



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

Šarūnas Leimonas

**GAMYBOS PROCESŲ OPTIMIZAVIMO MODELIS KELIŲ STATYBOS
SEKTORIUJE
MODEL OF MANUFACTURING PROCESSES OPTIMIZATION IN
ROADS CONSTRUCTION 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 vedėja

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

(Data)

Šarūnas Leimonas

**GAMYBOS PROCESŲ OPTIMIZAVIMO MODELIS KELIŲ STATYBOS
SEKTORIUJE**
**MODEL OF MANUFACTURING PROCESSES OPTIMIZATION IN
ROADS CONSTRUCTION SECTOR**

Baigiamasis magistro darbas

Inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX086

Gamybos vadybos specializacija

Vadybos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Juozas Merkevičius
(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 _____ Egz. sk. Data*.....*.....
--	--	---

Antrosios pakopos studijų Inžinerinės ekonomikos ir vadybos programos magistro baigiamasis darbas Pavadinimas Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje Autorius Šarūnas Leimonas Vadovas Juozas Merkevičius	
--	--

Kalba: lietuvių

Anotacija Šiame baigiamajame magistro darbe „Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje“ nagrinėjamos gamybos procesų optimizavimo kryptys kelių statybos sektoriuje. Atlikta mokslinės literatūros analizė ir apibendrinti kelių statybos sektoriui taikytini teoriniai optimizavimo ir valdymo modeliai. Pateikta baigiamajame darbe naudojamų mokslinių tyrimų metodologija, taip pat atliktos kelių statybos sektoriaus ir atvejo analizės. Vykdomam tyrimui naudoti kiekybinis ir kokybinis - ekspertų vertinimo ir giluminio interviu metodai. Ekspertų vertinimas atliktas anketavimo būdu. Remiantis gautais rezultatais aprašyti gamybos procesų gerinimo būdai ir sukurtas gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriui. Pateiktos rekomendacijos organizacijoms. Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, gamybos optimizavimo ir valdymo teorinių modelių, taikytinų kelių statybos sektoriuje, apibendrinimas, kelių statybos sektoriaus analizė, gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje, išvados, literatūros sąrašas. Darbo apimtis - 72 puslapiai teksto be priedų, 11 paveikslėlių, 16 lentelių, 76 bibliografiniai šaltiniai. Priedai prisegami prie darbo.

Prasminiai žodžiai: gamyba, procesai, optimizavimas, metodologija, modelis, analizė, keliai, statybos sektorius.

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 Title Model of Manufacturing Processes Optimization in Roads Construction Sector Author Šarūnas Leimonas Academic supervisor Juozas Merkevičius		
Thesis language: Lithuanian		
Annotation In this final master's thesis, "Model of Manufacturing Processes Optimization in Roads Construction Sector", the directions of production process optimization in the road construction sector are examined. An analysis of the scientific literature was performed and the theoretical optimization and management models applicable to the road construction sector were summarized. The research methodology used in the thesis is presented, as well as road construction sector and case studies. Quantitative and qualitative - expert assessment and in-depth interview methods were used during the research. The experts' assessment was carried out by means of a questionnaire. Based on the obtained results, methods of improving production processes are described and a production process optimization model for the road construction sector is developed. Recommendations for organizations are provided. Thesis structure: introduction, summary of theoretical models of production optimization and management applicable in the road construction sector, analysis of the road construction sector, optimization model of production processes in the road construction sector, conclusions, list of references. Thesis consist of - 72 pages of text without appendices, 11 pictures, 16 tables, 76 bibliographic sources. Accessories are attached to the work.		
Keywords: production, processes, optimization, methodology, model, analysis, roads, construction sector.		

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Šarūnas Leimonas, 20146101

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Verslo vadybos fakultetas

(Fakultetas)

Inžinerinė ekonomika ir vadyba, GVfm-21

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2022 m. gruodžio 06 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje“ yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: docentas daktaras Juozas Merkevičius. Mano darbo vadovas docentas daktaras Juozas Merkevičius.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).

(Parašas)

Šarūnas Leimonas

(Vardas ir pavardė)

SUTIKIMAS DĖL ASMENS DUOMENŲ NAUDOJIMO

2022 – 12 – 06

(Data)

Šiuo sutikimu aš, Šarūnas Leimonas (toliau – Duomenų subjektas) sutinku, kad Vilniaus Gedimino technikos universitetas, juridinio asmens kodas 111950243, adresas Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius (toliau – Duomenų valdytojas), tvarkytų mano asmens duomenis kitų studentų mokymosi tikslu. T. y. tvarkytų (*pažymėkite tinkamą*):

- ☐ vardą, pavardę, bakalauro baigiamąjį darbą;
- ☐ bakalauro baigiamąjį darbą, nenurodant vardo, pavardės;
- ☐ vardą, pavardę, magistro baigiamąjį darbą;
- ☒ magistro baigiamąjį darbą nenurodant vardo, pavardės.

Šiuo tikslu tvarkomų asmens duomenų Duomenų valdytojas neperduos jokiems tretiesiems asmenims, studentams su baigiamaisiais darbais bus leidžiama susipažinti vidinėje informacinėje sistemoje. Duomenų subjekto asmens duomenys šiuo tikslu bus naudojami ne ilgiau nei 5 metai.

Šiuo sutikimu Duomenų subjektas patvirtina, kad yra supažindintas su šiomis teisėmis:

- Susipažinti su savo duomenimis ir kaip jie yra tvarkomi (teisė susipažinti);
- Reikalauti ištaisyti arba, atsižvelgiant į asmens duomenų tvarkymo tikslus papildyti asmens neišsamius asmens duomenis (teisė ištaisyti);
- Savo duomenis sunaikinti arba sustabdyti savo duomenų tvarkymo veiksmus (išskyrus saugojimą) (teisė sunaikinti ir teisė „būti pamirštam“);
- Reikalauti, kad asmens duomenų valdytojas apribotų asmens duomenų tvarkymą (teisė apriboti);
- Teisė į duomenų perkėlimą (teisė perkelti);
- Nesutikti, kad būtų tvarkomi asmens duomenys, kai šie duomenys tvarkomi ar ketinami tvarkyti kitais tikslais;
- Pateikti skundą Valstybinei duomenų apsaugos inspekcijai;

Duomenų subjektas turi teisę bet kuriuo metu atšaukti savo sutikimą.

Šarūnas Leimonas

[Duomenų subjekto vardas, pavardė, parašas]

Duomenų valdytojo rekvizitai:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Juridinio asmens kodas: 111950243

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Tel. (8 5) 274 5030

Faks. (8 5) 270 0112

El. paštas: vgtu@vgtu.lt

PVM mokėtojo kodas: LT119502413

Duomenų apsaugos pareigūno tel. (8 5) 251 2191, el. paštas: dap@vgtu.lt

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
PRIEDAI	10
IVADAS.....	11
1. GAMYBOS OPTIMIZAVIMO IR VALDYMO MODELIŲ, TAIKYTINŲ AUTOMOBILIŲ KELIŲ STATYBOS SEKTORIUJE, APIBENDRINIMAS.....	14
1.1. Gamybos proceso samprata	14
1.2. Gamybos modeliai	17
1.3. Gamybos optimizavimo modeliai	19
1.4. Gamybos optimizavimo ciklas.....	26
1.5. Gamybos optimizavimo veiksniai ir kriterijai	27
2. KELIŲ STATYBOS SEKTORIAUS ANALIZĖ	31
2.1. Kelių statybos sektoriaus gamybos procesų optimizavimo tyrimo metodologija	31
2.2. Kelių statybos sektoriaus apžvalga	35
2.3. Kelių statybos sektoriaus įmonių plėtros veiksnių analizė	41
2.4. Kelių statybos sektoriaus atvejo analizė	44
3. KELIŲ STATYBOS SEKTORIUJE VEIKIANČIŲ GAMYBOS PROCESŲ OPTIMIZAVIMO TYRIMŲ REZULTATAI.....	47
3.1. Giluminio interviu rezultatai.....	47
3.2. Ekspertų vertinimo rezultatai.....	52
3.2.1. Technologinės inovacijos	52
3.2.2. Produkto inovacijos	55
3.2.3. Gamybos būdo technologijos	56
3.3. Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje.....	56
3.4. Kelių statybos sektoriaus gamybos procesų optimizavimo modelio diegimo rekomendacijos	60
IŠVADOS	62
LITERATŪROS SĄRAŠAS	65
PRIEDAI	72

