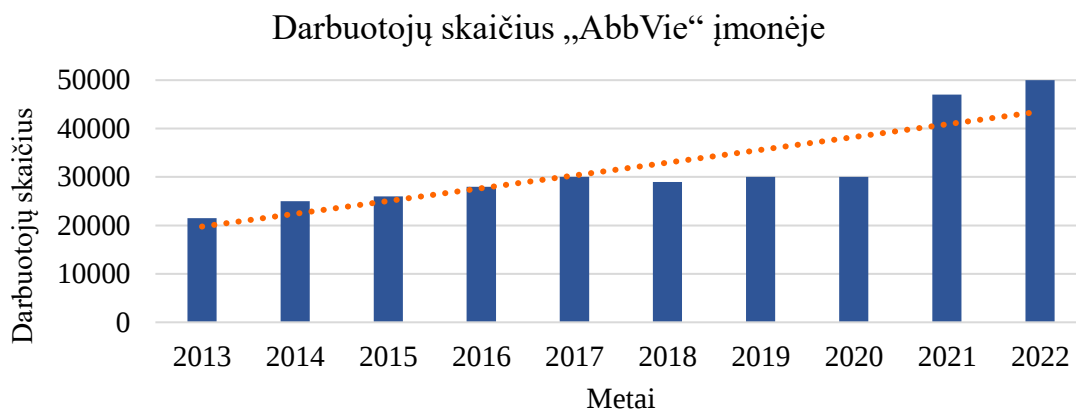
Sėkmingas biotechnologijų sektoriaus augimas Lietuvoje vaizduojamas 22 paveiksle, nuo 2006 metų iki 2020 metų įmonių skaičius padidėjo 4,5 karto. Palyginus sektoriaus augimą su Baltijos šalimis, šiek tiek lėtesnis vystymasis matomas Estijoje, o mažiausias – Latvijoje, kurioje tik 2016 metais užregistruotos pirmosios 9 įmonės.



22 pav. Biotechnologijų sektoriaus įmonių plėtra Baltijos šalyse 2006–2020 m. laikotarpiu

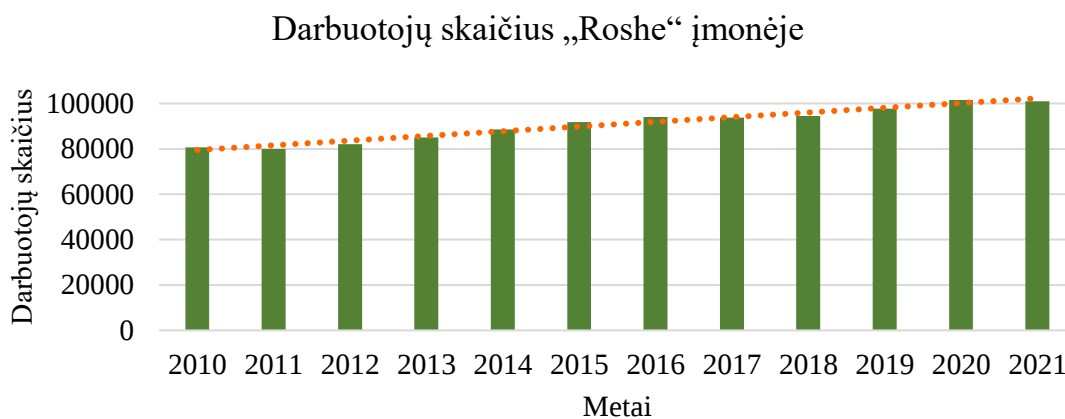
Šaltinis: sudaryta autorės remiantis OECD pateiktais duomenimis

Toliau pateiktuose 23, 24, 25 ir 26 paveiksluose pateikta kelių didžiųjų biotechnologijų sektoriaus įmonių „AbbVie“, „Roshe“, „Johnson & Johnson“, „Novo Nordisk“ darbuotojų skaičiaus tendencija, remiantis „Statista“ ir „Macrotrends LLC“ pateiktais skaitiniais duomenimis.



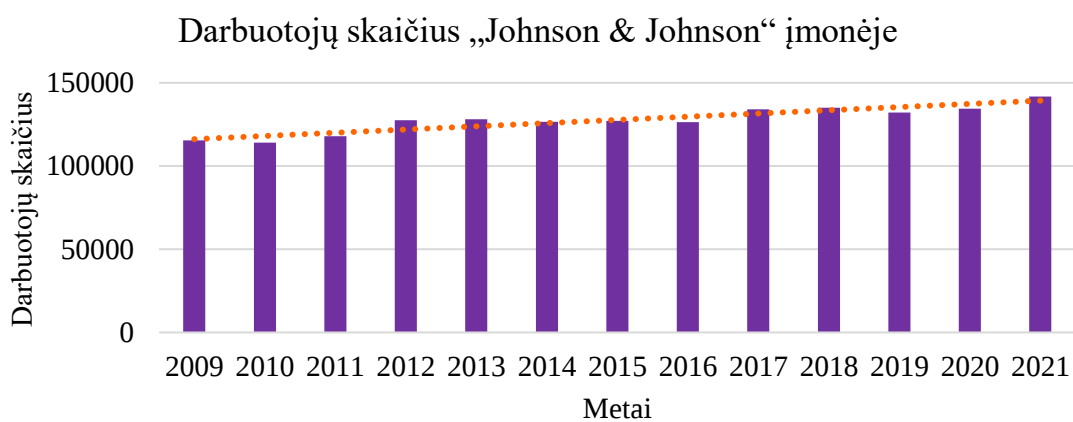
23 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „AbbVie“ įmonėje

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis © Statista 2022



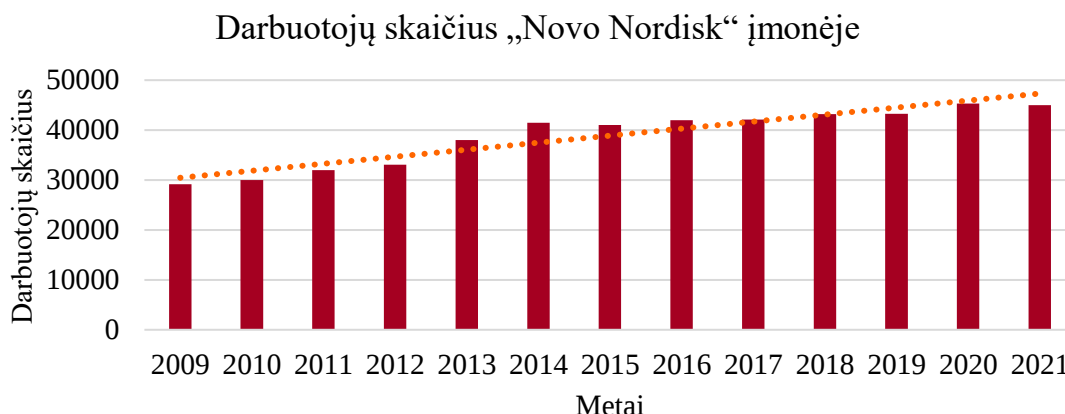
24 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „Roshe“ įmonėje

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis © 2010-2022 Macrotrends LLC



25 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „Johnson & Johnson“ įmonėje

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis © 2010-2022 Macrotrends LLC



26 pav. Darbuotojų skaičiaus statistika „Novo Nordisk“ įmonėje

Šaltinis: sudaryta autorės remiantis © 2010-2022 Macrotrends LLC

Didžiosiose biotechnologijų sektoriaus įmonėse „AbbVie“, „Roshe“, „Johnson & Johnson“, „Novo Nordisk“ per pastaruosius maždaug 10 metų darbuotojų skaičius vis didėjo. Toks skaičiaus augimas skatina domėtis pradedančiųjų, patyrusių darbuotojų, ekspertų nuomone, pasitenkinimu juos supančioje darbo aplinkoje.

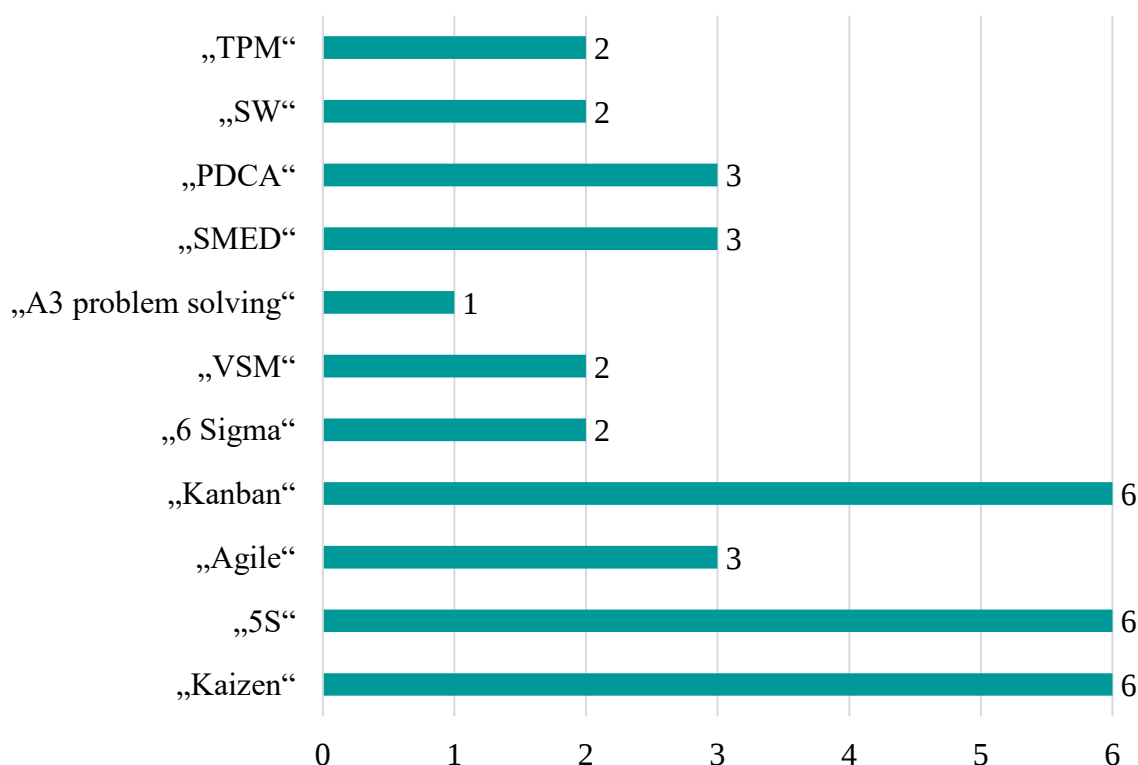
3.2. Ekspertinio vertinimo rezultatai

Apibrėžus vertinamuosius aspektus, 2 priede pateikta ekspertų nuomonė ir atsakymai. Atliktos apklausos rezultatai rodo, kad problemos, su kuriomis susiduriama taikant verslo optimizavimo metodus, yra komunikacijos, komandinio darbo įgūdžių, informacinių technologijų, bendro supratimo trūkumas, atsparumas pokyčiams, o kaip problemų sprendimo būdai buvo įvardinti skatinimo priemonės, komandiruočių organizavimas, rėmėjų paieška, individualus kiekvieno darbuotojo vertinimas.

Diegimas praeityje ir patirtis diegiant. Kalbėdami apie patirtį, taikant kokybės gerinimo modelius, trys ekspertai atsakė, kad dabartinių metodų taikymas yra pasiteisinęs – geri veiklos rodikliai, pagėrėjęs įmonės įvaizdis, sėkmingi projektai bei darbuotojai linkę įsitraukti. Du ekspertai atsisakė „Kanban“ gamybos planavimo sistemos, nes neužteko pajėgumų ir nebuvo išvelgta pelną nešančios ir kokybinės naudos. Taip pat du ekspertai paminėjo atsisakę „Agile“ projektų valdymo metodikos dėl informacinių technologijų išteklių trūkumo ir dėl kitų naudojamų metodikų didesnio pasiteisinimo. Vieno ekspertas paminėjo, jog įmonėje sunku taikyti „Kaizen“ veiklos strategiją, tačiau taiko motyvacines priemones.

Taikymas įmonėje šiuo metu. Pagal grafinius duomenis 27 paveiksle, dažniausiai yra naudojami „Kanban“, „5S“ ir „Kaizen“ optimizavimo modeliai – juos naudoja 75 % apklaustųjų. Kiti verslo valdymo įrankiai naudojami rečiau, pavyzdžiui, „PDCA“, „SMED“, „Agile“ yra įdiegę vidutiniškai 37,5 % įmonių. Taip pat retai naudojami „TPM“, „SW“, „VSM“, „6 Sigma“, kuriuos yra įsidiegę vidutiniškai 25 % įmonių. 2 biotechnologijų sektoriaus ekspertai, sudarantys 25 % apklaustųjų, gamybos įmonėse šiuo metu netaiko verslo optimizavimo metodų.

Verslo optimizavimo metodų naudojimo dažnumas
biotechnologijų sektoriaus įmonėse



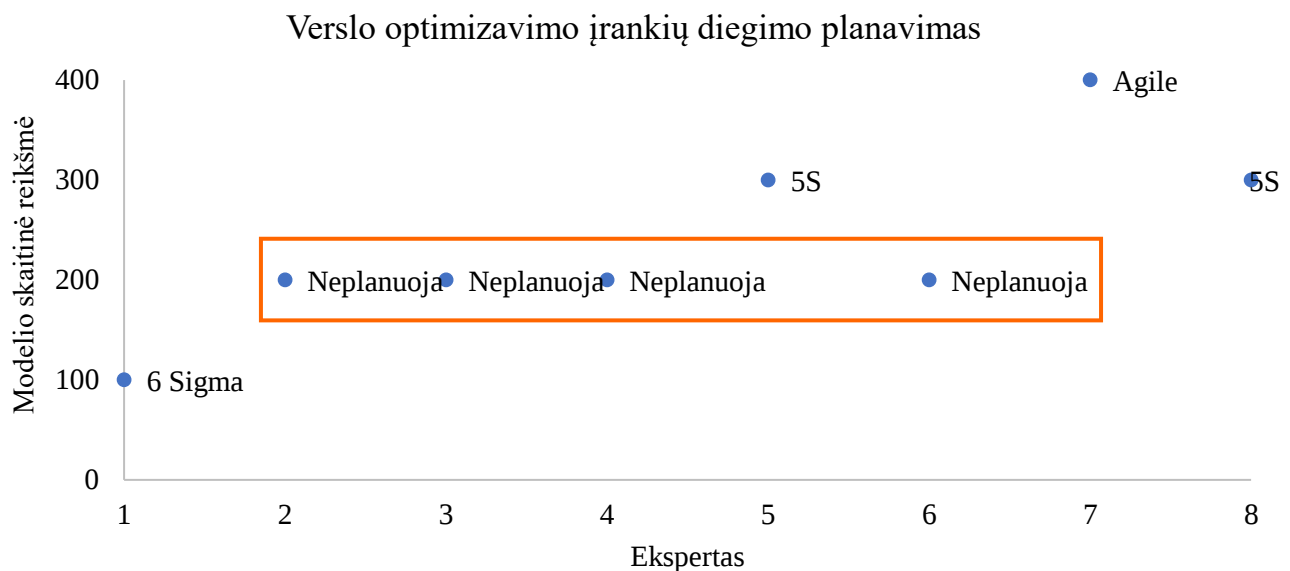
27 pav. Verslo optimizavimo metodų naudojimo dažnumas biotechnologijų sektoriaus įmonėse

Šaltinis: sudaryta autorės

Pasirinkimas įmonėje. Biotechnologijų sektoriaus ekspertų nuomone, verslo optimizavimo įrankių pasirinkimą įmonėje lėmė jo žinomumas, universalumas, modelio pritaikymo ir diegimo lengvumas, pasaulinių įmonių atsiliepimai ir sėkmingas taikymas užsienio rinkoje, mokymų prieinamumas ir metodikos pateikimas, pasiteisinimas ankstesnėje darbo patirtyje.