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Gamybos optimizavimo metodai	23
2 lentelė. Europos Sąjungos BPV augimas ir prognozė 2020-2023 m.....	36
3 lentelė. Labiausiai tikėtinos rizikos statybos sektoriuje	40
4 lentelė. Inovacijų tipai	41
5 lentelė. Inovacijų skirstymas	41
6 lentelė. Inovacijų skirstymas	42
7 lentelė. Gamybos žaliavų įsigijimas	47
8 lentelė. Įmonės darbo ir gamybos našumas	48
9 lentelė. Susirinkimai dėl gamybos procesų optimizavimo įmonėje	49
10 lentelė. Dabar įmonėje taikomos gamybos proceso optimizavimo galimybės.....	49
11 lentelė. Gamybos procesų optimizavimo sunkumai įmonėje	50
12 lentelė. Dažniausiai atsirandančios problemos gamybos sektoriuje.....	51
13 lentelė. Produkcijos kokybės tikrinimo dažnumas	51
14 lentelė. Gamybos produkcijos broko pasitaikymas įmonėje	52
15 lentelė. Ekspertų vertinimo metodo kiekybinė išraiška.....	53
16 lentelė. Ryšys tarp gamybos procesų optimizavimo ir technologinių inovacijų taikymo ...	54

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Gamybos proceso etapai	19
2 pav. Subalansuotų rodiklių sistemos modelis.....	23
3 pav. Gamybos optimizavimo ciklas.....	26
4 pav. Gamybos procesų statybos sektoriuje dalyvių poveikis procesų optimizavimui	28
5 pav. ES ir Euro zonos (angl. EA-19), statybos darbai 2005–2022 m. (2015 m. = 100)	35
6 pav. Kelių infrastruktūros investicijos Europoje, milijardais eurų	37
7 pav. Lietuvoje atliktų statybos darbų indeksas (2015 m. mėnesio vidurkis = 100)	38
8 pav. Statybos sąnaudų elementų metiniai kainų pokyčiai 2017–2022 m.	39
9 pav. UAB „YIT Lietuva“ finansų rodikliai 2017-2021 m.....	44
10 pav. Kelių statybos sektoriuje dirbančių įmonių pelningumo prieš mokesčius (pelno prieš apmokestinimą ir pardavimo pajamų santykis) palyginimas	45
11 pav. Kelių statybos sektoriaus gamybos procesų optimizavimo modelis	59

PRIEDAI

1 priedas. Giluminio interviu klausimai respondentams	72
2 priedas. Ekspertinio vertinimo anketa	73
3 priedas. Mokslinis straipsnis	74

IVADAS

Tyrimo aktualumas – nuolatinis gamybos procesų tobulinimas, siekiant sumažinti gamybos kaštus, yra aktuali problema šiuolaikiniame versle. Poreikis tobulėti tapo ypatingai aktualus pastaraisiais metais dėl su COVID-19 pandemija susijusių apribojimų, kurie lėmė sumažėjusią gamybos procesų spartą ir kintančias žaliavų bei medžiagų kainas. Pavyzdžiui, Vokietijoje, gamybos sektoriuje, 2021 m. buvo jaučiamas didelis darbuotojų trūkumas (European Construction Industry Federation, 2022). Dėl pandemijos metu tarptautiniu mastu įvestų apribojimų, 2021 m. gamybos sektoriuje kilo nemažai tiekimo grandinės sutrikimų, kurių atsiradimo priežastis neretai buvo gabenimo konteinerių ir žmoniškųjų išteklių trūkumas Azijos uostuose. Daromos prielaidos, kad tiekimo grandinės sutrikimai ir šių sutrikimų sukelti padariniai turėtų būti pašalinti iki 2023 m. (Committee for European Construction Equipment, 2022), tačiau kai kurios pasekmės gali išlikti ir ilgiau. Dėl patirtų sutrikimų statybų rinkoje augo statybinių žaliavų ir medžiagų, energetinių išteklių kainos, o prieš pandemiją vyravusių kainų tendencijos sugrąžinimas tapo sudėtingu uždaviniu. Prie viso to Lietuvos statybų pramonei ryškų neigiamą poveikį daro ir geopolitinė situacija regione – vykstantis karas Ukrainoje, ir kaip pasekmė į Lietuvą, dėl išreikšto aiškaus valstybės požiūrio į rytų agresorių, nutrauktas daugelio statybos pramonėje naudojamų žaliavų ir medžiagų tiekimas. Atsižvelgiant į susidariusią situaciją peršasi išvada, kad vykstantis statybinių resursų ir energetinių išteklių kainos augimas, taip pat tam tikrų, specifinių, žaliavų ir medžiagų stygius, turės ilgalaikės neigiamos įtakos visai statybos pramonei bent kelių metų laikotarpiu (European Construction Industry Federation, 2022).

Minėtos aplinkybės verčia visą statybos sektorių – tiek privataus verslo atstovus valdančias statybos ar projektavimo darbus užsiimančias įmones, tiek valstybines su statybų pramone susijusias institucijas, prisitaikyti prie pokyčių ir ieškoti efektyvumo didinimo galimybių vykdant konkrečias, standartines užduotis ir būdų optimizuoti pagrindinius gamybos procesus palaikančius organizacijų veikimą. Nepaisant susidariusios situacijos, Lietuvoje statybos darbų paklausa nemažėja ir tendencijos rodo, kad investicijos statybos sektoriuje išliko stabilios. Be viso to prognozuojama, kad artimiausiais metais jos tik didės (Committee for European Construction Equipment, 2022).

Investicijos į infrastruktūrą kuria kelių statybos sektoriaus veiklos paklausą, bet kartu ir reikalauja organizacijų lankstumo, efektyvaus darbo ir procesų optimizavimo, kad vykdomos užduotys būtų atliekamos laiku ir pelningai. Daugelyje pramonės šakų sparčiai taikomos naujos, statybų sektorius taip pat ne išimtis. Nors statybinės žaliavos bei medžiagos ir naudojami gamybos metodai palaipsniui buvo tobulinami, pamatinė kelių statybos darbo

struktūra iš esmės nepasikeitė dešimtmečius. Kelių statybos sektoriaus veiklos paklausa ateityje neturėtų mažėti, nes didėja lengvųjų automobilių ir kitų transporto priemonių naudojimo mastai. Vis tik transporto panaudojimo galimybės labai priklauso nuo transporto kelių tinklo ir su jais susijusios infrastruktūros. Patikima infrastruktūra sietina su klestinančia ekonomika, o netinkamas infrastruktūros išvystymas prisideda prie spūsčių ir sukuria daugelį įvairių problemų. Dėl to, Europos Sąjungoje skatinama didesnę civilinės inžinerijos biudžeto dalį skirti transporto kelių projektams. Lietuvoje taip pat stengiamasi kurti vis daugiau modernių gamybos įmonių, kurių valdymui reikalingi specialistai, išmanantys gamybos optimizavimo procesus. Kelių statybos sektoriuje procesų optimizavimas svarbus ne tik planuojant darbus globaliuoju požiūriu, tačiau ir vykdant kasdieninius darbus bei užduotis, kadangi minėtasis pramonės sektorius apima ne tik statybos procesų valdymą, bet taip pat kelių statybai reikalingų technologijų diegimą, resursų gavybą bei gamybą, jų transportavimą, logistiką ir ekonomišką bei tvarų naudojimą.

Tyrimo problema – pritaikyti naudojamus gamybos procesų optimizavimo būdus kelių statybos sektoriui, siekiant sukurti optimalų modelį, kuriuo remiantis būtų galima maksimaliai sumažinti statybos procesams reikalingas laiko sąnaudas, pasiekti didžiausią darbuotojų ir mechanizmų darbo našumą, gauti didžiausią grynąjį pelną ir taip išlikti konkurencingais.

Tyrimo objektas – gamybos procesų optimizavimas kelių statybos sektoriuje.

Tyrimo tikslas – nustatyti gamybos procesų optimizavimo kryptis kelių statybos sektoriuje ir pasiūlyti gamybos procesų optimizavimo modelį.

Tyrimo uždaviniai:

1. Apibendrinti gamybos optimizavimo ir valdymo teorinius modelius, taikytinus kelių statybos sektoriuje;
2. Atlikti kelių statybos sektoriaus analizę;
3. Ištirti kelių statybos sektoriuje veikiančių gamybos procesų optimizavimo galimybes;
4. Pasiūlyti gamybos procesų optimizavimo modelį kelių statybos sektoriuje.

Tyrimo metodai – mokslinės literatūros analizė buvo pagrindinis metodas pirmoje darbo dalyje, kur analizuojami gamybos optimizavimo ir valdymo modeliai, taikytini kelių statybos sektoriuje. Antroje darbo dalyje greta literatūros analizės buvo analizuojami ir statistiniai duomenys apie kelių statybos sektorių ir jame vyraujančias tendencijas. Taip pat atlikta pasirinktos įmonės atvejo analizė. Trečioje darbo dalyje naudoti kokybiniai tyrimo metodai - ekspertinis vertinimas ir giluminis interviu, kuriuo remiantis atliktas empirinis kelių statybos sektoriuje veikiančių gamybos procesų optimizavimo galimybių tyrimas.

Tyrimo struktūra – darbas sudarytas iš įvado, trijų pagrindinių dėstomųjų dalių, išvadų, literatūros sąrašo bei gale pateikiamo priedų sąrašo. Pirma dėstomoji dalis skirta gamybos optimizavimo ir valdymo modelių, taikytinų kelių statybos sektoriuje teorinei analizei. Antroje dalyje atliekama kelių statybos sektoriaus analizė, pasiremiant konkrečiais faktais ir statistine medžiaga. Trečioji dalis apima empirinį kelių statybos sektoriuje veikiančių gamybos procesų optimizavimo galimybių tyrimą bei rezultatų apibendrinimą.

Tyrimo praktinė reikšmė – išnagrinėjus tyrime išsikeltas kylančias problemas sukuriamas gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje. Modelyje pateikiami technologijų inovacijų diegimo, produktų ir žaliavų tiekimo grandinės gerinimo ir gamybos technologijų gerinimo būdai. Prie tyrimo išvadų pateikiamos rekomendacijos, kuriomis gali vadovautis, ir sudarytu gamybos procesų optimizavimo modeliu remtis, kelių statybos sektoriaus organizacijos, siekiančios patobulinti savo veiklą.

1. GAMYBOS OPTIMIZAVIMO IR VALDYMO MODELIŲ, TAIKYTINŲ AUTOMOBILIŲ KELIŲ STATYBOS SEKTORIJE, APIBENDRINIMAS

1.1. Gamybos proceso samprata

Šiuolaikiniam kelių statybos sektoriui, kaip ir bet kuriam kitam pramonės sektoriui, būdingi tam tikri procesai, vykstantys principine eiga. Nagrinėjant kelių statybos sektoriaus struktūrą, reikia apibrėžti, kaip suvokiama gamybos proceso samprata.

Verslo procesas – tai tarpusavyje sąveikaujančių arba susijusių organizacijos veiksmų visuma, gavinius paverčianti rezultatais (produktu). Procesą galima suprasti ir kaip veiksmų seką, sujungiančią materialinius, intelektualius bei finansinius resursus (įskaitant ir žmogiškuosius) ir veiklas, reikalingas numatytam rezultatui pasiekti (Gegužienė, Kamienas, Maciukevičienė, 2019). Panašiai verslo procesą įvardija Davidavičienė (2012) teigdama, kad verslo procesas yra vykdomos veiklos rūšių tam tikra seka, kurios paskirtis vertei kurti, įgyvendinant organizacijos tikslus. Melville (2011) pažymi, kad gamybos įmonės veikla apibūdinama resursų panaudojimu gamyboje, gamybos procesu bei gamybos (paslaugų ar gaminių) apimtimi. Esminė gamybos įmonės funkcija – gaminti pelningą ir konkurencingą produkciją, skirtą vartotojų reikmėms tenkinti, todėl produkcijos gamybos teikimo procesas susideda iš tarpusavyje susijusių veiklų (užduočių) srauto. Jei gamybos procesas yra efektyvus, tuomet gamybos išlaidos būna mažesnės ir sukuriama didesnė pridėtinė vertė.

Rut ir Wolczanski (2016) teigia, kad gamybos procesas – tai įvairių procesų spektras ir sąmoningai atliekami veiksmai, kurie yra labai svarbūs verslui. Kadangi aplinkos reikalavimai dažnai keičiasi, statybos sektorius verčiamas užtikrinti gamybos tęstinumą, keisti strateginę padėtį, diegti naujoves ir skatinti konkurencingumą. Toliau kalbėdami apie gamybos procesą, autoriai mini, kad tai yra ne tik labai svarbus, bet ir sudėtingas procesas, kurio tikslas – pagaminti tam tikrus produktus. Tačiau Mickevičienė ir Burinskienė (2019) gamybą įvardina kaip materialinių bei dvasinių gėrybių kūrimą, naudojant gamybos veiksnius. Autorių nuomone, tai sudėtinga sistema, kuri apima tiek gamybos įmonių aprūpinimą žaliavomis, tiek jų panaudojimą ir gaminių paskirstymą. Sharmos (2017), teigimu, gamybą galima suprasti kaip laipsnišką vienos formos medžiagos pavertimą kita forma cheminiu ar mechaniniu būdu, siekiant sukurti ar pagerinti produkto naudingumą vartotojui. Taigi, anot autoriaus, gamyba – pridėtinės vertės procesas. Sharma (2017), kaip ir Mickevičienė su Burinskiene (2019), gamybą sieja su žaliavų pavertimu reikiama produktais, kurie turi reikiamą kokybės lygį. Kelių statybos sektoriui šis teiginys puikiai tinka, nes iš turimų žaliavų jame gaminamas produktas, kuriuo naudojasi daugelis vartotojų.

Gamybos proceso suformavimas yra priemonių, racionaliai koordinuojančių atskiras gamybos procesų dalis su darbo objektų bei darbo priemonių naudojimu, sistema, kuri apima visas organizacijos veiklos sritis ir etapus. Organizacijos turi savitus gamybos proceso formavimo ypatumus: dėl nedidelių gamybos apimčių, kapitalinių, idėjinių, darbuotojų kvalifikacijos lygmens ypatumų, gamybinių pajėgumų ribotumo bei kt. Į visa tai turi būti atsižvelgiama optimizuojant tiek pagrindinius, tiek pagalbinius bei aptarnavimo procesus (Kavaliauskienė ir Žukauskaitė, 2021). Aften'as ir Frumušanu (2017) požiūriu, gamybos procesas sudarytas iš netechnologinių ir technologinių produkcijos transformacijos procesų. Esant netechnologinių procesų eigai – darbo objektų savybės, formos ir dydžiai išlieka tokios pat. Technologiniuose procesuose kinta darbo objektų savybės, formos ir dydžiai. Analizuojant gamybos proceso sudedamąsias dalis, technologinis procesas būna neatskiriama transformacijos proceso dalimi.

Žikevičiūtė ir Zabelavičienė (2012) akcentuoja, kad procesų valdymo funkcijos paskirtis padėti organizacijai įgyvendinti išsikeltus tikslus ir strategijas. Gamybos procesų valdymo principai sąlygoja pagrindinius gamybos įmonės vykdomos veiklos rodiklius. Krasickaitės, Žemaitytės ir Paliulienės teigimu, galimi šie gamybos proceso organizavimo principai: proporcingumas, ritmingumas, nenutrūkstamumas, sroviškumas, specializavimas, automatizavimas ir mechanizavimas, gamybos proceso lankstumas ir gamybos integravimas (Krasickaitė et al., 2019). Atsižvelgiant į naudojamą gamybos technologiją ir techniką, gamybos apimtis ir gaminamos produkcijos esamą nomenklatūrą, siekiama gauti kuo didesnius rezultatus mažiausiais kaštais.

Pasak Kavaliauskienės ir Žukauskaitės (2021), atkreiptinas dėmesys, jog siekiant sukurti vienodą ir stiprią gamybos proceso sistemą, apimančią visą organizaciją bei jos struktūrą, palengvinant darbuotojams užduočių paskirstymą, gana svarbu įtraukti dirbančius siekti bendro tikslo, laiku ir tinkamai paskirstyti jiems funkcijas, užduotis bei atsakomybę už konkrečius veiksmus kiekviename procese, nes tokiu būdu padidėja įmonės efektyvumas.