Taikymo gerinimas įmonėse. Vertinant aspektą, susijusį su verslo optimizavimo metodikos taikymo gerinimu įmonėje, 75 % apklaustųjų įvardino mokymų poreikį, 25 % apklaustųjų paminėjo praktikos poreikį.

Pasirinkimas ateityje. Ateinančių 5 metų perspektyvoje 50 % apklaustųjų neplanuoja diegti kitų metodų, 25 % apklaustųjų planuoja diegti „5S“, likusieji apklaustieji planuoja taikyti „Agile“ ir „6 Sigma“ sistemas. Verslo optimizavimo įrankių planavimo perspektyva atsispindi 28 paveiksle pateiktoje sklaidos diagramoje, duomenims suteikus skaitines reikšmes (6 Sigma – 100, Neplanuoja – 200, 5S – 300, Agile – 400). 25 % apklaustųjų biotechnologijų sektoriaus ekspertų, kurie gamybos įmonėse šiuo metu netaiko verslo optimizavimo metodų, ateityje planuoja diegti „5S“ standartizuotą vizualinį organizacinį metodą.



28 pav. Verslo optimizavimo įrankių diegimo planavimas 5 metų perspektyvoje

Šaltinis: sudaryta autorės

Peržiūrėjus sklaidos diagramoje pateiktus rezultatus galima daryti išvadą, kad pusė atsakiusių biotechnologijų srities ekspertų savo įmonėse neplanuoja diegti verslo optimizavimo įrankių biotechnologijų srities įmonėje. Remiantis rezultatais, toliau dėmesys turėtų būti nukreiptas į tokią nuomonę sukeliančias priežastis, kurių vienas iš sprendimų gali būti verslo optimizavimo modelio taikymas, apimantis ekspertų išvardytas problemas.

Taikymo problemos. Biotechnologijų sektoriaus ekspertai pateikė gana skirtingas nuomones ties šiuo aspektu. Buvo įvardytos šios pagrindinės problemos – vengimas dirbti komandoje, atsparumas pokyčiams, komunikacijos trūkumas tarp skyrių, pažangių technologijų trūkumas, bendro supratimo trūkumas apie modelių taikymą, trikdžiai su informacinėmis technologijomis, sudėtingas prisitaikymas prie kintančių aplinkos sąlygų.

Problemų sprendimo būdai. Kaip galimus problemų sprendimo būdų variantus savo įmonėse, biotechnologijų srities ekspertai įvardino individualus rezultatų vertinimą, skatinimo priemonių suteikimą, komandinių pramogų rengimą, bendrų projektų organizavimą, verslo partnerių ir rėmėjų paiešką, privalomųjų mokymų, seminarų, komandiruočių rengimą, informacinių technologijų plėtrą, sklandų pokyčių pateikimą, „one-on-one“ rengimą.

Veiksniai, darantys įtaką renkantis kokybės valdymo modelius. Apimant vertinamąjį aspektą, susijusį su įtaką darančiais veiksniais, juos galima apibendrinti taip: tvarumas ir sauga, pritaikomumas/universalumas, pridėtinės vertės kūrimas, išteklių poreikis, komandinio darbo tobulėjimo sąlygos, atgalinė nauda, nauda įmonės veiklai, suderinamumas su įmonės procesais, populiarumas užsienyje, lėšų poreikis, darbuotojų supratimas.

Sunkumai diegiant „Kaizen“. Iš ankstesnio vertinamojo aspekto „*Taikymo gerinimas įmonėse*“ žinoma, kad „Kaizen“ verslo optimizavimo modelį gamybos įmonėse diegia 75 % apklaustųjų biotechnologijos srities ekspertų. Šie ekspertai įvardino tokius sunkumas, diegiant būtent „Kaizen“ optimizavimo metodą – kokybės valdymo modelių nesupratimas, neaiškumas apie pritaikymą, nepakonsultavimas, motyvacijos stoka, įmonės proceso nesupratimas, komandinio darbo nebuvimas, įtempti santykiai su kolegomis, laiko nesuradimas, komunikacijos trūkumas, sunkumai naudojantis technologijomis.

Privalumai ir trūkumai. Ekspertai taip pat apibrėžė verslo optimizavimo įrankių taikymo įmonėje privalumus ir trūkumus, kurie įvardinti 29 paveiksle.



- Pridėtinės vertės kūrimas
 - Patenkinti klientai ir darbuotojai
 - Produktyvumo gerinimas
 - Atliekų kiekio ir neatitikimų sumažinimas
 - Pelno didėjimas
 - Darbuotojų komunikabilumo skatinimas
 - Galutinio produkto kainos sumažinimas bei kokybės padidinimas
 - Lengvesnis įmonės veiklos valdymas
 - Palankios organizacijos kultūros sukūrimas
 - Gamybos proceso laiko sutrumpinimas, optimizavimas
- Darbo laiko, informacinių technologijų, žmogiškųjų išteklių, piniginių lėšų sąnaudos
 - Nuolatinė gamybos procesų kaita
 - Duomenų analizės metodų išmanymo poreikis ir valdymas
 - Pridėtinės vertės nesukūrimas
 - Sudėtingas prisitaikymas
 - Darbuotojų motyvavimas

29 pav. Ekspertų įvardinti verslo optimizavimo įrankių taikymo privalumai ir trūkumai

Šaltinis: sudaryta autorės

3.2.1. Ekspertinio vertinimo rezultatų rangavimas

Nustatant 8 biotechnologijų srities ekspertų pateiktos nuomonės svarbą, ji buvo vertinama pagal 4 kriterijus: darbo stažą įmonėje, darbuotojų skaičių, metinę įdiegtų metodų praktiką, laikotarpį, kada buvo įdiegtas paskutinis metodas, kurie nurodyti 4 lentelėje.

4 lentelė. Ekspertinio vertinimo rezultatai duomenų rangavimui

Ekspertas	Darbo stažas, m	Darbuotojų skaičius	Metinė įdiegtų metodų praktika, m	Paskutinio metodo įdiegimas, m
1	23	251	20	4
2	10	250	8	1
3	13	50	14	5
4	11	50	6	1
5	17	50	0	0
6	7	251	13	4
7	19	250	18	6
8	6	50	0	0
Suma	106	1202	79	21

Šaltinis: sudaryta autorės

Pagal ekspertų atsakymus 5 lentelėje apskaičiuojami kiekvieno vertinamojo aspekto svoriai, geometrinis vidurkis, nurodomas kiekvieno eksperto rangas.

5 lentelė. Ekspertų nuomonė rangavimas

Ekspertas	Darbo stažas	Darbuotojų skaičius	Metinė įdiegtų metodų praktika	Paskutinio metodo įdiegimas	Geometrinis vidurkis	Rangas
1	0,2170	0,209	0,253	0,190	0,000546	2
2	0,0943	0,208	0,101	0,048	0,000024	5
3	0,1226	0,042	0,177	0,238	0,000054	4
4	0,1038	0,042	0,076	0,048	0,000004	6
5	0,1604	0,042	0,000	0,000	0,000000	7
6	0,0660	0,209	0,165	0,190	0,000108	3
7	0,1792	0,208	0,228	0,286	0,000607	1
8	0,0566	0,042	0,000	0,000	0,000000	8
Suma	1	1	1	1		

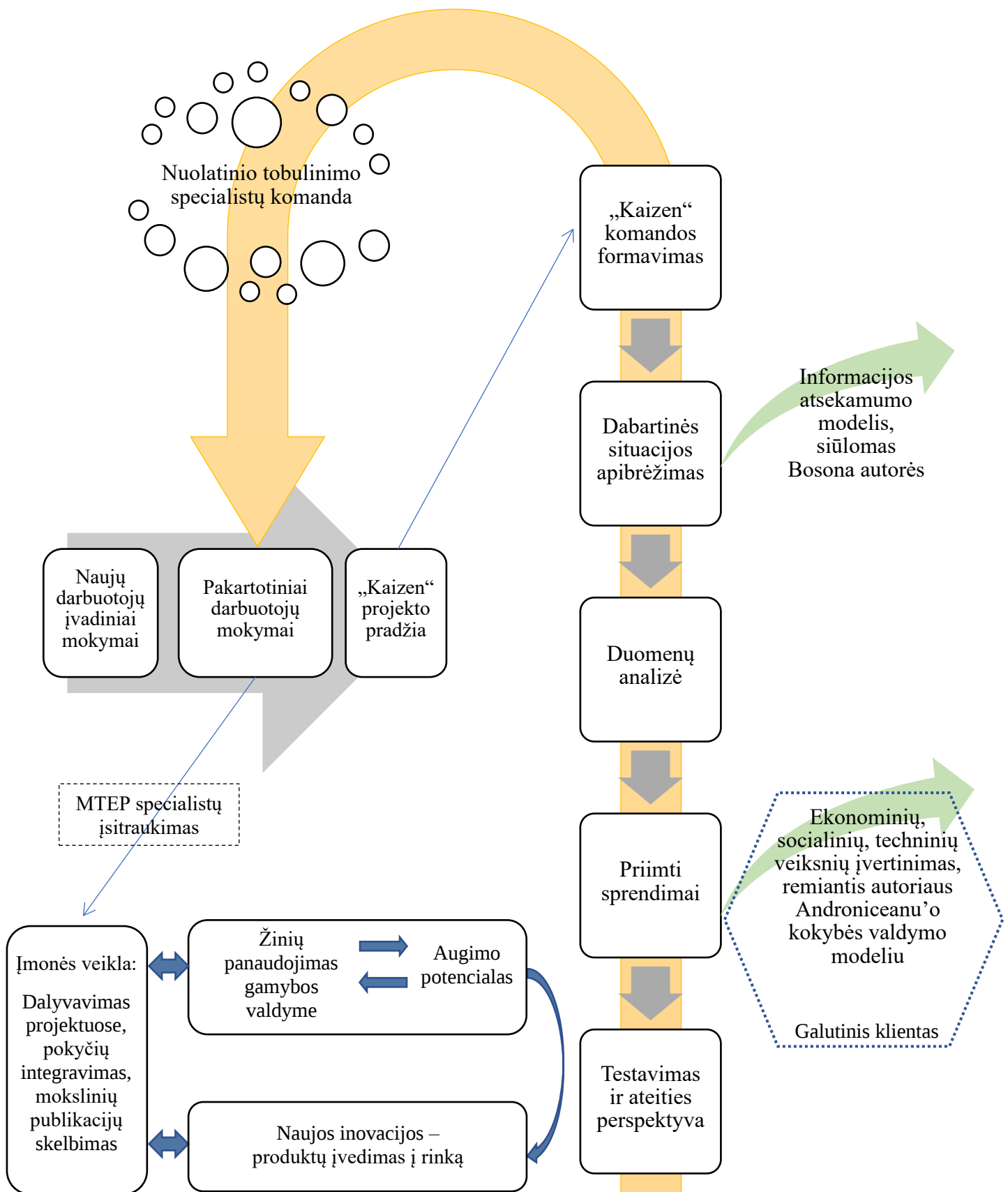
Šaltinis: sudaryta autorės

Remiantis 5 lentelėje pateiktais skaičiavimais daroma išvada, kad aukščiausi rangai priklauso pirmajam, šeštajam ir septintajam ekspertams, kurių nuomonė labai sviri ir pagrįsta. Antrojo, trečiojo ir ketvirtojo ekspertų rangai kiek žemesni, tad jų nuomonė nėra visiškai pagrįsta. O žemiausiųjų rangų ekspertų nuomonė nėra sviri sprendžiant problemas, susijusias su verslo optimizavimo metodų diegimu biotechnologijų įmonėse. Šio tyrimo rezultatai gali padėti investuotojams į biokūrą, vadybininkams, biotechnologijų įmonių darbuotojams ir biokuro politikos formuotojams priimti gerai pagrįstus sprendimus dėl verslo optimizavimo įrankių naudojimo ir tolimesnio plėtojimo tiekimo grandinėje.

3.3. Siūlomas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis gerinant kokybės valdymo sistemą

Geriausia kokybės valdymo praktika buvo apibūdinta kaip „naudinga“, „ekonomiškai efektyvi“, „įrodyta“ ir „bendrai priimta“. Viena iš geriausių kokybės valdymo praktikų paprastai apibrėžiama kaip metodai, procesai, veikla, sąlygos, paskatos ar atlygis, susiję su palankaus rezultato gavimu. Siekiant aukštesnio gamybos įmonių optimizavimo lygio, biotechnologijų tiekimo grandinės valdymas turėtų taikyti modelius, apimančius kokybės koncepcijas – planavimą, organizavimą, personalą, valdymą ir kontrolę. Optimizavimas yra naudingas, kai aiškiai žinomas tikslas, kurį galima išsikelti „Kaizen“ projekto metu (Efroymson et al., 2021). „Kaizen“ kūrimas reiškia susitelkimą į nuolatinio sistemos tobulinimo projektą ir jo struktūrizavimą, pasitelkus įvairių specializacijų specialistų komandas, analizuojant konkretų kuriamų užduočių aspektą, siekiant konkrečių tikslų, kurie linkę pagerinti aptariamąjį aspektą. „Kaizen“ plėtros strategija taip pat priklauso nuo darbuotojo pastangų ir valios gerinti rezultatus, todėl reikia proceso, kuris padėtų formuluoti patobulinimus.

Išsiaiškinus Lietuvos rinkoje biotechnologijų srityje dirbančių ekspertų, kurie įmonėje diegia „Kaizen“ veiklos strategiją, nuomonę apie tai, kokius sunkumus kelia šios sistemos diegimas, ir pasitelkus mokslinės literatūros analizę, 30 paveiksle pateiktas siūlomas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis siekiant gerinti kokybės valdymo sistemą biotechnologijų sektoriaus įmonėse.



30 pav. Siūlomas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis gerinant kokybės valdymo sistemą biotechnologijų srityje įmonėse

Šaltinis: sudaryta autorės

Siūlomas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis parengtas apėmus standartines problemas, kylančias diegiant modelį biotechnologijų sektoriaus įmonėse. Biotechnologijų įmonių darbuotojams, pasitelkusiems siūlomą modelį, jo diegimas ir naudojimas taps ne tik suprantamesnis ir lengviau pritaikomas, bet ir atneš pastebimą naudą ilgalaikėje perspektyvoje. Pastangos, diegiant nuolatinio tobulinimo modelius, turėtų būti nukreiptos į paprastų, bet geresnių tolimesnių metodų, skirtų kokybės sistemai gerinti, kūrimą ir tobulinimą. Atliekant mokslinius tyrimus taip pat reikėtų sutelkti dėmesį į procesų kūrimą ir nustatymą, pritaikymą konkrečioje įmonėje ar veiklos srityje, kad būtų patenkinti pramoninės gamybos poreikiai. Viena iš dažniausiai pasitaikančių problemų ekspertų nuomone buvo išskirta bendro supratimo trūkumas apie verslo optimizavimo metodų taikymą, duomenų analizės metodų išmanymą, neaiškumą, nuo ko pradėti vykdyti projektą. Tad atsižvelgus į problemas, siūlomas toks „Kaizen“ veiklos principų išdėstymas:

- Pirmieji verslo optimizavimo įrankių supratimo mokymai turi būti parengti visiems naujiems darbuotojams, siekiant supažindinti juos su kokybės tobulinimo, optimizavimo, nuolatinio tobulėjimo, sistemos gerinimo sąvokomis, kultūra įmonėje, įrankiais ir jų praktiniu naudojimu.
- Pakartotiniai mokymai turėtų būti surengti darbuotojams, kurie dirba tam tikrą laiko tarpą, kurį turėtų nustatyti konkreči įmonė, atsižvelgusi į poreikį. Po žinių įtvirtinimo, pagal poreikį įmonė gali skirti konsultacinį laiką, kurio metu žinias įtvirtinę darbuotojai gali pasidalinti jau įgyta patirtimi. Eksperto nuomone, vienas iš sunkumų diegiant „Kaizen“ strategiją buvo paminėtas „įmonės proceso nesupratimas“. Tokiai problemai spręsti siūlomajame modelyje integruotas autoriaus Lopeso (2017) nuolatinio tobulėjimo modelis, kuriuo skatinama dalyvauti pagrindinėje įmonės veikloje, konsultuojantis su mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros specialistais, turinčiais įvairialypės patirties procesų kūrime. Įmonės veiklos supratimą padėtų gilinti biotechnologijų srities specialistai, užsiimantys moksliniais tyrimais ir eksperimentine plėtra (MTEP). Tokie specialistai turi įgytų žinių, susijusių su naujų žinių įgijimo tyrimais, eksperimentine plėtra kuriant sektoriui reikalingus produktus ir procesus
- Nuolatinio tobulinimo specialistų komandos kūrimas – papildoma kokybės sistemos tobulinimo įgūdžių programa gali būti skiriama darbuotojams, norintiems plėsti savo žinias, kompetenciją. Ilgalaikėje perspektyvoje tokie darbuotojai galėtų konsultuoti savo įmonės darbuotojus, tobulinti esamas verslo strategijas, pateikti tobulinimo pasiūlymus, kurti ar standartizuoti esamus įrankių šablonus. Tokia

galimybė turi būti įvertinta atsižvelgus į įmonės žmogiškuosius, finansinius išteklius ir kitus reikalingus išteklius.

Identifikavus problemišką sritį įmonės veiklos procese, rekomenduojama pasitarti komandoje, ar yra greitas ir efektyvus sprendimas iškilusiai problemai spręsti. Jei yra, reikėtų veikti per nusistatytą laiko tarpą, o jei sprendimo nėra arba jis gali būti komplikuoatas – rengti „Kaizen“ projektą.

„Kaizen“ komandos formavimas apima suinteresuotųjų asmenų įtraukimą, tikslų ir proceso ribų nustatymą, problemos aprašymą, problemų sukeliamų pasekmių aprašymą. Komandinio darbo nebuvimo problema išryškėjo ekspertų apklausoje, tad į projektą įtraukus susidomėjusius asmenis, komanda bendraus tarpusavyje besidalinant patirtimi. „Kaizen“ strateginės veiklos sėkmė labai priklauso nuo komandinio darbo indėlio. Tiesioginis kontaktas ir bendravimas yra sėkmingo įgyvendinimo pagrindas vykdant „Kaizen“ projektą.

Dabartinės situacijos apibrėžime aptariama dabartinė situacija, identifikuojami trūkumai ir neaiškumai, renkami duomenys darbuotojų sutartoje duomenų bazėje, gali būti vykdomas tyrimas, renkamų duomenų stebėjimas. Šiame žingsnyje siūloma remtis autoriaus Bosona (2018) pateiktu informacijos atsekamumo modeliu, kuris gali padėti dokumentuoti ir atsekti reikalingos informacijos šaltinius. Geri ir blogi klientų atsiliepimai yra vieni iš geriausių duomenų, kurių pagalba galima identifikuoti trūkumus, suprasti informaciją apie klientų poreikius.

Duomenų analizės etape nagrinėjami turimi duomenys, palyginami su ankstesnių metų duomenimis, apibrėžiamas jų sąryšis, duomenys gali būti vaizduojami tam tikromis diagramomis ar modeliais.

Sprendimų priėmimas laikomas vienu svarbiausių etapų, kurio metu reikėtų įvertinti autoriaus Androniceanu'o (2017) paminėtus tris tarpusavyje susijusius aspektus – techninius (gamybos procesas, nuolatinis tobulinimas), ekonominius (sprendimai, pagrįsti rodikliais, lyderystė) ir socialinius (dėmesys klientui, įsitraukimas, santykiai su tiekėjais). Taip pat įvertinami kiti rizikos veiksniai – sprendimo įtaka galutiniam klientui, tiekiamo produkto ar paslaugos kokybei, įmonės darbuotojams ir procesams, finansiniams ištekliams.

Testavimo ir ateities perspektyvos apibrėžimo etape turėtų būti įvardinti optimizavimo rodikliai (gali būti sutrumpėjęs proceso laikas, sumažėjusi klaidų tikimybė, sumažėjusios išlaidos, kiti ištekliai). Jei projekto metu kilo minčių, kurios neapima vykdomo „Kaizen“ ribų, jas galima apibrėžti kaip ateities perspektyvą. Geltona rodyklė pateiktame sistemos gerinimo modelyje simbolizuoja konsultavimąsi viso projekto metu su nuolatinio tobulinimo specialistų komanda arba darbuotojais, kuriems buvo skirti pakartotiniai mokymai. Tai taip pat itin svarbus veiksmas viso projekto metu, nes būtent nekonsultavimo problema buvo identifikuota biotechnologijų srities ekspertų.

Apibrėžus „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelio naudojimą kaip įprastą įprotį organizacijos kultūroje, o ne kaip veiksmą su pradžios ir pabaigos datomis, galima sukurti labai dinamišką ir perspektyvią verslo aplinką. Išsamaus sistemos gerinimo modelio šablono kūrimas paremtas gautais atsakymais, taip pat jam būdingomis savybėmis – orientacija į darbuotojus ir procesą, o ne tik į rezultatus, visos organizacijos tobulinimą, o ne atskirų jos sudedamųjų dalių tobulinimą, atsižvelgimu į pasiūlymus, iškilusių problemų sprendimu. Siekiant pagerinti veiklos rezultatus, kokybės sistemų gerinimo modelių diegimas biotechnologijų įmonėse turi apimti ne tik mokslinių tyrimų plėtrą, bet ir kūrybiškumą, pradedančių specialistų nuomonės priėmimą, bendradarbiavimą su užsienio rinka, domėjimąsi, kaip veikia inovacijų sistema. Siekiant skatinti optimizavimo metodų diegimą įmonėse, naudinga išsamiai peržiūrėti bendruomenės, vertės grandinės dalyvių darbo principus. Kokybės plėtrai biotechnologijų įmonėse reikalinga nuolatinė įvairių suinteresuotųjų šalių sąveika, kad būtų galima kuo veiksmingiau pereiti prie atradimų ir naujovių. Todėl siūloma įdiegti optimizavimo modelius siekiant gerinti kokybės sistemą ir juos atnaujinti, pastebėjus galimus tobulinimus, sukurti specialias žinių bazes, prieinamas tam tikriems vertės grandinės dalyviams, kad būtų patenkinti ne tik visuomenės, bet ir įmonės poreikiai.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę pastebėta, kad autoriai pateikia įvairius verslo kokybės gerinimo metodus, akcentuodami nuolatinio tobulėjimo, maksimalios pridėtinės vertės kūrimo, konkurencinio pranašumo įgijimo savybes. Pabrėžiama, kad sklandžiai brangių bioproduktų gamybai reikalingas gamybos įmonių vidinių procesų tobulinimas ir priežiūra. Procesams gerinti pasitelkiami verslo optimizavimo metodai, kurie gali būti vertinami atsižvelgiant į skirtingus vertinamuosius aspektus, lemiančius biotechnologijų pramonės sektoriaus įmonių nuomonę diegiant metodus. Mokslinėje literatūroje „Kaizen“, „5S“ ir „6 Sigma“ gerinimo metodų privalumai apima procesų efektyvumo gerinimą, neatitikimų sumažinimą, susisteminimą, o įvardinti trūkumai, susiję su didelėmis laiko ir lėšų sąnaudomis. Nors per pastaruosius 8 metus „Kaizen“ modelio publikacijų skaičius moksliniame tinklalapyje *sciencedirect.com* išaugo 1,6 karto, tačiau literatūroje trūksta tyrimų, orientuotų į šio modelio taikymą biotechnologijų sektoriaus gamybos pramonėje.
2. Verslo optimizavimo metodų taikomumui ir susijusiai problematikai, siekiant tobulinti kokybės valdymo sistemą biotechnologijų sektoriaus įmonėse, ištirti buvo pasirinkta tarpusavyje susijusi tyrimo metodologija – skirtingų autorių mokslinės literatūros analizė, aprašomoji statistika, kiekybinių duomenų statistinė analizė, biotechnologijų srities ekspertų apklausa, ekspertinis apklausos rezultatų vertinimas, daugiakriterio sprendimų priėmimo metodo, geometrinio vidurkio taikymas siekiant nustatyti geriausias alternatyvas iš galimų pasirinkimų grupės.
3. Statistiškai išanalizavus duomenis pastebėta, kad didžiosiose biotechnologijų sektoriaus įmonėse „AbbVie“, „Roshe“, „Johnson & Johnson“, „Novo Nordisk“ per pastaruosius maždaug 10 metų darbuotojų skaičius vis didėjo. Toks biotechnologijų srities darbuotojų skaičiaus augimas skatina domėtis ekspertų nuomone tam tikra tematika juos supančioje aplinkoje. Ekspertų apklausa parodė, kad biotechnologijų sektoriaus gamybos įmonėse dažniausiai yra naudojami „Kanban“, „5S“ ir „Kaizen“ verslo optimizavimo metodai – taip teigė 75 % biotechnologijos srities ekspertų. Tyrimo rezultatai parodė, kad problemos, su kuriomis susiduria biotechnologijų sektoriaus įmonių darbuotojai, taikydami nuolatinio tobulinimo metodus, susijusios su metodų pritaikymo ir įmonės proceso nesupratimu, nepakonsultavimu, komandinio darbo nebuvimu. Atsižvelgus į ekspertų nuomonę, pasiūlytas „Kaizen“ veiklos principų taikymo modelis, siekiant gerinti kokybės valdymo sistemą biotechnologijų srities įmonėse. Pasiūlytas modelis leis užtikrinti komunikacijos įgūdžių

tobulinimą ir informacijos, reikalingos sklandžiam verslo optimizavimo metodų diegimui, perdavimą, plėsti profesines kompetencijas, įgytas teorines žinias pritaikyti praktiškai, siekiant efektyvaus metodų diegimo biotechnologijų sektoriaus gamybos įmonėse.

REKOMENDACIJOS

- ✓ Biotechnologijų sektoriaus įmonėms rengti nuolatinius mokymus, susijusius su verslo optimizavimo įrankių pritaikymu tiesioginėje darbuotojų veikloje.
- ✓ Suteikti galimybes ir paskatinti biotechnologijų sektoriaus darbuotojus domėtis užsienio ekspertų idėjų pritaikymu, susijusiu su verslo optimizavimu.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Abbas, J. (2020). Impact of total quality management on corporate green performance through the mediating role of corporate social responsibility. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118458. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118458>
- Aghmiuni, S. K., Siyal, S., Wang, Q., & Duan, Y. (2020). Assessment of factors affecting innovation policy in biotechnology. *Journal of Innovation & Knowledge*, 5(3), 180–190. <https://doi.org/10.1016/J.JIK.2019.10.002>
- Akhmetshin, E. M., Vasilev, V. L., Mironov, D. S., Zatsarinnaya, E. I., Romanova, M. V., & Yumashev, A. V. (2018). Internal control system in enterprise management: Analysis and interaction matrices. *European Research Studies Journal*, 21(2), 728–740.
- Al Ahbabi, S. A., Singh, S. K., Balasubramanian, S., & Gaur, S. S. (2019). Employee perception of impact of knowledge management processes on public sector performance. *Journal of Knowledge Management*, 23(2), 351–373. <https://doi.org/10.1108/JKM-08-2017-0348>
- Alalwan, H. A., Alminshid, A. H., & Aljaafari, H. A. S. (2019). Promising evolution of biofuel generations. Subject review. *Renewable Energy Focus*, 28, 127–139. <https://doi.org/10.1016/J.REF.2018.12.006>
- Ali, G. A., Hilman, H., & Gorondutse, A. H. (2020). Effect of entrepreneurial orientation, market orientation and total quality management on performance: Evidence from Saudi SMEs. *Benchmarking*, 27(4), 1503–1531. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2019-0391>
- Androniceanu, A. (2017). The three-Dimensional approach of total quality management, an essential strategic option for business excellence. *Amfiteatru Economic*, 19(44), 61–78.
- Antar, M., Lyu, D., Nazari, M., Shah, A., Zhou, X., & Smith, D. L. (2021). Biomass for a sustainable bioeconomy: An overview of world biomass production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110691. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.110691>
- Antony, J., Gupta, S., Sunder M, V., & Gijo, E. V. (2018). Ten commandments of Lean Six Sigma: a practitioners' perspective. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(6), 1033–1044. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2017-0170>
- Antony, J., Sony, M., Dempsey, M., Brennan, A., Farrington, T., & Cudney, E. A. (2019). An evaluation into the limitations and emerging trends of Six Sigma: an empirical study. *TQM Journal*, 31(2), 205–221. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2018-0191>

- Awudu, I., & Zhang, J. (2012). Uncertainties and sustainability concepts in biofuel supply chain management: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(2), 1359–1368. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2011.10.016>
- Azizipour, N., Avazpour, R., Rosenzweig, D. H., Sawan, M., & Ajji, A. (2020). Evolution of biochip technology: A review from lab-on-a-chip to organ-on-a-chip. *Micromachines*, 11(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/mi11060599>
- Baysan, S., Kabadurmus, O., Cevikcan, E., Satoglu, S. I., & Durmusoglu, M. B. (2019). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *Journal of Cleaner Production*, 211, 895–908. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.11.217>
- Barcelos, M. C. S., Lupki, F. B., Campolina, G. A., Nelson, D. L., & Molina, G. (2018). The colors of biotechnology: General overview and developments of white, green and blue areas. *FEMS Microbiology Letters*, 365(21), 1–11. <https://doi.org/10.1093/femsle/fny239>
- Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). Sustainable supply chain quality management: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 181, 726–744. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.01.110>
- Bauer, M. S., & Kirchner, J. A. (2020). Implementation science: What is it and why should I care? *Psychiatry Research*, 283, 112376. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2019.04.025>
- Begam, M. S., & Swamynathan, R. (2013). *Lean Management Tools and Techniques : A Literature Review for Manufacturing Firms and Employees*. 1(2), 11–17.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., Bahroun, Z., & Banimfreg, B. H. (2020). The role of internet of things in food supply chain quality management: A review. *Quality Management Journal*, 28(1), 17–40. <https://doi.org/10.1080/10686967.2020.1838978>
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2013). Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. *Food Control*, 33(1), 32–48. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2013.02.004>
- Bosona, T., Gebresenbet, G., & Olsson, S. O. (2018). Traceability system for improved utilization of solid biofuel from agricultural prunings. *Sustainability (Switzerland)*, 10(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su10020258>

- Bou-Llusar, J. C., Escrig-Tena, A. B., Roca-Puig, V., & Beltrán-Martín, I. (2009). An empirical assessment of the EFQM Excellence Model: Evaluation as a TQM framework relative to the MBNQA Model. *Journal of Operations Management*, 27(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/J.JOM.2008.04.001>
- Burke, C. C. and R. J. (2017). (PDF) Sustainable Containerization. *Research Gate, December*. https://www.researchgate.net/publication/322132505_Sustainable_Containerization
- Cai, Z., Ye, F., Xie, Z., Zhang, L., & Cui, T. (2021). The choice of cooperation mode in the bioenergy supply chain with random biomass feedstock yield. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127587. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127587>
- Choi, Y. Y., Patel, A. K., Hong, M. E., Chang, W. S., & Sim, S. J. (2019). Microalgae Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS): An emerging sustainable bioprocess for reduced CO2 emission and biofuel production. *Bioresource Technology Reports*, 7, 100270. <https://doi.org/10.1016/J.BITEB.2019.100270>
- Clougherty, J. A., & Grajek, M. (2023). Decertification in quality-management standards by incrementally and radically innovative organizations. *Research Policy*, 52(1). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104647>
- Coelho, F. J., Evanschitzky, H., Sousa, C. M. P., Olya, H., & Taheri, B. (2021). Control mechanisms, management orientations, and the creativity of service employees: Symmetric and asymmetric modeling. *Journal of Business Research*, 132, 753–764. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2020.10.055>
- Corallo, A., Latino, M. E., Menegoli, M., & Striani, F. (2020). What factors impact on technological traceability systems diffusion in the agrifood industry? An Italian survey. *Journal of Rural Studies*, 75, 30–47. <https://doi.org/10.1016/J.JRURSTUD.2020.02.006>
- Cornelissen, M., Małyska, A., Nanda, A. K., Lankhorst, R. K., Parry, M. A. J., Saltenis, V. R., Pribil, M., Nacry, P., Inzé, D., & Baekelandt, A. (2021). Biotechnology for Tomorrow's World: Scenarios to Guide Directions for Future Innovation. *Trends in Biotechnology*, 39(5), 438–444. <https://doi.org/10.1016/J.TIBTECH.2020.09.006>
- Dagtekin, Y., Kaya, S., & Besli, N. (2022). Distributed energy system selection for a commercial building by using Multi Criteria Decision Making methods. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(86), 36672–36692. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.08.208>