Daugelienė ir Oržekauskas (2007) kalbėdami apie statybas pabrėžia, kad jas galima vertinti kaip šias ypatybes turintį procesą:

- kompleksiską sudėtingą procesą. Norint, kad veikla vyktų sėkmingai, yra aktualios šios sąlygos – ankstesnieji darbai turėtų būti užbaigti, paruošiama informacija, laiku pristatoma įranga ir medžiagos, užtikrinamos tinkamos darbo ir vietos sąlygos. Itin sėkmingą procesą sąlygoja daug faktorių;
- projekto ir produkcijos formalizuotą atskyrimą. Projekto bei produkcijos atskyrimas laikomas vienu esminių konkurencijos nebuvimo industrijoje priežasčių.

- formaliojo produkcijos valdymo trūkumą. Egzistuoja nuomonė, jog produkcijos statyboje valdymui poveikį turi projekto valdymas.

Gamybos procesas statybos sektoriuje, vystantis technologijoms ir keičiantis teisiniai bazei taip pat kinta. Šio proceso tikslas – statyti kokybiškus, funkcionalumu, architektūra, technika patrauklius ir veiklai tinkamus statinius sutarta kainą ir laiko trukmę. Tam reikalinga:

- atsakingas bendradarbiavimas tarp visų statybos procese dalyvaujančių asmenų;
- sugebėjimai visoje vertės generavimo grandinėje;
- aiškiai apibrėžtos ir įvardintos visų dalyvių atsakomybės (Andrew et al., 2015).

Kadangi gamybos procesas pramonėje buvo pertvarkytas, pasikeitė ir darbo kokybė. Nors daugelis senųjų metodų buvo mechaniniai, kaip pvz., darbas rankiniu būdu, dabar jie keičiami automatizuotais būdais, todėl mažėja darbuotojų fizinių pastangų poreikis. Anot Sharmos (2017), galima išskirti tris gamybos tipus:

- masinė gamyba;
- serijinė gamyba;
- vienetinė gamyba.

Pirmasis tipas – vienetinė gamyba – apibūdinama, kaip daugelio skirtingo tipo gaminių gamyba, kai kiekvieno gaminio gamybos apimtis nedidelė. Šie gaminiai nesikartojantys, yra unikalūs, jei su kvalifikacija.

Antrasis tipas – serijinė gamyba. Gamybos tipas, kai gaminama ne vienetinius, bet ir ne masinės gamybos gaminius. Šie gaminiai gaminami periodiškai ir partijomis.

Trečiasis tipas – masinė gamyba. Gaminiai kuriami masiškai, ilgus metus tokie patys, dažniausiai standartiniai.

Kelių statybos sektoriui tinkamiausias trečiasis tipas, nes ilgus metus naudojami tokie patys gaminiai, nusistovėję rinkoje principai. Tačiau priklausomai nuo gamybos tipo ir gaminamo produkto kiekio gali būti išskiriami skirtingi tipai. Anot Mickevičienės ir Burinskienės (2019), nepriklausomai nuo gamybos tipo galimybių išskiriamos šios trys gamybos procesų rūšys :

- pagrindiniai procesai – šių procesų metu vyksta daug operacijų, norint iš žaliavų padaryti galutinius produktus;
- pagalbiniai procesai – pasitelkiant šiuos procesus vyksta pagrindiniai procesai. Pagalbinius procesus autorės įvardina – elektros gamybą, įrenginių remontą ir įrankių gamybą;
- aptarnavimo/paruošiamieji procesai – pasitelkiant šiuos procesus aptarnaujami prieš tai minėti pagrindiniai ir pagalbiniai procesai. Šiems procesams priskiriami kokybės kontrolės procesai, transportavimas ir sandėliavimas.

Visi minėti autoriai pritarė minčiai, kad gamybos procesas susijęs su gamybos faktorių susijungimu, tolimesnės produkcijos kūrimu ir jos pardavimu. Hrušeka (2016), teigia, kad gamybos procesas – vienas iš svarbiausių gamybos sektoriaus veiklos elementų, kuris įtakoja sektoriaus veiklos rezultatus. Jančiauskas (2018), pritaria autoriaus minčiai teigdamas, kad tinkamai suorganizuotas gamybos procesas padeda sutaupyti sektoriui lėšų, nes sumažinama savikaina, gamybos laikas ir kiti tam svarbūs faktoriai. Anot autoriaus, tai netgi didina konkurencingumą.

Taigi, apibendrinant minėtų autorių nuomones apie gamybos proceso sampratą, galima teigti, kad gamybos procesas – tai keleto gamybos procesų visuma, kai pagal konkrečią veiksmų seką ir naudojamas technines priemones, darbuotojai, padeda gamybos sektoriui didinti pelną ir konkurencingumą taip siekiant išsilaikyti rinkoje. Kelių statybos sektoriui šie kriterijai taip pat taikomi ir įgyvendinami.

1.2. Gamybos modeliai

Gamybos, kaip ir visos kitos pramonės, orientuojasi į tai, kad jų pelnas augtų, veikla vyktų sistemingai ir sėkmingai, nuolat tobulėtų. Darniai ir saugiai dirbant įvairios pramonės šakos išvengia didesnių nuostolių, tai gali padidinti ir efektyvumą. Kadangi gamybos procesai įtakoja finansinius rodiklius, atitinkamų sričių vadovai vis ieško optimizacijos būdų, siekdami sektoriui padidinti grynąjį pelną. Tai jie daro nuolat stebėdami gamybos valdymo procesus ir kokybės rodiklius, finansinius ir efektyvumo rodiklius, taip siekiama, kad priimami sprendimai ir konkretūs pasirinkimai atneštų teigiamus pokyčius sektoriui.

Pasak Kavaliauskienės ir Žukauskaitės (2021), gamybos organizacija, siekdama dirbti efektyviai, turi nuolat tobulinti ir analizuoti gamybos proceso sudėtinės dalis. Kiekvieno proceso veikimas atskirai, praktiškai gali turėti poveikį visos gamybos efektyvumui, dėl to reikėtų analizuoti visą vertės kūrimo procesą – pradedant užsakymo pateikimu ir baigiant galutinės produkcijos pagaminimu ir jos pardavimu. Shodiyev'o (2021) teigimu, gamyba technologiškai efektyvia laikoma tada, kuomet tokia pačia gamybos technologija gaminama tokia pati produkcija mažesnėmis sąnaudomis ir sunaudojama mažiau resursų, mažiau energijos ir laiko, o be viso to dar išvengiama nereikalingų apribojimų, atliekų.

Sharma (2017) akcentuoja, kad gamybos sistemos reikalauja skirtingų tipų gamybos procesų ir skirtingų jų veikimo sąlygų. Autorius pritaria kitų autorių minčiai, kad gamybos proceso pasirinkimas – strateginis sprendimas, nes, bet koks pakeitimas yra labai brangus ir daug laiko reikalaujantis procesas, todėl jis parenkamas verslo planavimo etape, atsižvelgiant į produkto specifikaciją ir ekonomiškumą. Gamybos procesą Sharma (2017) suskirstė į keturias rūšis:

- atsitiktinis gamybos procesas – naudojamas vienam ar keliems vienetams gaminti pagal kliento reikalavimus ir specifikacijas. Gamyba turi atitikti pristatymo grafiką, o išlaidos nustatytos prieš pasirašant sutartį;

- partijos gamybos procesas – naudojamas gaminant ribotus kiekius visų skirtingų tipų produktų partijų pavidalu.