- Dahmani, N., Benhida, K., Belhadi, A., Kamble, S., Elfezazi, S., & Jauhar, S. K. (2021). Smart circular product design strategies towards eco-effective production systems: A lean eco-design industry 4.0 framework. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128847. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.128847>
- Davila, A., & Foster, G. (2009). The Adoption and Evolution of Management Control Systems in Entrepreneurial Companies: Evidence and a Promising Future. *Handbooks of Management Accounting Research*, 3, 1323–1336. [https://doi.org/10.1016/S1751-3243\(07\)03006-4](https://doi.org/10.1016/S1751-3243(07)03006-4)
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.02.155>
- Digitized by UCC, Library. (2017). February.
- Doronin, D., Lei, S., & Shah, S. H. H. (2020). Reconsidering concept of knowledge sharing: search for quality dimensions. *Kybernetes*, 2011. <https://doi.org/10.1108/K-11-2019-0767>
- Dud, D., & Fachmedien, S. (2019). *Methods : “ Secured by definition ” and the utilization of quality management principles Seamless IT security through integration within IT-production processes*. 43(July), 410–417.
- Efroymsen, R. A., Jager, H. I., Mandal, S., Parish, E. S., & Mathews, T. J. (2021). Better management practices for environmentally sustainable production of microalgae and algal biofuels. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125150. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.125150>
- Falcone, P. M., & Sica, E. (2019). Assessing the opportunities and challenges of green finance in Italy: An analysis of the biomass production sector. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020517>
- Feder, M., & Weißenberger, B. E. (2021). Towards a holistic view of CSR-related management control systems in German companies: Determinants and corporate performance effects. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126084. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126084>
- Fleming, I. (2016). Exploiting the synergies between SQA, SQC, and SPI in order for an organization to leverage Sarbanes Oxley internal control budgets. *Software Quality Assurance: In Large Scale and Complex Software-Intensive Systems*, 333–346. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802301-3.00014-4>

- Gabrielli, P., Charbonnier, F., Guidolin, A., & Mazzotti, M. (2020). Enabling low-carbon hydrogen supply chains through use of biomass and carbon capture and storage: A Swiss case study. *Applied Energy*, 275, 115245. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2020.115245>
- Ghiasi, V., Ghasemi, S. A. R., & Yousefi, M. (2021). Landslide susceptibility mapping through continuous fuzzification and geometric average multi-criteria decision-making approaches. *Natural Hazards*, 107(1), 795–808. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04606-y>
- Grisolia, G., Fino, D., & Lucia, U. (2020). Thermodynamic optimisation of the biofuel production based on mutualism. *Energy Reports*, 6, 1561–1571. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2020.06.014>
- Gupta, V., Sengupta, M., Prakash, J., & Tripathy, B. C. (2016). Basic and applied aspects of biotechnology. *Basic and Applied Aspects of Biotechnology*, 1–520. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0875-7>
- Hanlon, B. M. (2010). *The Cargoshell: Ingenious Collapsible Replacement for the Standard Shipping Container*. 2012(7 May). <http://blog.7071group.com/?m=201001>
- Hermudananto, Romero, C., Ruslandi, & Putz, F. E. (2018). Analysis of corrective action requests from Forest Stewardship Council audits of natural forest management in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 96, 28–37. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2018.07.012>
- Hidayatno, A., Zulkarnain, Hasibuan, R. G., Wardana Nimpuno, G. C., & Destyanto, A. R. (2019). Designing a Serious Simulation Game as a Learning Media of Sustainable Supply Chain Management for Biofuel Production. *Energy Procedia*, 156, 43–47. <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2018.11.083>
- Hussain, K., He, Z., Ahmad, N., Iqbal, M., & Taskheer mumtaz, S. M. (2019). Green, lean, Six Sigma barriers at a glance: A case from the construction sector of Pakistan. *Building and Environment*, 161, 106225. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2019.106225>
- Yannis, G., Kopsacheili, A., Dragomanovits, A., & Petraki, V. (2020). State-of-the-art review on multi-criteria decision-making in the transport sector. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(4), 413–431. <https://doi.org/10.1016/J.JTTE.2020.05.005>
- Yeung, A. W. K., Tzvetkov, N. T., Gupta, V. K., Gupta, S. C., Orive, G., Bonn, G. K., Fiebich, B., Bishayee, A., Efferth, T., Xiao, J., Silva, A. S., Russo, G. L., Daglia, M., Battino, M., Orhan, I. E., Nicoletti, F., Heinrich, M., Aggarwal, B. B., Diederich, M., ... Atanasov, A. G. (2019). Current research in biotechnology: Exploring the biotech forefront. *Current Research in Biotechnology*, 1, 34–40. <https://doi.org/10.1016/J.CRBIOT.2019.08.003>

- Yin, C. (2012). Microwave-assisted pyrolysis of biomass for liquid biofuels production. *Bioresource Technology*, 120, 273–284. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2012.06.016>
- Javorcik, B., & Sawada, N. (2018). The ISO 9000 certification: Little pain, big gain? *European Economic Review*, 105, 103–114. <https://doi.org/10.1016/J.EUROECOREV.2018.03.005>
- Ji, X., Kaplan, S. E., Lu, W., & Qu, W. (2020). The role of voluntary internal control reporting in earnings quality: Evidence from China. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 16(2), 100188. <https://doi.org/10.1016/J.JCAE.2020.100188>
- Kaswan, M. S., & Rathi, R. (2020). Green Lean Six Sigma for sustainable development: Integration and framework. *Environmental Impact Assessment Review*, 83, 106396. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2020.106396>
- Khezerlou, H. S., Vahdani, B., & Yazdani, M. (2021). Designing a resilient and reliable biomass-to-biofuel supply chain under risk pooling and congestion effects and fleet management. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125101. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.125101>
- King, H., & Bedale, W. (2018). Implementation and Management of Preventive Controls: Monitoring, Verification, Corrective Actions, and Associated Records. *Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls*, 137–152. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809475-4.00008-3>
- Kir, H., & Erdogan, N. (2021). A knowledge-intensive adaptive business process management framework. *Information Systems*, 95, 101639. <https://doi.org/10.1016/J.IS.2020.101639>
- Klein, L. L., Alves, A. C., Abreu, M. F., & Feltrin, T. S. (2022). Lean management and sustainable practices in Higher Education Institutions of Brazil and Portugal: A cross country perspective. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130868. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.130868>
- Klochkov, Y. S., & Tveryakov, A. M. (2020). Approaches to the improvement of quality management methods. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11(s2), 163–172. <https://doi.org/10.1007/s13198-019-00939-x>
- Kulińska, K., Kulińska, E., Dendera-Gruszka, M., & Wojtynek, L. (2018). Implementation of lean 5s methodology in logistic enterprise. *Research in Logistics and Production*, 8(2), 179–187. <https://doi.org/10.21008/j.2083-4950.2018.8.2.5>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.03.481>
- Lee, J. (2020). Statistics, Descriptive. In *International Encyclopedia of Human Geography* (Second Edition, Vol. 13). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102295-5.10428-7>

- Liang, S., Dong, M., Zhao, H., Song, Y., & Yang, A. (2022). Mindfulness and life satisfaction: The moderating effect of self-control and the moderated moderating effect of resilience. *Personality and Individual Differences*, 185, 111241. <https://doi.org/10.1016/J.PAID.2021.111241>
- Lopes, C. M., Scavarda, A., Hofmeister, L. F., Thomé, A. M. T., & Vaccaro, G. L. R. (2017). An analysis of the interplay between organizational sustainability, knowledge management, and open innovation. *Journal of Cleaner Production*, 142, 476–488. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.10.083>
- Lueg, R., & Radlach, R. (2016). Managing sustainable development with management control systems: A literature review. *European Management Journal*, 34(2), 158–171. <https://doi.org/10.1016/J.EMJ.2015.11.005>
- Magnusson, M. K., & Koivisto Hursti, U. K. (2002). Consumer attitudes towards genetically modified foods. *Appetite*, 39(1), 9–24. <https://doi.org/10.1006/APPE.2002.0486>
- Martin, D. K., Vicente, O., Beccari, T., Kellermayer, M., Koller, M., Lal, R., Marks, R. S., Marova, I., Mechler, A., Tapaloaga, D., Žnidaršič-Plazl, P., & Dundar, M. (2021). A brief overview of global biotechnology. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 35(1), 354–363. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.1878933>
- Mattevi, M., & Jones, J. A. (2016). Food supply chain: Are UK SMEs aware of concept, drivers, benefits and barriers, and frameworks of traceability? *British Food Journal*, 118(5), 1107–1128. <https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2015-0261>
- Meena, M., Shubham, S., Paritosh, K., Pareek, N., & Vivekanand, V. (2021). Production of biofuels from biomass: Predicting the energy employing artificial intelligence modelling. *Bioresource Technology*, 340, 125642. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2021.125642>
- Mendez, J., & Vila-Alonso, M. (2018). Three-dimensional sustainability of Kaizen. *TQM Journal*, 30(4), 391–408. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0179>
- Mohd Norhasni Mohd Asaad, Saad, R., & Yusoff, R. Z. (2015). 5s , Kaizen and Organization Performance : Examining the Relationship and Level of Implementation Using Rasch Model in Malaysian Automotive Company. *International Academic Research Journal*, 1(2), 214–226.
- Moncada, J. A., Lukszo, Z., Junginger, M., Faaij, A., & Weijnen, M. (2017). A conceptual framework for the analysis of the effect of institutions on biofuel supply chains. *Applied Energy*, 185, 895–915. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2016.10.070>
- Morell-Santandreu, O., Santandreu-Mascarell, C., & García-Sabater, J. (2020). Sustainability and kaizen: Business model trends in healthcare. *Sustainability (Switzerland)*, 12(24), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su122410622>

- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production and Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <https://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>
- Nielsen, H., Kristensen, T. B., & Grasso, L. P. (2018). The performance effects of complementary management control mechanisms. *International Journal of Operations and Production Management*, 38(11), 2124–2148. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2016-0577>
- Ogunkunle, O., & Ahmed, N. A. (2019). A review of global current scenario of biodiesel adoption and combustion in vehicular diesel engines. *Energy Reports*, 5, 1560–1579. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2019.10.028>
- Okpala, C. O. R., & Korzeniowska, M. (2021). Understanding the Relevance of Quality Management in Agro-food Product Industry: From Ethical Considerations to Assuring Food Hygiene Quality Safety Standards and Its Associated Processes. *Food Reviews International*, 00(00), 1–74. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1938600>
- Oliver, A. L. (2004). On the duality of competition and collaboration: network-based knowledge relations in the biotechnology industry. *Scandinavian Journal of Management*, 20(1–2), 151–171. <https://doi.org/10.1016/J.SCAMAN.2004.06.002>
- Pawar, S. D., Kode, S. S., Keng, S. S., Tare, D. S., & Abraham, P. (2020). Steps, Implementation and Importance of Quality Management in Diagnostic Laboratories with Special Emphasis on Coronavirus Disease-2019. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 38(3–4), 243–251. https://doi.org/10.4103/IJMM.IJMM_20_353
- Perea-Moreno, M. A., Samerón-Manzano, E., & Perea-Moreno, A. J. (2019). Biomass as renewable energy: Worldwide research trends. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/su11030863>
- Pettersson, K., Wetterlund, E., Athanassiadis, D., Lundmark, R., Ehn, C., Lundgren, J., & Berglin, N. (2015). Integration of next-generation biofuel production in the Swedish forest industry – A geographically explicit approach. *Applied Energy*, 154, 317–332. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2015.04.041>
- Pramanik, S. K., Suja, F. B., Zain, S., & Pramanik, B. K. (2019). Journal Pre-proof. *Bioresource Technology Reports*, 100310. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135907>
- Qayyum, S., Ullah, F., Al-Turjman, F., & Mojtahedi, M. (2021). Managing smart cities through six sigma DMADICV method: A review-based conceptual framework. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103022. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.103022>
- Ranjith Kumar, R., Ganesh, L. S., & Rajendran, C. (2021). An entropy based approach to 5S maturity. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8103–8110. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.03.048>

- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review. *7th International Technical Conference TECHNOLOGICAL FORUM 2016, September*, 135–139. <https://www.researchgate.net/publication/308171328>
- Riaz, H., Iqbal Ahmad Khan, K., Ullah, F., Bilal Tahir, M., Alqurashi, M., & Badr Alsulami, T. (2022). Key factors for implementation of total quality management in construction Sector: A system dynamics approach. *Ain Shams Engineering Journal*, xxxx, 101903. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101903>
- Rizun, N., Revina, A., & Meister, V. G. (2021). Analyzing content of tasks in Business Process Management. Blending task execution and organization perspectives. *Computers in Industry*, 130, 103463. <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2021.103463>
- Sajid, Z. (2021). A dynamic risk assessment model to assess the impact of the coronavirus (COVID-19) on the sustainability of the biomass supply chain: A case study of a U.S. biofuel industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151, 111574. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2021.111574>
- Salimon, M. G., Yusoff, R. Z. Bin, & Mohd Mokhtar, S. S. (2017). The mediating role of hedonic motivation on the relationship between adoption of e-banking and its determinants. *International Journal of Bank Marketing*, 35(4), 558–582. <https://doi.org/10.1108/IJBM-05-2016-0060>
- Sarkar, B., Mridha, B., Pareek, S., Sarkar, M., & Thangavelu, L. (2021). A flexible biofuel and bioenergy production system with transportation disruption under a sustainable supply chain network. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128079. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.128079>
- Searle, S. Y., & Malins, C. J. (2016). Waste and residue availability for advanced biofuel production in EU Member States. *Biomass and Bioenergy*, 89, 2–10. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2016.01.008>
- Selvarajoo, K. (2021). The need for integrated systems biology approaches for biotechnological applications. *Biotechnology Notes*, 2, 39–43. <https://doi.org/10.1016/J.BIOTNO.2021.08.002>
- Senthil Kumar, K. M., Akila, K., Arun, K. K., Prabhu, S., & Selvakumar, C. (2022). Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.01.402>
- Shao, M., Han, Z., Sun, J., Xiao, C., Zhang, S., & Zhao, Y. (2020). A review of multi-criteria decision making applications for renewable energy site selection. *Renewable Energy*, 157, 377–403. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2020.04.137>
- Sharma, A., Muqem, M., Sherwani, A. F., & Ahmad, M. (2018). Optimization of diesel engine input parameters running on Polanga biodiesel to improve performance and exhaust emission using

- MOORA technique with standard deviation. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 40(22), 2753–2770. <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1511647>
- Sharma, S., Kundu, A., Basu, S., Shetti, N. P., & Aminabhavi, T. M. (2020). Sustainable environmental management and related biofuel technologies. *Journal of Environmental Management*, 273, 111096. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.111096>
- Sharma, U., Lawrence, S., & Lowe, A. (2010). Institutional contradiction and management control innovation: A field study of total quality management practices in a privatized telecommunication company. *Management Accounting Research*, 21(4), 251–264. <https://doi.org/10.1016/J.MAR.2010.03.005>
- Shen, D. K., Gu, S., Luo, K. H., Bridgwater, A. V., & Fang, M. X. (2009). Kinetic study on thermal decomposition of woods in oxidative environment. *Fuel*, 88(6), 1024–1030. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2008.10.034>
- Shimasaki, C. (2014). Understanding Biotechnology Product Sectors. *Biotechnology Entrepreneurship: Starting, Managing, and Leading Biotech Companies*, 113–138. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404730-3.00009-9>
- Shimasaki, C. (2020). Understanding Biotechnology Product Sectors. *Biotechnology Entrepreneurship*, 123–149. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815585-1.00010-3>
- Shuting, Z., Yanmei, Z., Yuanzhang, H., Tao, S., Chunjie, W., & Chuanbiao, W. (2022). Visualization analysis of the international standard ISO/TC 249 for traditional Chinese medicine. *Digital Chinese Medicine*, 5(2), 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.dcm.2022.06.001>
- Skare, M., & Soriano, D. R. (2021). Journal of Innovation. *Journal of Innovation & Knowledge*, 000, 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2021.04.001>
- Sljivic, S., Skorup, S., & Vukadinovic, P. (2015). Management control in modern organizations. *International Review*, 3–4, 39–49. <https://doi.org/10.5937/intrev1504039s>
- Sohn, S. Y., Gyu Joo, Y., & Kyu Han, H. (2007). Structural equation model for the evaluation of national funding on R&D project of SMEs in consideration with MBNQA criteria. *Evaluation and Program Planning*, 30(1), 10–20. <https://doi.org/10.1016/J.EVALPROGPLAN.2006.10.002>
- Song, J., Martens, A., & Vanhoucke, M. (2020). The impact of a limited budget on the corrective action taking process. *European Journal of Operational Research*, 286(3), 1070–1086. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2020.03.069>
- Sorda, G., Banse, M., & Kemfert, C. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 38(11), 6977–6988. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2010.06.066>

- Su, H. C., Kao, T. W. (Daniel), & Linderman, K. (2020). Where in the supply chain network does ISO 9001 improve firm productivity? *European Journal of Operational Research*, 283(2), 530–540. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.11.042>
- Sudarsanam, S. K., Neelananarayanan, V., Umasankar, V., & Indranil, S. (2022). Application of AI based expert evaluation method in an automobile supplier selection problem. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.04.592>
- Szczygielski, K., Lewkowicz, J., & Jakub, J. (2022). *The biotechnology sector in a latecomer country : The case of Poland*. 68(May 2021), 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2022.01.008>
- Taheri, F., Azadi, H., & D’Haese, M. (2017). A world without hunger: Organic or GM crops? *Sustainability (Switzerland)*, 9(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su9040580>
- Terziovski, M., & Morgan, J. P. (2006). Management practices and strategies to accelerate the innovation cycle in the biotechnology industry. *Technovation*, 26(5–6), 545–552. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2004.10.016>
- Tortorella, G., Cómbita-Niño, J., Monsalvo-Buelvas, J., Vidal-Pacheco, L., & Herrera-Fontalvo, Z. (2020). Design of a methodology to incorporate Lean Manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies. *Procedia Computer Science*, 177, 276–283. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2020.10.038>
- Tulip, B., Microbe, T., & Tide, R. (2005). *Electronic Journal of Biotechnology - Editorial The Colours of Biotechnology : Science , Development and Humankind Electronic Journal of Biotechnology - Editorial*. 7(3), 2–5.
- UNEP. (2011). Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers. *Towards a GREEN Economy*, 52.
- Uzoejinwa, B. B., He, X., Wang, S., El-Fatah Abomohra, A., Hu, Y., & Wang, Q. (2018). Co-pyrolysis of biomass and waste plastics as a thermochemical conversion technology for high-grade biofuel production: Recent progress and future directions elsewhere worldwide. *Energy Conversion and Management*, 163, 468–492. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2018.02.004>
- Villadsen, J. (2007). Innovative technology to meet the demands of the white biotechnology revolution of chemical production. *Chemical Engineering Science*, 62(24), 6957–6968. <https://doi.org/10.1016/J.CES.2007.08.017>
- Vo, B., Kongar, E., & Suárez Barraza, M. F. (2019). Kaizen event approach: a case study in the packaging industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(7), 1343–1372. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2018-0282>

- Wahyudi, I., & Azheri, B. (2011). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. July, 37.
- Wang, W., Xu, J., Zhang, W., Glamuzina, B., & Zhang, X. (2021). Optimization and validation of the knowledge-based traceability system for quality control in fish waterless live transportation. *Food Control*, 122, 107809. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2020.107809>
- Zhang, Z., O'Hara, I. M., Mundree, S., Gao, B., Ball, A. S., Zhu, N., Bai, Z., & Jin, B. (2016). Biofuels from food processing wastes. *Current Opinion in Biotechnology*, 38, 97–105. <https://doi.org/10.1016/J.COPBIO.2016.01.010>
- Zhang, Z., Cai, J., Chen, F., Li, H., Zhang, W., & Qi, W. (2018). Progress in enhancement of CO₂ absorption by nanofluids: A mini review of mechanisms and current status. *Renewable Energy*, 118, 527–535. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2017.11.031>

PRIEDAI

1 priedas. Apklausos klausimai

Šia apklausa siekiama sužinoti Jūsų nuomonę apie nuolatinio tobulinimo modelių žinomumą, patirtį, taikymą įmonėje. Apklausą pildo tik tie darbuotojai, kurie dirba įmonės srityje, susijusioje su kokybės valdymu, nuolatiniu tobulinimu, yra atsakingi už verslo strategijų pasirinkimą. Visi Jūsų pateikti duomenys bus konfidencialūs, atsakymai išliks anonimiški ir bus išanalizuoti baigiamajame magistro darbe.

1. Jūsų užimamos pareigos įmonėje:

- Esate įmonės vadovas
- Esate padalinio vadovas
- Esate specialistas
- Nekvalifikuotas darbuotojas

2. Kiek metų dirbate šioje įmonėje? Metus suapvalinkite iki sveikojo skaičiaus.

Atviras atsakymas

3. Kiek įmonėje yra darbuotojų?

- Iki 10
- Iki 50
- Iki 250
- Virš 250

4. Ar įmonė, kurioje dirbate, taiko nuolatinio tobulinimo, optimizavimo modelius?

- Taip
- Ne

5. Kiek metų įmonė naudoja jau įdiegtus nuolatinio tobulinimo metodus? Metus suapvalinkite iki sveikojo skaičiaus.

Atviras atsakymas

6. Kiek laiko praėjo nuo paskutinio įdiegto nuolatinio tobulinimo metodo? Metus suapvalinkite iki sveikojo skaičiaus.

Atviras atsakymas

7. Kokia įmonės patirtis taikant nuolatinio tobulinimo modelius, kurie modeliai pasiteisino, o kurie – ne?

Atviras atsakymas

8. Kokius nuolatinio tobulinimo modelius įmonė taiko šiuo metu?

Atviras atsakymas

9. Kodėl buvo pasirinkta diegti šiuos modelius?

Atviras atsakymas

10. Kaip manote, kaip galima būtų pagerinti modelių taikymą?

Atviras atsakymas

11. Jei planuojate, kokius modelius pasirinktumėte diegti 5 metų perspektyvoje?

Atviras atsakymas

12. Su kokiomis problemomis susiduriate taikydami nuolatinio tobulinimo modelius?

Atviras atsakymas

13. Kaip manote, kaip galima būtų spręsti šias problemas?

Atviras atsakymas

14. Kokie veiksniai daro įtaką renkantis modelius?

Atviras atsakymas

15. Jei įmonėje diegiate „Kaizen“, su kokiais sunkumais susiduriate?

Atviras atsakymas

16. Kaip manote, kokie yra modelių taikymo privalumai?

Atviras atsakymas

17. Kaip manote, kokie yra modelių taikymo trūkumai?

Atviras atsakymas

2 priedas. Nuolatinio tobulinimo modelių vertinimo ypatumai ir ekspertų vertinimas

Vertinamasis aspektas	Ekspertas 1	Ekspertas 2	Ekspertas 3	Ekspertas 4	Ekspertas 5	Ekspertas 6	Ekspertas 7	Ekspertas 8
Diegimas praityje ir patirtis diegiant	Dabar naudojami modeliai. Darbuotojų įsitraukimas, įmonės įvaizdžio gerinimas	Dabar naudojami modeliai. Geri KPI rodikliai	Dabar naudojami modeliai. Gera patirtis, sėkmingi projektai	„Agile“ atsisakyta, nes reikia papildomų IT išteklių	„Kanban“ atsisakyta, nes nepasiteisino, neužteko pajėgumų	„Agile“ atsisakyta, nes dabar taikomi efektyvesni, jų taikymą supranta darbuotojai	Sunku įgyvendinti „Kaizen“, tačiau taikomos motyvacinės priemonės	„Kanban“ atsisakyta, nes neįžvelgta pelną nešanti bei kokybinė nauda
Taikymas įmonėje šiuo metu	„Kaizen“, „5S“, „Agile“, „Kanban“	„Kaizen“, „6 Sigma“, „5S“, „Agile“, „VSM“, „Kanban“, „A3 problem solving“	„Kaizen“, „6 Sigma“, „5S“, „Kanban“, „SMED“, „PDCA“	„SW“, „PDCA“, „5S“, „Kaizen“, „SMED“, „TPM“, „Kanban“	Netaikomi kokybės valdymo modeliai	„Kaizen“, „SMED“, „Kanban“, „TPM“, „SW“, „PDCA“, „5S“	„Kaizen“, „Kanban“, „5S“, „Agile“, „VSM“	Netaikomi
Pasirinkimas įmonėje	Lengvas pritaikymas, efektyvumas	Pasiteisinimas darbo patirtyje	Žinomi modeliai, lengvas įdiegimas	Sėkmingas modelių taikymas užsienio rinkoje	-	Universalus pritaikymas gamybiniuose padaliniuose	Pasaulinių įmonių atsiliepimai, metodikos pateikimas, mokymų prieinamumas	-
Taikymo gerinimas įmonėje	Mokymai bei seminarai			Mokymai ir praktika	Įmonė netaiko	Mokymai ir praktika	Komandiruočių, mokymai	Įmonė netaiko
Pasirinkimas ateityje	„6 Sigma“	Neplanuoja			„5S“	Neplanuoja	Galbūt „Agile“	„5S“
Taikymo problemos	Vengimas dirbti komandoje, atsparumas pokyčiams	Komunikacijos trūkumas tarp skyrių	Pažangių technologijų trūkumas	Bendro supratimo trūkumas apie modelių taikymą	Įmonė netaiko	Trūkumai su IT, sunkesnis supratimas taikant modelį	Sudėtingas pritaikymas prie kintančių aplinkos sąlygų	Įmonė netaiko
Problemų sprendimo būdai	Individualus rezultatų vertinimas, skatinimo priemonės	Komandinių pramogų rengimas, bendrų projektų organizavimas	Verslo partnerių ir rėmėjų paieška	Privalomųjų mokymų ar seminarų rengimas	Įmonė netaiko	IT grupės plėtra, mokymų bei komandiruočių rengimas	Sklandus pokyčių pateikimas, one-on-one rengimas	Įmonė netaiko

2 priedo tęsinys

Veiksniai, darantys įtaką renkantis kokybės valdymo modelius	Tvarumas, pritaikomumas, pridėtinės vertės kūrimas	Saugumo lygis, suderinamumas su įmonės procesais	Komandinio darbo tobulėjimo sąlygos	Pritaikomumas, universalumas	Išteklių poreikis	Atgalinė nauda, žmogiškųjų išteklių poreikis	Išteklių naudojimas, nauda įmonės veiklai, pritaikomo sudėtingumas	Tvarumas ir sauga, populiarumas užsienyje, lėšų poreikis, darbuotojų supratimas
Sunkumai diegiant „Kaizen“	Kokybės valdymo priemonių nesupratimas, nepakonsultavimas, įtempti santykiai su kolegomis	Motyvacijos stoka, sunku rasti laiko, įmonės proceso nesupratimas, technologinis neišmanymas	Nepakonsultavimas, nesupratimas nuo ko pradėti, komandinio darbo nebuvimas	Komunikacijos nebuvimas, neaiškumas apie pritaikymą	-	Motyvacijos stoka, kokybės valdymo priemonių nesupratimas, nėra laiko, komandinio darbo nebuvimas	Įmonės proceso nesupratimas, nesupratimas nuo ko pradėti, sunku naudotis technologijomis	-
Privalumai	Pridėtinės vertės kūrimas, patenkinti klientai ir darbuotojai, produktyvumo gerinimas, atliekų sumažinimas	Pelno didėjimas, darbuotojų komunikabilumo skatinimas, galutinio produkto kainos sumažinimas	Lengvesnis įmonės valdymas, palankios kultūros sukūrimas, gamybos proceso sutrumpinimas	Gamybinių procesų optimizavimas, darbuotojų saugos didinimas	Komandinio darbo tobulėjimas	Produkto kokybės pagerinimas, atliekų kiekio ir neatitikimų sumažinimas	Klientų pasitenkinimo didinimas	Gamybos procesų peržiūrėjimas, solidaus įmonės vaizdo sudarymas
Trūkumai	Darbo laiko sąnaudos, nuolatinė gamybos procesų kaita	Papildomas IT sistemų, duomenų analizės metodų išmanymo, laiko poreikis	Pridėtinės vertės nesukūrimas	Nuolatinė procesų kaita, sudėtingas prisitaikymas	Žmogiškųjų išteklių ir piniginių lėšų sąnaudos	Visapusiškas matematinių metodų išmanymas	Duomenų bazių valdymas ir saugojimas, darbuotojų motyvacija	Laiko sąnaudos mokymas

3 priedas. Mokslinis straipsnis

BIOKURO GAMYBOS KIEKIŲ TENDENCIJOS APŽVALGA

Lina MICKEVIČIŪTĖ*, Manuela TVARONAVIČIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas,
Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, Lietuva
El. paštas lina.mickeviciute@stud.vilniustech.lt

Gauta 2022 m. sausio 20 d.; priimta 2022 m. gegužės 31 d.

Santrauka. Biotechnologijų pramonės sektoriuje siekiama gaminti unikalius produktus ir procesus, gerinančius individų ir visos visuomenės gyvenimą, sveikatą ir gerovę. Per pastaruosius kelis dešimtmečius susidomėjimas biologija ar biomedicina smarkiai išaugo ir mokslas buvo plačiai pritaikytas įvairiose biomedicinos ir gyvosios gamtos mokslų srityse, įskaitant diagnostiką, terapiją, vaistų tiekimą, biojutiklius, audinių inžineriją ir biokuro gamybą. Anglies dvideginio išmetimas yra aktuali problema jau ne vienerius metus, tad atsinaujinančio biokuro gamyba iš biomasės yra plačiai tyrinėjama, siekiant sumažinti anglies dvideginio išmetimą ir užtikrinti tvarią pramonės plėtrą. Sprendžiant energetikos stygiaus ir aplinkosaugos problemas, biokuras sulaukia didelio įvairių biotechnologijos sektoriaus kategorijų mokslininkų dėmesio. Straipsnio tikslas – išanalizavus biokuro gamybos tendencijas, palyginti biokuro gamybos kiekius pasaulyje ir Lietuvoje. Tyrimo metu statistškai analizuojami pasaulyje ir Lietuvoje pagaminamo bioetanolio ir biodyzelino gamybos kiekių duomenys. Įvertinus gautus rezultatus įvertinama biokuro tendencija.

Reikšminiai žodžiai: biokuras, biomasė, tendencija, bioetanolis, biodyzelinas, anglies dvideginis, atsinaujinantys energijos šaltiniai, tvarumas, biotechnologijos.

Įvadas

Transportavimas itin svarbus skatinant visuomeninius pasaulinius socialinius kontaktus ir verslą. Kelių transporte elektrinės transporto priemonės, varomos iš atsinaujinančių energijos šaltinių, galėtų veiksmingai pakeisti įprastą benzino varomas transporto priemones (Wei et al., 2019). Anglies dvideginio išmetimas yra aktuali problema jau ne vienerius metus, tad atsinaujinančio biokuro gamyba iš biomasės yra plačiai tyrinėjama, siekiant sumažinti anglies dvideginio išmetimą ir užtikrinti tvarią pramonės plėtrą. Jau keletą dešimtmečių ekspertai iš biomasės išgaunamą kurą laikė pasaulio energijos krizės sprendimu. Biomasėje sukauptos energijos panaudojimas nėra nauja koncepcija. Juk žmonės ankstyvajame akmens amžiuje išmoko panaudoti biomasę ugniai kurti (Wahlen et al., 2011). Mediena buvo pirmoji biokuro forma, kurią senovės žmonės naudojo maisto ruošimui ir šildymui. O šiais laikais biokuras jau gali sukurti papildomų darbo vietų ir pagerinti naftą ir dujas importuojančių šalių energetinį saugumą (Azadi et al., 2017).