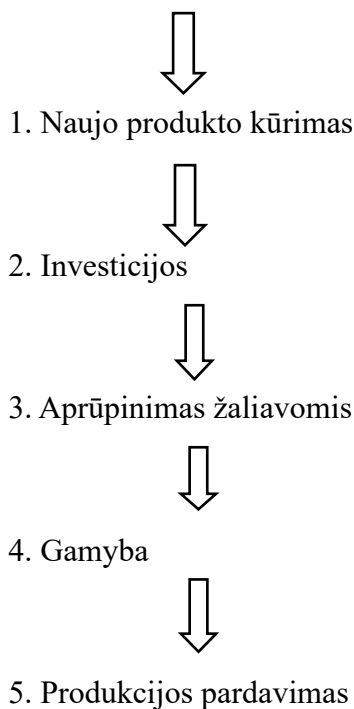
- srauto ar didelės masės gamybos procesas – naudojamas esant dideliame to paties produkto kiekiui gaminti tuo pačiu metu, kuris yra parduodamas. Visi reikiami įrenginiai yra išdėstyti pagal operacijų seką – linijos išdėstymas/srautas.

- proceso tipo gamybos procesas – naudojamas gaminant produktus, kuriems reikalingas tam tikras procesas/tam tikra veiksmų seka arba jis vykdomas neribotą laiką.

Anot Mickevičienės (2019), gamybos procesas skirstomas į kelis etapus (žr. 1 pav.). Tokio skirstymo tikslas – tinkamiausio gamybos modelio pritaikymas norint pasiekti geriausią rezultatą organizacijai. Autorė teigia, kad organizacijai siekiant įsitvirtinti rinkoje svarbus ir darbo efektyvumas ir pelningumas, todėl daug dėmesio turi būti skiriama gamybos procesų organizavimui ir vertę keliančioms darbo sąlygoms ir efektyviems metodams sukurti. Mickevičienės (2019) teigimu, efektyvumas – santykis, gautas pasiekus rezultatą ir panaudojus išteklius, siekiant gauti daugiau pelno, sunaudojus kuo mažiau žaliavų ir išteklių.

Sėkmingą gamybos procesų eigą lemia šių procesų integracija į bendrą įmonės strategiją ir tinkamas gamybos modelio pasirinkimas. Frumušanu ir Epureanu (2016) manymu, aukščiausio lygio vadovybės parama itin svarbi inicijuojant ir remiant gamybos procesų valdymui reikiamas pastangas organizacijose. Pagal Ohtonen'ą ir Lainem'ą (2011), gamybos procesų valdyme turėtų būti aiškiai apibrėžti tikslai, paskirtis, planas ir jų valdymas suderintas su įmonės strategija, kadangi šie veiksniai tiesiogiai užtikrina sėkmingą gamybos procesų valdymą.

Gamybos proceso etapai



1 pav. Gamybos proceso etapai

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus, remiantis Mickevičienė (2019)

Mickevičienės ir Burinskienės (2019) požiūriu, gamybos efektyvumas priklauso nuo pasirinkto gamybos modelio, todėl prieš jį pasirenkant reikia išanalizuoti visą vertės kūrimo procesą nuo užsakymo pateikimo iki galutinio produkto gavimo. Šiuo atveju kelių statybos sektoriui svarbus vienas iš pagrindinių gamybos procesų – tiekimo grandinė, nes didelę reikšmę sudaro tokios sąlygos – iš kur ir kokia kaina perkamos žaliavos ir ar vėliau tai duos pelno. Taigi, tiek tiriamajam kelių statybos sektoriui, tiek kitoms statybos pramonės šakoms svarbu, koks gamybos modelis bus pasirinktas, nes nuo jo priklauso koks didelis gali būti sektoriaus pelnas ir darbo efektyvumas.

1.3. Gamybos optimizavimo modeliai

Gamybos sektorius – vienas labiausiai valstybės ūkio sektorių įtakojantis ir turintis reikšmės šalies ekonomikai ir jos vystymuisi. Anot Kazlausko ir Merkevičiaus (2019), šio sektoriaus dėka šalyje gyvenantys žmonės gauna daugiausiai darbo vietų, todėl būtina užtikrinti tinkamą gamybos sektoriaus augimą ir efektyvų gamybos procesų valdymą. Autorių išskiriami optimizavimo būdai gali inicijuoti pakeitimus, kurie yra reikalingi siekiant efektyvesnės gamybos ir optimizuotų procesų.

Gegužienė et al. (2019) teigia, kad kai kurie autoriai akcentuoja organizacinės kultūros, darbuotojų motyvacijos, sklandžios komunikacijos, mokymų svarbumą įmonės procesų valdyje. Chen'o, Feng'o ir Xie (2016) požiūriu, gamybos procesų valdymui ir optimizavimui

skiriama svarba ir dėmesys turi kelis teigiamus aspektus:

- padeda sutelkti visos organizacijos veiklos gerinimo ir tobulinimo pastangas į itin aukšto lygio įgyvendinimo tikslus, nukreipia jas strateginių tikslų link, kurie sąlygoja konkurencinę sėkmę;
- nepaisant organizacijos veiklos išorinių ir vidinių ribų, sujungia funkcijas, veiklas, tiekėjus ir vartotojus į bendrą vieną grandinę;
- akcentuoja tarp funkcinius vertinimus ir optimizuoja atlikimus tarp funkcijų;
- skatina į aukštus rezultatus nukreiptą veiklos požiūrį ir plėtoja išorinį požiūrį į veiklą, paremtą tiekėjų ir vartotojų perspektyvomis, konkurentų pažinimu.

Pažymima, kad kiekviena veikianti gamybos organizacija anksčiau arba vėliau gali susidurti su tuo, jog siekiami rezultatai būna sunkiai įgyvendinami. Dažniausiai lūkesčiams išsipildyti trukdo neatsakingas resursų naudojimas. Tokioms problemoms spręsti tikslinga diegti įvairias metodikas, metodus, padedančius optimizuoti daugelį gamybos organizacijos grandžių. Tam viena tinkamiausių yra *Lean* valdymo sistema.

Lean koncepcija pirmiausia buvo taikyta Japonijoje po antro pasaulinio karo, kai šalies pramonės atstovai suprato, jog jie negali sau leisti didžiulių investicijų, kurios reikalingos atkuriant suniokotus įrenginius, todėl „Toyota“ automobilių gamintojas organizacijoje įdiegė vis didėjančią asortimentą (Bhamu ir Sangwan, 2014). *Lean*, kaip teigia LeMahieu, Nordstrum'as ir Grecoir'as (2017), yra bendra sistema, o joje visi darbuotojai ir komandos nariai būna įtraukiami į organizacijos veiklos optimizavimą. Pagal Kavaliauskienę ir Žukauskaitę (2021), *Lean* terminas charakterizuoja ne vieną veiksnį: gerina produkcijos kokybę, didina konkurencingumą, reaguoja į klientus, mažina išlaidas ir atliekas, dėl to *Lean* yra itin puiki geresnių rezultatų siekimo, tobulėjimo, kaštų ir laiko optimizavimo priemonė organizacijoje.

Lean sistemos gamyboje įgyvendinimo tikslas – trumpinti užsakymų įvykdymo laiką, gerinti darbų kokybę ir saugą, minimizuoti kaštus. Pasak Petrylos (2018), esminis *Lean* valdymo sisteminis požiūris yra didinti vertę vartotojams, identifikuojant ir eliminuojant resursų eikvojimą (medžiagų, jėgų, laiko) nuolatos tobulėjant. Tai galima atlikti vadovaujantis penketu pagrindinių *Lean* principų, kurie apibrėžia produkcijos vertę vartotojams, generuoja vertės srauto tam tikrą žemėlapią eliminuojant visus nereikalingus barjerus, pašalina gamybos proceso trikdymus, kuomet sukuriamas nuolatinis proceso srautas, pradeda ir baigia gamybą tuomet, kai reikia ir nuolat gerina procesus tam, kad būtų pagerinta kokybė, efektyvumas, ciklo laikas ir išlaidos.

Taigi *Lean* sistemos diegimas atliekamas siekiant optimizuoti organizacijos veiklos procesus, nustatyti ir eliminuoti nuostolių kriterijus. Anot Gupta (2015), pirmiausia eliminuojant netvarką ir neaiškumus, kuriami aiškūs darbo atlikimo ir tvarkos standartai. Be to,

nustatomi optimalūs atsargų kiekiai, kuomet eliminuojami nuostoliai kaupiant ir sandėliuojant per mažus ar per didelius atsargų kiekius (Gupta, 2015). Šios sistemos metodai įtraukia dirbančiuosius į kasdieninę optimizavimo veiklą, ugdo atsakingumą, savarankiškumą, komandinę veiklą.