Išsivysčiusios ir labiau išsivysčiusios šalys ypač domisi švaresne energija ir daugiausia dėmesio skiria augalinės biomasės (ypač granulių pavidalo) kaip svarbaus atsinaujinančio ištekliaus potencialui pasauliniame energetikos scenarijuje. Kelios šalys, pavyzdžiui, Didžioji Britanija, Italija, Vokietija, Japonija ir Pietų Korėja jau naudoja medžio granules siekdama sumažinti išmetamo anglies dvideginio kiekį (Garcia et al., 2019). Problema yra dalį biomasės paversti skysta, kad ji būtų suderinama su esama energetikos infrastruktūra (Wahlen et al., 2011). Technologija, naudojanti biomasę kaip išteklį skystajam kurui transporto reikmėms gaminti, per pastarąjį laikmetį labai pažengė į priekį ir dar turi didelį tobulėjimo potencialą ateityje.

Biokuro plėtra ypač aktuali transporto sektoriui. Technologijų galimybės tam tikrais atvejais ribotos, vartotojų poreikiai yra įvairūs ir keliama griežti kokybės reikalavimai, pavyzdžiui, pagalvojus apie reaktyvinius degalus, kuriuos gaminant didelis dėmesys sutelkiamas į korozinio aktyvumo nustatymą (Wei et al., 2019).

Nors pasaulinė transporto kuro paklausa ir toliau sparčiai auga, pakankamai lengvai išgaunamos žalios naftos atsargos senka, o didžioji dalis naujų žalios naftos gamybos pajėgumų ateinantį dešimtmetį bus gaunama iš brangesnių

giliau vandenių gręžinių ir naftos smėlio. Sprendžiant energetikos stygiaus ir aplinkosaugos problemas, biokuras su-
laukia didelio įvairių biotechnologijos sektoriaus kategorijų mokslininkų dėmesio. Per pastaruosius kelis dešimtmečius
biokuro mokslas patyrė didelių pokyčių, atsižvelgiant į jo vystymosi tempą, dėmesį ir prisidedančias šalis, kuriose
biokuro gamybos paklausa ir sunaudojimas pasiskirstę netolygiai įvairiose pasaulio šalyse (Azadi et al., 2017).

Rašto darbe pasirinktas tyrimo objektas: pagaminamo biokuro kiekio analizė.

Darbo tikslas: išanalizavus biokuro gamybos tendencijas, identifikuoti pirmaujančias šalis pagal pagaminamo
biokuro kiekius.

Suformuluotam tikslui pasiekti suformuoti šie uždaviniai:

1. Išanalizuoti biotechnologijų sektoriaus specifiškumą;
2. Apibendrinti biokuro gamybos sektoriaus ypatumus;
3. Palyginti biokuro gamybos kiekius pasaulyje ir Lietuvoje.

Tikslui ir uždaviniams pasiekti remiamasi moksliniais literatūros šaltiniais, kurie siejami su biotechnologijų srities
gamybos įmonių savitumu. Analizuojama ir apžvelgiama lietuvių ir užsienio autorių literatūra, statistiniai duomenys.

1. Biotechnologijų sektoriaus apžvalga ir specifiškumas

Biotechnologijos kasmet daro vis didesnę poveikį aplinkos, žemės ūkio, farmacijos, energetikos ir pramonės sekto-
riams, pateikiant genų inžinerijos, diagnostikos ir audinių inžinerijos inovacijas (Skare & Soriano, 2021). Kalbant apie
„biotechnologijų pramonę“, turima omenyje įvairias gydymo, biologijos, diagnostikos, medicinos prietaisų, klinikinių
laboratorinių tyrimų, instrumentų, žemės ūkio, pramonės ir biokuro taikymo sritis. Biotechnologijų pramonė apima
daugybę skirtingų sektorių, kurie nuolat plečiasi, nes atskleidžiami nauji moksliniai ir techniniai atradimai, kasmet
randama naujų pritaikymų.

Biotechnologijų pramonės sektoriuje siekiama gaminti unikalius produktus ir procesus, gerinančius individų
ir visos visuomenės gyvenimą, sveikatą ir gerovę. Iš pažiūros biotechnologijų pramonė gali atrodyti sudėtinga dėl
nesibaigiančio ir įvairaus produktų asortimento, kurį biotechnologijos gali pagaminti. Tačiau stebina, kaip kiekvienas
sektorius naudoja daug panašių įrankių ir metodų, kad sukurtų šiuos įvairius bioproduktus bei procesus (Shimasaki,
2014). Žinoma, ir toliau atsiras naujų biotechnologijų pramonės sektorių. Pavyzdžiui, vos prieš 20 metų nebuvo
tokių dalykų kaip „biolustai“, o šiandien dauguma tyrimų laboratorijų ir farmacijos įmonių savo tyrimams ir plėtrai
reguliariai naudoja prietaisus, kuriuose naudojamos įvairios mikroschemos, inžineriniai substratai, padedantys diag-
nozuoti ligas, identifikuoti jų sukėlėjus. Per pastaruosius kelis dešimtmečius susidomėjimas biologija ar biomedicina
smarkiai išaugo ir mokslas buvo plačiai pritaikytas įvairiose biomedicinos ir gyvosios gamtos mokslų srityse, įskaitant
diagnostiką, terapiją, vaistų tiekimą, bioteknologijas, audinių inžineriją ir biokuro gamybą (Azizpour et al., 2020).

Biotechnologijos toliau vystosi ir išliks pagrindine visuomenės naujovių ir vystymosi varomąja jėga, o didėjant
suvartojimo lygiui didėja maisto ir degalų paklausa. Genetiškai modifikuoti gaminiai – viena iš biotechnologijų
sąvokos kilusi sritis, kuri daro itin didelę įtaką mūsų kasdieniam gyvenimui (Yeung et al., 2019). 2002 m. atliktos
apklausos duomenys parodė, kad dauguma vartotojų neigiamai vertina genetiškai modifikuotus produktus, nes jų
moralinės ir etinės abejonės dėl tokių produktų vartojimo nusveria geresnių savybių ir mažesnės kainos naudą (Mag-
nusson & Hursti, 2002). Tačiau 2015 m. genetiškai modifikuotos kultūros jau buvo auginamos 179,7 milijonų hektarų
žemės 28 šalyse, tai sudaro daugiau nei 10 % visos dirbamos žemės visame pasaulyje (Taheri et al., 2017). Nepai-
sant apčiuopiamos naudos, genetiškai modifikuotų gaminių vartojimas gali turėti nevienareikšmę įtaką ekonomikos
augimui – galimi ekonominiai nuostoliai, įtaka sveikatai ir aplinkai. Problemos taip pat susijusios su išlaidomis ir laiku,
kuris sugaištamas nustatant praktines valdymo priemones, kad kiek įmanoma daugiau būtų sumažinti ekonominiai
nuostoliai.

Buvo pasiūlyta, kad biotechnologijų sektorių daugiausia sudaro 4 šakos pagal spalvas: balta, raudona, žalia ir
mėlyna, tačiau besivystanti mokslinių tyrimų sritis laikui bėgant įgijo dar daugiau spalvų (Yeung et al., 2019). Šiuo
žinoma 10 biotechnologijų sričių pagal spalvas, kurios buvo identifikuotos pagal pramoninį sektorių.

- Raudonoji (sveikatos diagnostika, medicina, vaistiniai preparatai);
- Geltonoji (mityba, maistinių medžiagų biotechnologija);
- Mėlynoji (akvakultūra, jūros organizmų biotechnologijos);
- Žalioji (žemės ūkis ir aplinkos biotechnologijos);
- Rudoji (sausųjų zonų ir dykumų biotechnologijos);
- Juodoji (bioterrorizmas, biologinių ginklų technologijos);
- Violetinė (patentų, išradimų, publikacijų apsauga);

- Baltoji (pramoninė biotechnologija, genų ir gyvų organizmų bioindustrija);
- Auksinė (bioinformatika, genomika, proteomika, nanobiotechnologijos);
- Pilkoji (klasikinė fermentacijos ir bioproceso technologija).

Bendrai visose paminėtose biotechnologijų srityse kuriami biologiniai produktai yra brangūs ir reikalauja daug kapitalo, kad galutinis produktas būtų komercializuotas ir sėkmingai patenkintų kintančius vartotojų poreikius. Pavyzdžiui, kalbant apie raudonąją biotechnologijos sritį dažnai teigiama, kad klinikinėms naujovėms ir tyrimams įgyvendinti klinikinėje praktikoje prireikia vidutiniškai 17–20 metų (Bauer & Kirchner, 2020). Tačiau skirtingų produktų išlaidos skiriasi priklausomai nuo sektoriaus – atsižvelgiama į mokslinių tyrimų, plėtros, klinikinių tyrimų, eksploatavimo išlaidas prieš pateikiant produktą rinkai. Skirtinguose sektoriaus kategorijose bioproduktų plėtros kaštų įverčiai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Biotechnologijų srityje kuriamų produktų plėtros kaštų įverčiai (sudaryta autoriaus, remiantis Shimasaki, 2014)

Sektoriaus kategorija	Kūrimo išlaidos	Laikotarpis
Terapija	250 mln.–1,5 mlrd. dolerių	12–15 metų
Biologija ir vakcinos	250 mln.–1,5 mlrd. dolerių	12–15 metų
<i>In vitro</i> diagnostika ir personalizuota medicina	5–100 milijonų dolerių	3–7 metų
Medicininiai prietaisai	15–100 milijonų dolerių	3–5 metų
Kombinuotas prietaisas/terapinis preparatas	75–250 milijonų dolerių	5–10 metų
Skaitmeninės sveikatos IT programos	0,25–15 milijonų dolerių	1–3 metų
Tyrimo instrumentai ir įrankiai	5–75 milijonų dolerių	3–7 metų
Biožemdirbystė	75–200 milijonų dolerių	7–16 metų
Biokuras	50–150 milijonų dolerių	5–10 metų
Pramoninė biotechnologija	15–75 milijonų dolerių	2–4 metų

Kai kuriuose bioproduktų sektoriuose išlaidų ir laiko sąnaudų intervalas yra labai platus vien dėl to, kad konkrečioje kategorijoje galima gaminti įvairių rūšių produktus, kuriems taikoma griežta teisinė sistema, klinikiniai tyrimai ir jų išlaidos (Skare & Soriano, 2021). Visų bioproduktų bendros kūrimo išlaidos didėja proporcingai renkant laboratorinius, gyvūnų ir žmonių klininius duomenis, kurie turi būti surinkti, siekiant įrodyti naujo produkto saugumą ir klinikinį veiksmingumą. Be to, kiekvienai iš šių sektoriaus plėtros išlaidų įtakos turi naudojama technologija ir jos efektyvumas bei pritaikymas, priemonės ir įrankiai, tikslinė rinka ir produkto kūrimo sudėtingumas.

Nepriklausomai nuo bioprodukto ar proceso kūrimo sektoriaus, visų pradedančių ar ankstyvos stadijos biotechnologijų įmonių tikslas yra sukurti pridėtinę vertę kuriamame produkte ir įmonėje. Viso produkto kūrimo proceso metu nepastebimai kuriama vertė. Vertė nėra kuriama iš karto, taip pat nėra proporcinga investuotam laikui ar pinigams. Vertė sukurama laipsniškai kiekvieną kartą, kai sėkmingai pasiekiamas produkto kūrimo etapas. Tam tikrų produktų kūrimo etapų įvykdymas suteikia daugiau vertės nei kiti, o pasiekus kiekvieną sėkmingą etapą, rizika tuo pačiu metu sumažėja – vertė didėja, kai rizika mažėja. Tačiau net kai produktas pagaliau pasiekia rinką, jo pardavimo sėkmė nėra visiškai garantuota. Pavyzdžiui, buvusi žemės ūkio biotechnologijos korporacija „Monsanto“, įkurta 1901 metais, daug investavo į vabzdžiams atsparius genetiškai modifikuotus pasėlius. Produktai buvo pagrindinė korporacijos technologinė sėkmė, tačiau jų pastangos pristatyti produktą rinkai buvo neigiamos dėl visuomenės nuomonės pasipriešinimo susirūpinus dėl genetiškai modifikuotų kviečių atmetimo užsienio rinkose (Skare & Soriano, 2021). Į viską, ką įmonė daro, reikia žiūrėti taip, kad tai nemažintų, o padidintų produkto ir įmonės vertę bei sumažintų riziką, taip padidindama papildomo kapitalo pritraukimo tikimybę. Tinkamai įvertinus plėtros kaštus ir terminus bei pasiekus vertę didinančius etapus, įmonei priskiriama vertė, o tai palengvina užduotį pritraukti kapitalą tolesniems finansavimo etapams.

Kiekvieno iš biotechnologijos sektoriaus darbo žinių turėjimas yra neįkainojamas biotechnologijų srities specialistams (Azizipour et al., 2020). Pradedant verslą biotechnologijų srityje labai svarbu, kad vadovas pripažintų ir vertintų visas produkto kūrimo, testavimo, reguliavimo ir patvirtinimo išlaidas bet kuriame iš biotechnologijos sektorių (Shimasaki, 2014). Kruopštus lėšų rinkimo planavimas ir laikas, susietas su pagrindinių etapų įvykdymu, planavimu, kontrole ir tinkamu valdymu, gali suteikti didžiausią galimybę gero produkto idėjai pasiekti komercializaciją.

Apibendrinant spalvotąsias biotechnologijų šakas galima teigti, kad sritys reiškia naują biologinį požiūrį į daugybę pramonės šakų. Ateityje tikimasi, kad genų ir medžiagų apykaitos inžinerija ir toliau klestės, siekiant toliau gerinti

naudingų cheminių medžiagų biosintezės ir aplinkos teršalų bioremediacijos efektyvumą (Yeung et al., 2019). Bus siekiama, kad biologinės patirties panaudojimas pasiūlys naujovių ir kitų galimybių įvairiose biotechnologijų srityse ir taps naujų rinkų ir verslo modelių pagrindu. Biotechnologijų moksliniai tyrimai kaip sistema ir toliau darys didelį poveikį aplinkai, medicinai, žemės ūkiui, maistui ir kitoms įvairioms pramonės sritims. Tikimasi, kad naudojant pažangesnes inžinerijos, biokuro ir vaistų tiekimo technologijas biotechnologijos sukurs ekologiškesnę aplinką ir bus naudingesnė žmonių sveikatai. Bet kokių atveju, šiandieninė biotechnologijų tyrimų pažanga turi didesnę ar mažesnę potencialą būti vėlesnių inovacijų pagrindu (Cornelissen et al., 2021).

1.1. Biokuro gamybos samprata ir ypatumai

Baltajai biotechnologijos šakai priskiriamas biokuras padeda išlaikyti ekonominį ir aplinkosauginį tvarumą ir yra skirstomas į dujinius ir skystus biodegalus (Barcelos et al., 2018). Biokurą galima suskirstyti į 3 dideles grupes: *bioetanolį* (dažniausiai naudojamą automobiliuose), *biodyzeliną* (dažniausiai naudojamą sunkvežimiuose) ir kitą *biomasę* (naudojamą elektros ir šilumos gamybai) (Shimasaki, 2014). Biomasė apibrėžiama kaip visos biosferoje esančios organinės medžiagos, tiek augalinės, tiek gyvūninės, taip pat medžiagos, gautos jas natūraliai arba dirbtinai perdirbus. Pagrindiniais tvaraus kuro šaltiniais laikomi gyvūniniai riebalai, augalinis ir kitas aliejus (Sharma et al., 2018). Iš biomasės gaunamam biokurui naudojamos malkos, medžio drožlės, granulės, kai kurie vaisių kauliukai, pavyzdžiui, alyvuogės ir avokadai, taip pat riešutų kevalai (Perea-Moreno et al., 2019).