Iš *Lean* sistemos metodų, optimizuojant gamybos procesus, itin plačiai naudojami *Kaizen* ir *Kaban* metodai. Kavaliauskienės ir Žukauskaitės (2021) teigimu, pagal *Kaizen* metodą daugelį gamybos procesų įmanoma optimizuoti panaudojant darbuotojų žinias, įgūdžius, patirtį, kūrybiškumą, tokiu būdu per ilgesnį laiką pagerinant organizacijos gamybos procesus ir darbo efektyvumą. Šis metodas grįstas principu, kai didžiausias dėmesys skiriamas procesams, bet ne rezultatams, tačiau gerinant procesus, tuo pačiu gerinami gamybos rezultatai. *Kaizen* tikslas yra patobulinti organizacijos procesus, juos padaryti greitesnius, saugesnius, patogesnius, efektyvesnius.

Petryla (2018) akcentuoja, kad pagrindinis *Kaizen* metodo principas yra įtraukti visą organizacijoje dirbantį personalą į pastovų siekį tobulėti ir gerinti įmonės procesus. Šio metodo filosofija teigia, jog kokybė turi prasidėti nuo vartotojų, tačiau jų požiūris, poreikiai nuolatos kinta, o standartai kyla, dėl to būtina nuolatos tobulėti. Pasak Santos Bento ir Tontini (2018), jei tobulėjimo procesui nebūna skiriamas pakankamas dėmesys, pasiekimai, jau buvę pasiekti, tiesiog bus išvaistyti. Özdagoglu ir Rebis (2016) pažymi, kad *Kaizen* procesas į kurį yra įtraukiami darbuotojai, suteikia jiems palankią galimybę teikti reikalingas ir kryptingas idėjas, prisidedant prie darbo palengvinimo, darbo vietų optimizavimo. Ilgalaikėje perspektyvoje realizuoti pasiūlymai gali padėti organizacijai dar labiau optimizuoti veiklą, darbo aplinką, pagerinti produkcijos kokybę, sutaupyti resursų.

Siekiant optimizuoti procesus ir tobulėti, svarbu vadovautis šiais keturiais esminiais *Kaizen* principais:

- vertėtų abejoti taisyklėmis, o ne standartais. Organizacijos darbo taisyklės, atsižvelgiant į kylančius poreikius, galima būtų sulaužyti ar kartais ir visiškai panaikinti;
- svarbu yra vystyti sumanumą. Vadovų prioritetas turėtų skatinti darbuotojų sumanumą ir visus juos įtraukti į problemų sprendimo procesus;
- sprendžiant problemas reikėtų stengtis įsigilinti į jas ir išsiaiškinti esminę priežastį, taip pat parinkti sprendinius stengiantis daugiau klaidų nekartoti ateityje;
- jei yra poreikis, reikėtų eliminuoti ne visiškai reikalingus vykdomų procesų komponentus, arba, jei reikia, komponentus tikslinga būtų pakeisti naujais (Sanders et al., 2016).

Jei nėra skiriamas pakankamas dėmesys darbuotojų kūrybiškumui, didžiausi nuostoliai gali atsirasti organizacijos viduje. Tarptautinių gamybos organizacijų patirtis rodo – jei

darbuotojai būna įtraukiami į darbo vietų ir procesų optimizavimą, tai organizacija patiria didelę naudą. Ilgalaikėje perspektyvoje, realizuoti pasiūlymai gamybos organizacijai padeda tobulinti veiklą, generuoti didesnę pridėtinę vertę (Boca, 2011). Taigi, *Kaizen* metodu reikėtų atlikti esminius, bet ne paviršutinius procesų pokyčius, išsiaiškinti ir eliminuoti pagrindines priežastis, kad problemos nepasikartotų. Optimizuojant organizacijos gamybos procesus itin svarbu standartizuoti darbuotojų siūlomus patobulinimus.

Kanban metodas, kaip teigia Petryla (2018), padeda užtikrinti nepertraukiamą gamybos proceso vertės srautą, minimizuoti nuostolius ir efektyviai valdyti organizacijos atsargas, nes šis metodas reikalauja gaminti produkciją tik tada, kuomet yra jos paklausa. *Kaban* metodas padeda lengviau stebėti esamų medžiagų srautą organizacijoje, kadangi dėl įdiegtos vizualiųjų signalų sistemos sujungiami atskiri procesai, aiškiai parodant darbuotojams, kuriuo metu, kurį užsakymą reikia atlikti arba kada, kur ir kokias atsargas ar produkciją reikia pristatyti vykdomiems procesams. Toks sistemos standartizavimas, anot Kavaliauskienės ir Žukauskaitės (2021), palengvina darbuotojų darbinę veiklą ir tuo pačiu užtikrina atsargų lygmens mažėjimą, siekiant išvengti papildomo planavimo ir kontrolės. Klipp'o (2014) teigimu, *Kanban* metodas leidžia padidinti organizacijos atsargų apyvartumą, pagerinti gamybos strategijos vykdymo tikslumą, paspartinti reakcijos momentą tarp tiekėjo ir klientų, sutrumpinti užsakymo realizavimo laikotarpį. Gaminti tik gana tiksliai tiek, kiek reikia ir ko reikia, o visa tai turi būti padaroma teisingai iš pirmojo karto.

Taigi, *Lean* sistema skirta optimizuoti, su efektyvinti gamybos procesus, šalinti vertės negeneruojančias veiklas ir sustiprinanti veiklas, generuojančias vertę ir atnešančias didžiausią naudą kuo mažesniais kaštais. *Lean* sistema susideda iš daugelio komponentų ir metodų, kurie gana unikalūs, turi savitą pritaikymą, padedantį valdyti ir optimizuoti gamybos procesus, įmonės resursus ir pašalinti problemas.

Kazlauskas ir Merkevičius (2019) išskiria tokius kelis metodus (žr. 1 lentelę):

- „Tiksliau laiku“ metodas – anot autorių, naudojantis šiuo metodu siekiama laiku pristatyti reikiamą gaminį į nustatytą gamybos vietą tiksliau laiku, todėl jis ir yra pažymimas kaip plačiai taikomas, nes jį taikant galima tiksliai susiplanuoti laiką ir vietą, tuo metu, kai reikia ir užtikrinti sėkmingą ir savalaikį procesą;
- analitinės hierarchijos metodas (AHP) – naudojant šį metodą matematiniais skaičiavimais galima nustatyti porinio lyginimo matricų sistemą, taip generuojant tikrąsias ir apytiksles reikšmes;
- scenarijų metodas – naudojant šį metodą siekiama įvertinti išorinės aplinkos pokyčius, naudojamų verslo strategijų suderinamumą ir alternatyvas. Renkantis šį metodą turi būti kiek įmanoma maksimaliai tiksliai sumodeliuojami tolimesni scenarijai;

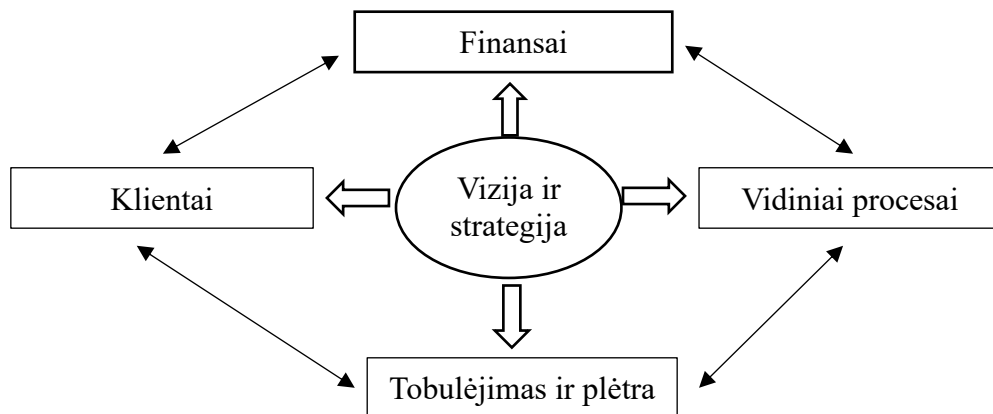
- daugiakriteris vertinimo metodas – autorių teigimu, tai išsamiausias metodas, nes jį naudojant galima suprasti funkcinis ir santykinis modelius, kuriuos taikant reikalingos atitinkamos žinios, nes vertinant šiuo metodu sąlygos gali būti terminuotos arba neterminuotos.

1 lentelė. Gamybos optimizavimo metodai

Metodai	Savybės
Tiksliau laiku	Metodas užtikrina, kad viskas vyks numatytu laiku ir numatytoje vietoje, todėl yra plačiai naudojamas
AHP	Naudojant šį metodą pasitelkiami matematiniai skaičiavimai, todėl jis nėra taip plačiai naudojamas
Scenarijų	Naudojant scenarijų metodą reikia įvertinti: • išorės pokyčius; • naudojamo verslo strategijų suderinamumą; • naudojamų verslo strategijų alternatyvas. Norint naudoti šį metodą, reikia scenarijaus modeliavimo.
Daugiakriteris	Išsamiausias iš visų išvardintų metodų, nes jį naudojant suprantami funkciniai ir santykiniai modeliai, kuriuos taikant reikalingos specialios žinios

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus, remiantis Kazlausku ir Merkevičiumi (2019)

Trofimova ir Kalimullina (2021), gamybos procesų optimizavimui siūlo naudoti subalansuotų rodiklių modelį. Schobel'as ir Scholey (2012) teigia, kad šis modelis, išlaikydamas įprastą organizacijos procesų modelį, sudaro galimybę į procesus žvelgti iš keturių ganėtinai skirtingų perspektyvų (žr. 2 pav.).



2 pav. Subalansuotų rodiklių sistemos modelis

Šaltinis: Sudnickas (2005)

Kaip pavaizduota antrame paveiksle, subalansuotų rodiklių modeliu į gamybos procesus galima žvelgti iš finansų, vidinių procesų, tobulėjimo, plėtros ir klientų perspektyvos. Trofimova ir Kalimullina (2021) požiūriu, tinkamai sudarytas subalansuotų rodiklių modelis yra itin patogi priemonė, kuri gali aiškiai perteikti organizacijos strategiją pradedant vizija ir baigiant veiksmų suplanavimu jai įgyvendinti. Gamybos procesai jame paremti vidinių procesų įvertinimo perspektyvomis.

Subalansuotų rodiklių modelio privalumai:

- padeda eliminuoti atitrūkimą tarp strategijos formavimo ir jos realizavimo;
- padeda operatyviai, veiksmingai reaguoti į esamos aplinkos pasikeitimus;
- padeda įvertinti įgyvendinamo projekto sėkmingumą planavimo stadijos pradžioje;
- padeda įvertinti įmonės strategiją.

Galima daryti prielaidą, kad subalansuotų rodiklių modelis, statybos pramonės sektoriuje, reikšmingas tuo, jog vertinant procesų kokybę yra galimybė vadovybei ir klientams atsakyti į klausimus, susijusius su konkrečiais statybiniais procesais, suteikiančiais jiems pačią didžiausią vertę ir pasitenkinimo naudą.

Daugumai organizacijų priežiūra yra labai svarbi funkcija vykdant gamybos procesus. Dėl technologijų pokyčio ir dėl susijusių sistemų sudėtingumo, darbo procesams skirtos ir naudojamos technikos patikimumas tapo dar svarbesnis. Tai ypač aktualu kelių statybos sektoriui, kur būdinga brangi specializuota įranga ir aplinkosaugos reikalavimų laikymasis. Anot Rezig'o, Ezzeddine, Turki ir Rezig'o (2020), gamybos ir priežiūros valdymas naudojant naujas strategijas labai skiriasi nuo tradicinės gamybos valdymo politikos. Autoriai teigia, kad gamybos planavimas lemia gamybos valdymo funkcionalumą.

Kazlauskas ir Merkevičius (2019) teigia, kad efektyvesnės ir našesnės gamybos užtikrinimas – viena pagrindinių prielaidų, siekiant, kad procesų optimizavimas būtų sklandus ir garantuotas. Anot autorių, ne mažiau svarbu tinkamo optimizavimo metodo pasirinkimas gamybos proceso vykdymui, nes tai gali lemti kitus gamybos rezultatus. Tam, kad metodai (žr. 1 lentelę) būtų sėkmingi, reikia:

- atsižvelgti į veiksnius, lemiančius sektoriaus plėtrą;
- reikiama linkme panaudoti vidinius išteklius ir gebėjimus, vertinant kelių statybos sektoriuje veikiančių organizacijų galimybes ir didinti organizacijų konkurencinį potencialą;
- spręsti diversifikacijos problemas, valdyti gamybos konkurencingumą;
- prognozuoti pardavimus ir pasirinkus tinkamą metodiką optimizuoti valdymo sąnaudas;
- modeliuoti, kaip bus eksportuojama gamyba ir įvertinti rinkos konkurencingumą (Kazlauskas, Merkevičius, 2019).

Choudhari ir Tindwani (2016) teigimu, tiekimo grandinės modelis tinkamiausias planuojant kelių projektams naudojamų žaliavų logistiką. Nedidelis medžiagų srautų pagerėjimas optimizuojant tiekimo grandinę parodo pagrįstą projekto sąnaudų naudą, taigi kontroliuojamos ir stebimos bendros projekto išlaidos. Taip pat, autorių teigimu, modelio

rezultatas gali padėti projekto komandai kaip indėlis į sprendimų priėmimo procesus, tokius kaip tinkama medžiagų pirkimo sutartis, medžiagų perdirbimo įrangos pajėgumų vertinimas ir transportavimo planavimas. Taigi, nors optimizavimo modeliai plačiai naudojami ir populiarūs tarp daugelio pramonės šakų, tačiau Choudhari ir Tindwani (2016) atlikto tyrimo metu išryškėjo tai, kad kelių statybos sektoriui tinkamiausias tiekimo grandinės modelis.

Optimizavimo metodai gali būti naudojami sprendžiant daugybę įvairių inžinerinių problemų. Nors optimizavimo problemos gali kilti iš įvairių sričių ir skirtingų sistemų, jos iš esmės gali būti formuluojamos stebėtinai panašiai. Pasak Venkrbec, Galic ir Klanšek (2018), paprastai optimizavimo problema gali būti išreikšta taip:

- sumažinti $f(x)$;
- atsižvelgiant į : $h(x) = 0$

kur $f(x)$ – tikslo funkcija, kurią reikia sumažinti iki minimumo per sprendimų kintamųjų vektorių x , o $h(x) = 0$, reiškia lygybės apribojimus. Anot autorių, norint pasirinkti tinkamą sprendimo metodą būtina išsiaiškinti ar optimizavimo problema vieno ar kelių kriterijų. Vieno kriterijaus optimizavimo problemų sprendimo būdus galima suskirstyti į dvi pagrindines grupes:

- euristiniai metodai – šie metodai gali būti naudojami sprendžiant įvairias optimizavimo užduotis, o pagrindinis jų privalumas yra tas, kad dauguma jų yra patikimi ir greitai padeda išspręsti problemas. Jie tinkami įvairioms inžinerijos problemoms spręsti, tad galima teigti, kad jie tinkami ir tiriamai pramonės šakai (statybos sektoriui).