Aplinkai draugiškas kuras gaminamas jau ne vienerius metus, toliau pateiktos istoriškai susiformavusios biokuro skirstymo kartos, atsižvelgiant į šaltinį, iš kurio jis gaunamas (Sharma et al., 2020).

- Pirmosios kartos biokuras – gaunamas iš augalinių šaltinių – cukranendrių, cukrinių runkelių, kukurūzų, krakmolo, augalinio aliejaus.
- Antrosios kartos biokuras – gautas iš žemės ūkio ar medienos atliekų, šiaudų, cukranendrių lapų.
- Trečiosios kartos biokuras – gaunamas iš mikrodumblių biomasės
- Ketvirtosios kartos biokuras – gaunamas iš biologiškai sukurtų mikroorganizmų, tokių kaip bioinžineriniai dumbliai, mielės, grybai, cianobakterijos, pasėliai.

Dėl pakankamai didelio biomasės prieinamumo visame pasaulyje, daugiausia dėl to, kad ją galima gauti kaip daugelio pramonės ir žemės ūkio procesų šalutinį produktą, biomasė yra sparčiai augantis atsinaujinančios energijos šaltinis, turintis didelį augimo potencialą. Pasauliniu mastu biodyzelinas ir bioetanolis tampa vis patrauklesni kaip pagrindiniai alternatyvūs, tvarūs ir ekologiški transporto degalai, palyginti atitinkamai su dyzelinu ir benzinu. Tačiau jų gamybos sąnaudos ir laikui bėgant didėjančios kainos laikomos didelėmis problemomis konkuruojant su giliai įsišaknijusia tradicine naftos rinka (Antar et al., 2021). Kadangi biokuro poreikis, gamybos ir naudojimo technologijos tobulėja, matomas teigiamas poveikis, tikimasi, kad laikui bėgant biokuro gamyba taps rentablesne ir prieinamesne (Shimasaki, 2014).

Atsižvelgiant į geografinę padėtį, galimybės padidinti biomasės biokurui gaminti augimą ir gauti didelę išėigą, iš dalies yra ribotos, o bendras išteklių naudojimo efektyvumas yra labai svarbus. Galimybės integruoti biokuro gamybos procesą į esamą pramonės rinką apima žaliavų, technologinių aparatų įtraukimą (Pettersson et al., 2015). Biokuro gamybos įrenginių, žaliavų ir kitų reikalingų medžiagų geografinė vieta turėtų būti parinkta strategiškai, kad būtų sumažintos bendros biokuro gamybos sąnaudos, atsižvelgiant į biomasės transportavimą, vartotojų poreikį. Tinkamas biodyzelino ir bioetanolio gamybos vietas galima nustatyti taikant pažangią sistemų analizę ir modeliavimą. Nustačius aiškius tikslus, susijusius su geografiniu požiūriu, galima spręsti su geografiniais veiksniais susijusias problemas.

Į biokuro gamybos kainą taip pat įeina gamyklų bei įrenginių priežiūra, sterilumo ir reikalingų aplinkos sąlygų palaikymas, naujai kuriamų naujos kartos biokuro gamyklų įrengimo ir eksploatavimo bei priežiūros išlaidos, energijos sąnaudos, išlaidos, susijusios su įvairiomis politikos priemonėmis (Pettersson et al., 2015). Minėti veiksniai apsunkina biokuro gamybą, tačiau situacija gali pasikeisti bėgant metams 2020–2025 m., kai planuojama įdiegti bei tobulinti esamas biokuro iš biomasės gamybos sistemas (Felneris & Raslavičius, 2016).

Perėjimas prie mažiau anglies dioksido į aplinką išskiriančios ekonomikos reikalauja investuoti didelius ekonominius išteklius į „žaliuosius“ biotechnologijų pramonės sektorius (United Nations Environment Programme [UNEP], 2011). Perėjimo prie tvarumo finansavimo reikalavimai gali gerokai viršyti viešojo sektoriaus pajėgumus bei galimybes, todėl prireiks daugiau privačių finansavimo šaltinių ir reikės tikslingiau panaudoti turimas lėšas. Pagal UNEP (2011) skaičiavimus, metinės investicijos, reikalingos ekologiškai ekonomikai sukurti 2010–2050 m. laikotarpiu, sudarys maždaug 2 % pasaulio BVP. Tad investicijos, susijusios su „žaliuoju“ finansavimu yra svarbios, skatinant įmonių požiūrio sutelkimą į aplinkosaugą (Falcone & Sica, 2019). Kintant pasaulio ekonomikai, dideli aplinkos apsaugos

apribojimai siaurina pasaulinį žemės ūkio sistemų derliaus pajėgumą, kadangi maistą, pašarą ir biokurą sieja stiprus ekonominis ryšys. Bendru atveju, būtų didžiausias poreikis rasti natūralius ir tvarius būdus, kaip padidinti pasėlių išeigą, kurie naudojami pirmosios kartos biokuroi gaminti. Kad būtų patenkintas pasaulinis maisto poreikis pasaulio žmonėms ir gyvuliams, iki 2050 m. vartojamo maisto gamyba ir jo pasiūla turi būti padvigubinti. Nors pasaulinė maisto gamyba didėja, tačiau didesnis pasėlių panaudojimas ne maistui gali trukdyti siekti maisto tiekimo tikslų visame pasaulyje (Antar et al., 2021).

Apžvelgus baltajai biotechnologijos šakai priskiriamo biokuro gamybos ypatumus galima teigti, kad biokuro gamyba yra brangi, tačiau toks kuras yra svarbus dėl savo tvarumo ir gebėjimo atsinaujinti. Visos technologijos, reikalingos pereiti prie 100 % atsinaujinančių energijos šaltinių, teoriškai jau yra prieinamos, o vienas didžiausių biomasės ir biokuro pranašumų, viršijančių pagaminamos energijos kiekį, yra jų atsinaujinimas. Taip pat biokuras yra vienas iš atsinaujinančių energijos šaltinių, padedančių patenkinti didėjančią energijos poreikį transporte ir žymiai sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą (Ogunkunle & Ahmed, 2019).

2. Biokuro plėtros pasaulyje analizė

Spartus iškastinio kuro (naftos, anglies ir gamtinių dujų) išekvojimas, kylanti energijos stygiaus ir aplinkosaugos problema, drastiškai padidino alternatyvios, tvarios ir atsinaujinančios energijos plėtrą visame pasaulyje (Uzojinwa et al., 2018). Apskaičiuota, kad iki 2050 m. biomasė sudarys 15–50 % pasaulio pirminės energijos suvartojimo (Kumar et al., 2010). Pagaminamo biokuro, kuris susideda iš bioetanolio ir dyzelino iš biomasės, kiekiai įvairiose pasaulio šalyse yra labai skirtingi, tai matoma 1 paveiksle.



1 paveikslas. Pasaulinė biokuro gamyba 2019 m. (U.S. Energy Information Administration, 2021)

Didžiosiose pasaulio šalyse toks gamybos padidėjimas yra itin reikšmingas sprendžiant pasaulio energijos krizę. Pasak autoriaus Sorda (2010), staigų gamybos padidėjimą lėmė vyriausybės įsikišimas. JAV – vienoje didžiausių pasaulyje biokuro gamintojų – biokuro gamintojams garantuojamos stiprios finansinės paskatos (Sorda et al., 2010). Biokuro gamyba ir naudojimas, kaip tvarus energijos krizių sprendimas yra svarbus, bet kokia kaina, jei tai apsunkina maisto tiekimą? Autorių manymu, turėtų būti sumažintas maistinių augalų naudojimas kaip biokuro sąnaudos arba turėtų būti įdiegti nauji būdai, kaip perdirbti biomasę ir išgauti didesnę išeigą (Antar et al., 2021). Taip pat kitos šiuolaikinės technologijos, tokios kaip genetika ir augimų skatinančios medžiagos, galėtų būti naudojamos kaip itin veiksmingos priemonės rentabilėnei biomasės gamybai.

Pasak Yin (2012) ir Shen ir kt. (2009) autorių žinoma, kad biomasė yra ketvirta pagal dydį energijos sistema po anglies, naftos ir dujų, kuri šiuo metu tiekia apie 14 % pasaulio metinės energijos suvartojimo (Shen et al., 2009; Yin, 2012). Biokuro gamybos kiekiai įvairiose šalyse skiriasi dėl kelių veiksnių, įskaitant, be kita ko, geografines sąlygas ir vietą, gyventojų skaičių, ekonomikos išsivystymo lygį, žemės ūkio plėtrą, miškų vystymąsi, pramonės augimą, maisto medžiagas (Uzojinwa et al., 2018).

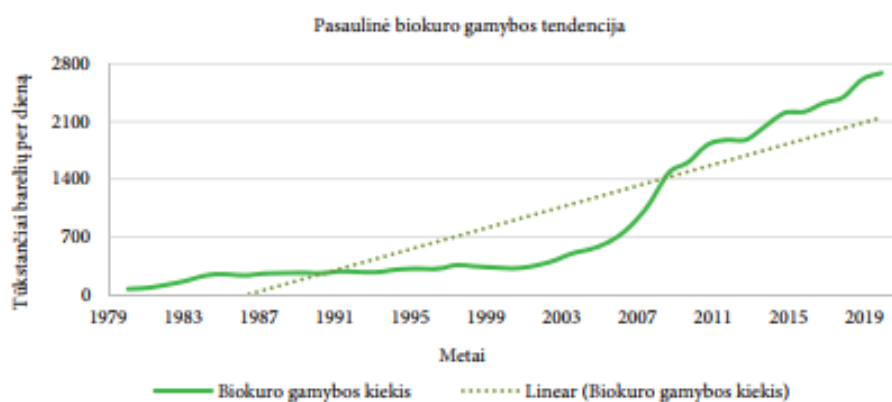
Norint pasiekti išsikeltus tikslus, susijusius su tvarumu, reikalingos išorinės valstybinės paskatos. Kadangi biokuro gamyba šiais laikais palyginus yra nuostolinga, todėl ją reikia skatinti atleidžiant vartotojus nuo mokesčių, teikiant subsidijas ar kitas finansines paskatas (Sorda et al., 2010). Daugelis šalių į savo politinę darbotvarkę įtraukė didesnę atsinaujinančių išteklių naudojimą. Biomasė ir yra vienas iš tokių išteklių, kuris yra reikšmingas kuriant įvairesnę ir tvaresnę energijos šaltinį (Kumar et al., 2010). Vyriausybės taip pat gali atsižvelgti į biokuro gamybos grandinę remdamos tarpinės gamybos sąnaudas (žaliavinius augalus), subsidijuodamos pridėtinės vertės veiksmus (darbą, kapitalą ir žemę) arba suteikdamos paskatas, skirtas galutiniams produktams. Verta paminėti, kad importo tarifai taip pat yra svarbūs norint apsaugoti nacionalines pramonės šakas nuo išorės konkurencijos. Ateityje tikimasi, kad dėl aukštesnių

naftos kainų biokuro gamyba ir vartojimas santykinai atpigėtų, tačiau lieka neaišku, kiek daugiau reikės paramos, kad biokuro pramonė taptų mažiau arba visai nepriklausoma nuo vyriausybės pagalbos (Sorda et al., 2010).

Mokslinės publikacijos ir duomenų analizės metu siekiama nustatyti, kaip ir kiek kartų skiriasi bioetanolio ir biodyzelino pagaminimo kiekiai pasaulyje ir Lietuvoje, taip pat įvertinamas tendencijų kitimas tam tikru laikotarpiu. Tokia analizė naudinga siekiant išsiaiškinti pasaulio bei Lietuvos skirtumus bei panašumus, išryškinti esamus tikslus, susijusius su biokuro iš biomasės produkcija.

3. Biokuro gamybos tendencija

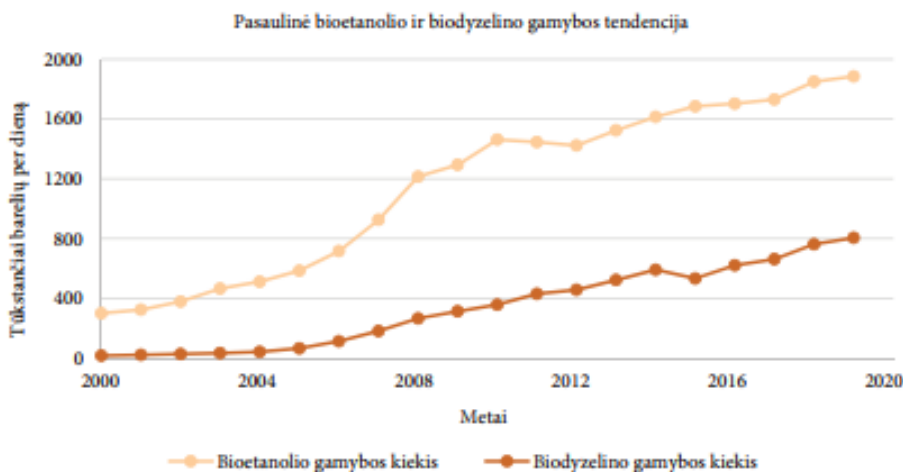
Nuolatinis žmonių skaičiaus augimas ir industrializacija padidino energijos poreikį visame pasaulyje, o tai sukėlė daugybę su energija susijusių problemų, įskaitant iškastinio kuro eikvojimą, aplinkos taršą ir elektros tiekimo trūkumą. Dėl šių sunkumų būtina plėtoti ir maksimaliai išnaudoti gausius atsinaujinančios energijos išteklius. Visame pasaulyje biokuro gamybos tendencija matoma 2 paveiksle.



2 paveikslas. Pasaulinė biokuro gamybos tendencija 1980–2019 m. laikotarpiu (sudaryta autoriaus, remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021)

Peržiūrėjus 2 paveikslą grafiką akivaizdžiai matoma, kad beveik 40 metų laikotarpio duomenų statistikoje biokuro gamyba smarkiai auga iki šių dienų. Itin ryškus biokuro gamybos šuolis matomas 2000–2011 metų, kai biokuro gamyba padidėjo 6 kartus, nuo 315 tūkst. barelių iki 1876 tūkst. barelių per dieną. Tačiau padidėjusi biokuro gamyba gali turėti įtakos žemės ūkio prekių (žaliavų) kainoms. Pasaulyje pagrindinės žaliavos, naudojamos biokuro gamybai, yra kukurūzai, kviečiai, cukranendrės, sojos, rapsai ir saulėgrąžos, kurios tiesiogiai arba netiesiogiai naudojamos maisto pramonėje.

Analizuojant išskiriamų dviejų svarbiausių biokuro rūšių, bioetanolio ir biodyzelino pagaminimo kiekius pasaulyje, 3 paveiksle matomas nevienodas šių biokuro rūšių gamybos pasiskirstymas.



3 paveikslas. Pasaulinė bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencija 2000–2019 m. laikotarpiu (sudaryta autoriaus, remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021)

Išanalizavus 19 metų bioetanolio ir biodyzelino gamybos iš biomasės statistiką visame pasaulyje, 3 paveiksle matomas tvaraus kuro, o ypač bioetanolio iš biomasės spartus gamybos didėjimas. Kintantis bioetanolio ir biodyzelino gamybos skirtumas kartais nurodytas 2 lentelėje.

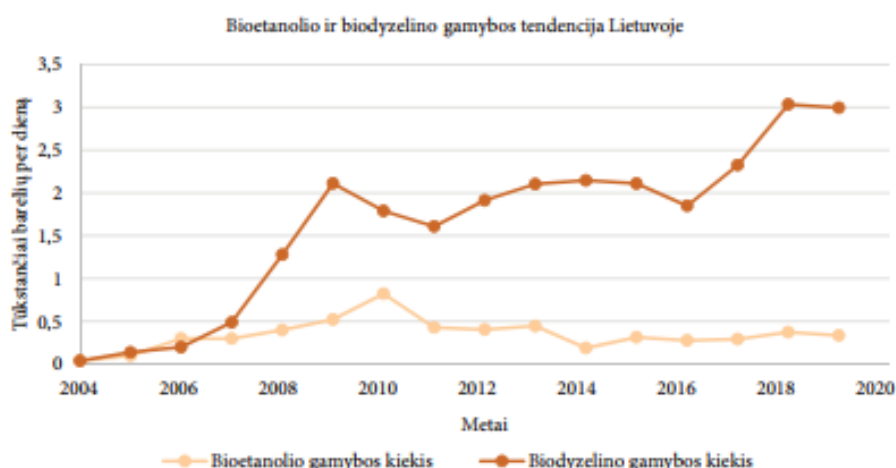
2 lentelė. Bioetanolio ir biodyzelino gamybos kiekių skirtumas kartais (sudaryta autoriaus, remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021)

Metai	Skirtumas kartais	Metai	Skirtumas kartais
2000	18,98	2010	4,09
2001	15,41	2011	3,36
2002	13,92	2012	3,12
2003	14,20	2013	2,92
2004	12,27	2014	2,73
2005	8,99	2015	3,16
2006	6,36	2016	2,74
2007	5,12	2017	2,62
2008	4,58	2018	2,43
2009	4,13	2019	2,34

Apskaičiavus tvaraus kuro gamybos skirtumus, didžiausias skirtumas matomas 2000 metais, lygus beveik 19 kartų, kai per metus bioetanolio buvo pagaminama apie 300 tūkst. barelių, o biodyzelino tik 16 tūkst. barelių. Pasaulyje sparčiai tobulėjant technologijoms ir bėgant laikui, bioetanolio ir biodyzelino iš biomasės gamybos skirtumas tendencingai mažėja – per 19 metų iki 2019 metų sumažėjo net 8 kartus. Tuo tarpu 2000–2010 metų laikotarpiu skirtumas buvo kur kas mažesnis ir svyravo maždaug nuo 1 iki 5 kartų.

Buvo teigiama, kad biokuro gamyba visame pasaulyje sukelia didesnę bėdą, o šis padidėjimas gali mažiau paveikti išsivysčiusias bendruomenes, kurios maistui išleidžia mažiau nei 1/10 savo pajamų, nei 2 milijardai neturtingų žmonių visame pasaulyje, kurie išleidžia maždaug 50–70 % savo pajamų maistui.

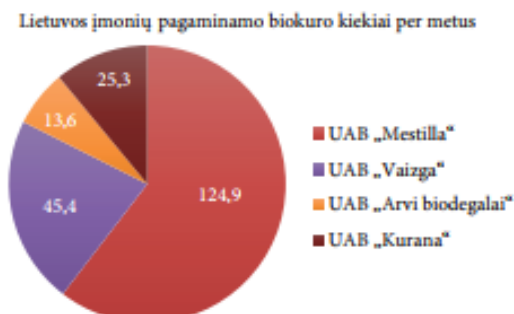
Itin skirtingi bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencijos rezultatai matomi žiūrint Lietuvos mastu. Palyginus su pasauline biokuro rinka, 4 paveiksle matomas atvirkščias variantas – biodyzelino pagaminama ženkliai daugiau negu bioetanolio. Ryškiausias skirtumas matomas 2014 metais, kai skirtumas tarp pagaminto biokuro siekė 11 kartų. 2015–2019 metų laikotarpiu bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencijų skirtumai svyravo nuo 6 iki 11 kartų.



4 paveikslas. Bioetanolio ir biodyzelino gamybos tendencija Lietuvoje 2004–2019 m. laikotarpiu (sudaryta autoriaus, remiantis U.S. Energy Information Administration, 2021)

Per pastaruosius 15 metų tvaraus kuro gamybos skirtumas Lietuvoje išaugo ir svyravo maždaug nuo 3 iki 8 kartų. Tokius pagaminamo bioetanolio ir biodyzelino kiekių šuolius lėmė netik pakilusios biomasės kainos, auginimo

prieinamumas bei galimybės, bet ir biokuro paklausa bei kaina. Šiuo metu Lietuvoje yra keletas biodyzelino ir bioetanolio gamintojų: UAB „Vaizga“, UAB „Mestilla“, UAB „Arvi biodegalai“, UAB „Kurana“, kurių gamybos pajėgumai pavaizduoti 5 paveiksle.



5 paveikslas. Konkrečių Lietuvos įmonių pagaminamo biokuro kiekiai milijonais litrų per metus (sudaryta autoriaus, remiantis Katinas et al., 2018)

Pastaraisiais metais Lietuvoje sparčiai plėtojama biotechnologinė veikla, pavyzdžiui, kurią vykdo Lietuvos biotechnologų asociacija. Tokios asociacijos skatina biotechnologijos mokslą bei jo pritaikymą įvairiose kategorijose, taip prisidedant prie aplinkosaugos bei energijos krizės sprendimo. Lietuvoje yra sukurta pakankamai pajėgumų biokuro gamybai. Be to, šalis turi pakankamai nuosavų žaliavų biodyzelinui ir bioetanoliui gaminti. Tačiau nepaisant šių veiksnių, biokuro gamybos plėtra įvairiose šalyse ir besivystančiose ES valstybėse narėse, tarp jų ir Lietuvoje, yra nepakankama dėl didelių biokuro gamybos sąnaudų (Katinas et al., 2018). Nepaisant nepakankamos biokuro išeigos iš biomasės, pagrindinės kliūtys būtent Lietuvoje susijusios su žemės ūkio sistemos potencialu – auginimo plotų trūkumas ir žemas biomasės, pavyzdžiui, rapsų, produktyvumas lyginant su kitomis išsivysčiusiomis ES šalimis.

Išvados

1. Biotechnologijos toliau vystosi ir išliks pagrindine visuomenės naujovių ir vystymosi varomąja jėga, o didėjant suvartojimo lygiui didėja maisto ir degalų paklausa. Biotechnologijų pramonės sektoriuje siekiama gaminti unikalius produktus ir procesus, gerinančius individų ir visos visuomenės gyvenimą, sveikatą ir gerovę, plačiai pritaikant biomedicininę diagnostiką, terapiją, vaistų tiekimą, biojutiklius, audinių inžineriją ir biokuro gamybą. Srityje kuriami produktai yra brangūs ir reikalauja daug kapitalo, kad produktas būtų komercializuotas ir sėkmingai patenkintų kintančius vartotojų poreikius.
2. Baltajai biotechnologijos šakai priskiriamas biokuras padeda išlaikyti ekonominį ir aplinkosauginį tvarumą ir yra skirstomas į dujinius ir skystus biodegalus. Į biokuro gamybos sudėtingumą įeina gamyklų bei įrenginių priežiūra, sterilumo ir reikalingų aplinkos sąlygų palaikymas, naujai kuriamų naujos kartos biokuro gamyklų įrengimo ir eksploatavimo bei priežiūros išlaidos, energijos sąnaudos, išlaidos, susijusios su įvairiomis politikos priemonėmis. Kadangi biokuro poreikis, gamybos ir naudojimo technologijos tobulėja, matomas teigiamas poveikis, tikimasi, kad laikui bėgant biokuro gamyba taps rentablesne ir prieinamesne.
3. Visame pasaulyje itin klesti bioetanolio gamyba, palyginti su biodyzelino gamyba, didžiausias skirtumas matomas 2000 metais, kuris tarp kuro rūšių lygus beveik 19 kartų. Palyginus su pasauline rinka, Lietuvoje bioetanolio pagaminama ženkliai mažiau – ryškiausias skirtumas matomas 2014 metais, kai skirtumas tarp pagaminto biokuro siekė 11 kartų.

Literatūra

- Antar, M., Lyu, D., Nazari, M., Shah, A., Zhou, X., & Smith, D. L. (2021). Biomass for a sustainable bioeconomy: An overview of world biomass production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110691. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110691>
- Azadi, P., Malina, R., Barrett, S. R. H., & Kraft, M. (2017). The evolution of the biofuel science. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 1479–1484. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.181>
- Azizipour, N., Avazpour, R., Rosenzweig, D. H., Sawan, M., & Ajji, A. (2020). Evolution of biochip technology: A review from lab-on-a-chip to organ-on-a-chip. *Micromachines*, 11(6), 1–15. <https://doi.org/10.3390/mi11060599>

- Barcelos, M. C. S., Lupki, F. B., Campolina, G. A., Nelson, D. L., & Molina, G. (2018). The colors of biotechnology: General overview and developments of white, green and blue areas. *FEMS Microbiology Letters*, 365(21), 1–11. <https://doi.org/10.1093/femsle/fny239>
- Bauer, M. S., & Kirchner, J. A. (2020). Implementation science: What is it and why should I care? *Psychiatry Research*, 283, 112376. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.04.025>
- Cornelissen, M., Malyska, A., Nanda, A. K., Lankhorst, R. K., Parry, M. A. J., Saltenis, V. R., Pribil, M., Nacry, P., Inzé, D., & Baekelandt, A. (2021). Biotechnology for tomorrow's world: Scenarios to guide directions for future innovation. *Trends in Biotechnology*, 39(5), 438–444. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2020.09.006>
- Falcone, P. M., & Sica, E. (2019). Assessing the opportunities and challenges of green finance in Italy: An analysis of the biomass production sector. *Sustainability*, 11(2), 517. <https://doi.org/10.3390/su11020517>
- Felneris, M., & Raslavičius, L. (2016). Algal biodiesel in Lithuania: From promise to reality. *Procedia Engineering*, 134, 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.046>
- Garcia, D. P., Caraschi, J. C., Ventorim, G., Vieira, F. H. A., & de Paula Protásio, T. (2019). Assessment of plant biomass for pellet production using multivariate statistics (PCA and HCA). *Renewable Energy*, 139, 796–805. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.103>
- Katinas, V., Gaigalis, V., Savickas, J., & Marčiukaitis, M. (2018). Analysis of sustainable liquid fuel production and usage in Lithuania in compliance with the National Energy Strategy and EU policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.038>
- Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S., & Mishra, S. (2010). Renewable energy in India: Current status and future potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), 2434–2442. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.04.003>
- Magnusson, M. K., & Hursti, U.-K. K. (2002). Consumer attitudes towards genetically modified foods. *Appetite*, 39(1), 9–24. <https://doi.org/10.1006/APPE.2002.0486>
- Ogunkunle, O., & Ahmed, N. A. (2019). A review of global current scenario of biodiesel adoption and combustion in vehicular diesel engines. *Energy Reports*, 5, 1560–1579. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.10.028>
- Perea-Moreno, M. A., Samerón-Manzano, E., & Perea-Moreno, A. J. (2019). Biomass as renewable energy: Worldwide research trends. *Sustainability*, 11(3), 863. <https://doi.org/10.3390/su11030863>
- Pettersson, K., Wetterlund, E., Athanassiadis, D., Lundmark, R., Ehn, C., Lundgren, J., & Berglin, N. (2015). Integration of next-generation biofuel production in the Swedish forest industry – A geographically explicit approach. *Applied Energy*, 154, 317–332. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.04.041>
- Sharma, A., Muqeem, M., Sherwani, A. F., & Ahmad, M. (2018). Optimization of diesel engine input parameters running on Polanga biodiesel to improve performance and exhaust emission using MOORA technique with standard deviation. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 40(22), 2753–2770. <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1511647>
- Sharma, S., Kundu, A., Basu, S., Shetti, N. P., & Aminabhavi, T. M. (2020). Sustainable environmental management and related biofuel technologies. *Journal of Environmental Management*, 273, 111096. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111096>
- Shen, D. K., Gu, S., Luo, K. H., Bridgwater, A. V., & Fang, M. X. (2009). Kinetic study on thermal decomposition of woods in oxidative environment. *Fuel*, 88(6), 1024–1030. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.10.034>
- Shimasaki, C. (2014). Understanding biotechnology product sectors. In *Biotechnology entrepreneurship: Starting, managing, and leading biotech companies* (pp. 113–138). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404730-3.00009-9>
- Skare, M., & Soriano, D. R. (2021). How globalization is changing digital technology adoption: An international perspective. *Journal of Innovation & Knowledge*, 6(4), 222–233. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2021.04.001>
- Sorda, G., Banse, M., & Kemfert, C. (2010). An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, 38(11), 6977–6988. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.066>
- Taheri, F., Azadi, H., & D'Haese, M. (2017). A world without hunger: Organic or GM crops? *Sustainability*, 9(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su9040580>
- U.S. Energy Information Administration. (2021). *Biofuels explained*. <https://www.eia.gov/energyexplained/biofuels/data-and-statistics.php>
- United Nations Environment Programme. (2011). Pathways to sustainable development and poverty eradication: A synthesis for policy makers. In *Towards a GREEN Economy* (pp. 1–52). https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf
- Uzojinwa, B. B., He, X., Wang, S., El-Fatah Abomohra, A., Hu, Y., & Wang, Q. (2018). Co-pyrolysis of biomass and waste plastics as a thermochemical conversion technology for high-grade biofuel production: Recent progress and future directions elsewhere worldwide. *Energy Conversion and Management*, 163, 468–492. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.02.004>
- Wahlen, B. D., Willis, R. M., & Seefeldt, L. C. (2011). Biodiesel production by simultaneous extraction and conversion of total lipids from microalgae, cyanobacteria, and wild mixed-cultures. *Bioresource Technology*, 102(3), 2724–2730. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.11.026>
- Wei, H., Liu, W., Chen, X., Yang, Q., Li, J., & Chen, H. (2019). Renewable bio-jet fuel production for aviation: A review. *Fuel*, 254, 115599. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.06.007>
- Yeung, A. W. K., Trzvetkov, N. T., Gupta, V. K., Gupta, S. C., Orive, G., Bonn, G. K., Fiebich, B., Bishayee, A., Efferth, T., Xiao, J., Silva, A. S., Russo, G. L., Daglia, M., Battino, M., Orhan, I. E., Nicoletti, F., Heinrich, M., Aggarwal, B. B., Diederich, M., ...

- Atanasov, A. G. (2019). Current research in biotechnology: Exploring the biotech forefront. *Current Research in Biotechnology*, 1, 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.CRBIOT.2019.08.003>
- Yin, C. (2012). Microwave-assisted pyrolysis of biomass for liquid biofuels production. *Bioresource Technology*, 120, 273–284. <https://doi.org/10.1016/j.BIORTECH.2012.06.016>

OVERVIEW OF THE TREND IN BIOFUEL PRODUCTION VOLUMES

Lina MICKEVIČIŪTĖ, Manuela TVARONAVIČIENĖ

Abstract. The biotechnology industry aims to produce unique products and processes that improve the lives, health and well-being of individuals and society as a whole. Over the last few decades, interest in biology or biomedicine has grown significantly and science has been widely applied in a wide range of biomedical and life sciences fields, including diagnostics, therapy, drug delivery, biosensors, tissue engineering, and biofuel production. Carbon emissions have been an issue for many years, and the production of renewable biofuels from biomass has been widely studied to reduce carbon emissions and ensure sustainable industrial development. Biofuels are receiving a great deal of attention from researchers in various categories of the biotechnology sector to address energy shortages and environmental issues. The aim of the article is to compare the production volumes of biofuels in the world and in Lithuania after analyzing the trends in biofuel production. During the research, the data on the production volumes of bioethanol and biodiesel produced in the world and in Lithuania are statistically analyzed. After evaluating the obtained results, the trend of biofuels is evaluated.

Keywords: biofuels, biomass, trend, bioethanol, biodiesel, carbon dioxide, renewable energy, sustainability, biotechnology.

4 priedas. Sertifikatas



**VILNIUS
TECH**

Verslo vadybos
fakultetas

SERTIFIKATAS

Šiuo dokumentu pažymima, kad

Lina Mickevičiūtė

25-oje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje

„Economics and Management“

vykusioje 2022 m. spalio 13 d. Vilniaus Gedimino technikos universiteto
Verslo vadybos fakultete

skaitė pranešimą
BIOKURO GAMYBOS KIEKIŲ TENDENCIJOS APŽVALGA

Verslo vadybos fakulteto dekanė

prof. dr. Vida Davidavičienė

Mokslo ir inovacijų prodekanė

prof. dr. Viktorija Skvarciany