- matematinio programavimo metodai - šie metodai taip pat naudingi inžinerijos optimizavimui. Jie suteikia optimalų rezultatą, nors gali užtrukti ilgiau (Venrbec et al., 2018)

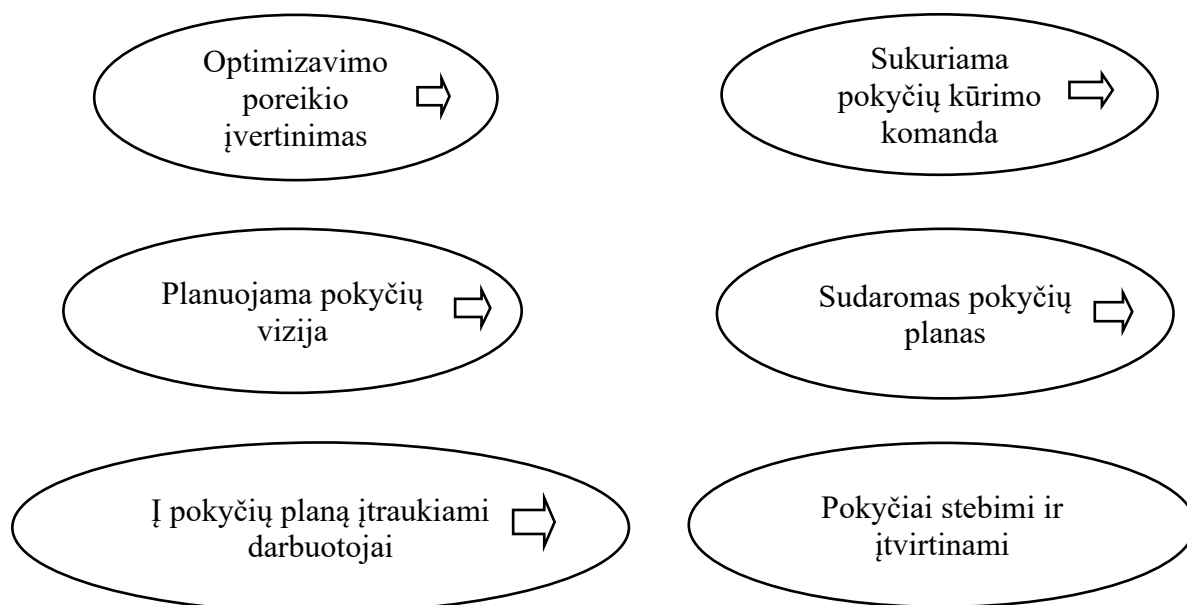
Taip pat, anot Kazlausko ir Merkevičiaus (2019), gamybos procesų optimizavimui labai svarbus darbo organizavimas. Nors šiomis dienomis gamybos sistemų valdymas automatizuotas, tačiau labai svarbu, kad darbuotojai susipažintų su elektroninių prietaisų instrukcijomis.

Visi analizuoti modeliai tinka siekiant optimizuoti gamybos procesus, kadangi procesai jų dalyviams, ypač vartotojams, suteikia pasitenkinimą, naudą, įvertinimą. Modeliai laikomi patikimais ir veiksmingais įrankiais išoriniams gamybos procesų dalyvių esamiems lūkesčiams ir suvokimui, susijusiems su faktiškai atliktais darbais, įvertinti. Norint optimizuoti gamybos procesus kelių statybos sektoriaus kontekste vertėtų paminėti, jog procesai turėtų būti grįsti procesiniu požiūriu, tai yra visų veiklų bendra visuma, kur priimami sprendimai paremti faktais. Tai reiškia, kad svarbus yra kiekvienas procesas ir kiekvienas jų turėtų turėti konkretų siekiamąjį rezultatą. Taigi, kelių statybos sektoriui labai svarbu pasirinkti tinkamą gamybos optimizavimo modelį, nes nuo jo priklauso sektoriaus efektyvumas, bei finansinė sėkmė.

1.4. Gamybos optimizavimo ciklas

Kiekviena organizacija stengiasi pasiekti geriausią rezultatą, kas iš esmės apibrėžiama padidintu pelnu arba sumažinamomis išlaidomis gamybos procese. Anot Prasetyani, Rafsanjani ir Rimantho (2017), organizacijos tikisi geriausių rezultatų naudojant optimizavimo metodus, kad būtų priimtas geriausias sprendimas, nors pagal savo gamybos mastą turi ribotus išteklius problemų sprendimams. Siekiant geresnių vykdomos veiklos rezultatų reikia žinoti, analizuoti ir valdyti organizacijoje veikiančius verslo procesus, vertinti veiksmus, lemiančius sėkmingą veiklos procesų valdymą ir juos tobulinti (Gegužienė et al., 2019). Procesinio požiūrio į procesų valdymą esmė – organizacijos tikslų įgyvendinimas valdant, optimizuojant, tobulinant, kontroliuojant pagrindinius procesus ir atsižvelgiant į konkrečių veiksmų svarbumą, kurie sąlygoja sėkmingą jų realizavimą (Jeston ir Nelis, 2006). Optimizavimas apibrėžiamas kaip išlaidų funkcijos sumažinimas arba maksimizavimas su kintamais įvesties parametrais. Gamybos optimizavimo ciklas prasideda nuo sutarties pasirašymo ir baigiasi gaminio atidavimu. Anot Kazlauskio ir Merkevičiaus (2019), ciklas prasideda optimizavimo poreikio įvertinimu ir baigiasi pokyčių įtvirtinimu (žr. 3 pav.). Pasak autorių, kuriant gamybos optimizavimo ciklą svarbu įvertinti jo poreikį ir kokią naudą jis atneš. Tai svarbu tam, kad nebūtų per daug investuota ir gaunama per maža nauda. Kazlauskas ir Merkevičius (2019) teigia, kad norint užtikrinti šio ciklo naudą, reikėtų išskirti šiuos etapus :

- išdėstyti susijusius procesus vienas šalia kito;
- standartizuoti procedūras;
- nustatyti bendrą tempą ir dirbti efektyviai.



3 pav. Gamybos optimizavimo ciklas

Šaltinis: sudarytas darbo autoriaus, remiantis Kazlauskas ir Merkevičius (2019)

Autoriai pažymi, kad gamybos optimizavimo cikle, siekiant padidinti procesų pajėgumą, reikalingi pokyčiai diegiant naujoves. Diegiamų naujovių svarba priklauso nuo gamybos šakos lygio ir organizacijos parengties vertinant konkurentų veiksmus. Vienos organizacijos naujoves diegia remiantis savo korporacijos parengtu gamybos vystymo strategijos planu, o kitos siekia pirmauti diegdamos organizacines ir technologines naujoves. Tai priklauso nuo organizacijos veiklos tikslo, darbo kultūra, plėtros lygio, turimų finansinių išteklių ir investavimo galimybių.

Hinderer, Rieder ir Stieglitz (2016) teigimu, investicijų dydį itin sąlygoja gaminių rūšis, didesnės metinės organizacijos pajamos, kurios leidžia sukaupti daugiau lėšų naujoms inovacijoms, siekiant įgyvendinti pokyčius. Organizacijos gali investuoti į modernias technologijas, inovatyvius procesus, gamybos valdymą, gaminių tobulinimą. Dėl to, siekiant pokyčių, pasak Cich'os ir Aurich'os (2015), svarbu yra sudaryti racionalų inovacijų diegimo planą. Investuojant lėšas į inovacijų diegimą, organizacijai reikėtų susikonsoliduoti ties tais procesais, kuriuos gali sėkmingai toliau optimizuoti, tobulinti, plėtoti. Šiems veiksniams didžiausią poveikį turi organizacijos patirtis, joje dirbančių specialistų, ypač inžinierių, kvalifikacija ir darbo patirtis.

Kad gamybos organizacija visuomet išliktų imli inovacijoms, laiku ir greitai reaguotų į procesų pokyčius, atsakingas turi būti kiekvienas įmonės darbuotojas. Gunnar et al. (2014) įžvalgomis, analizuojant vykdomus statybos objektus pastebima, kad viena aktualiausių šio sektoriaus problemų – vėluojantys darbai, kurie gali sukelti grandininę reakciją, nes užstrigus vienam procesui, praktiškai stabdomi ar lėtėja visi kiti likę. Vėlavimas turi tiesioginį neigiamą poveikį užsakovų pasitenkinimui, darbų kokybei ir kitiems veiksniams.

Taigi, kelių statybos sektorius, kaip ir dauguma kitų pramonės šakų, turi keistis, taikytis prie vis naujesnių reikalavimų, diegti naujoves. Tam, kad kelių statybos sektoriuje optimaliai būtų išnaudojamos visos galimybės, reikalingi vis aukštesnės kvalifikacijos specialistai, gebantys suvaldyti ganėtinai didelius informacijos srautus, nukreipti juos tinkama linkme. Ypač racionalus procesų valdymas reikalingas gamybos optimizavimo cikle.

1.5. Gamybos optimizavimo veiksniai ir kriterijai

Nagrinėjant gamybos procesų optimizavimą, tikslinga nustatyti veiksnius ir kriterijus, pagal kuriuos būtų galima identifikuoti, ar tam tikras gamybos procesas optimizuotas, ar neoptimizuotas ir pagal juos būtų sprendžiama, ar organizacijos vykdomas tam tikras gamybos procesas yra našus ir efektyvus.

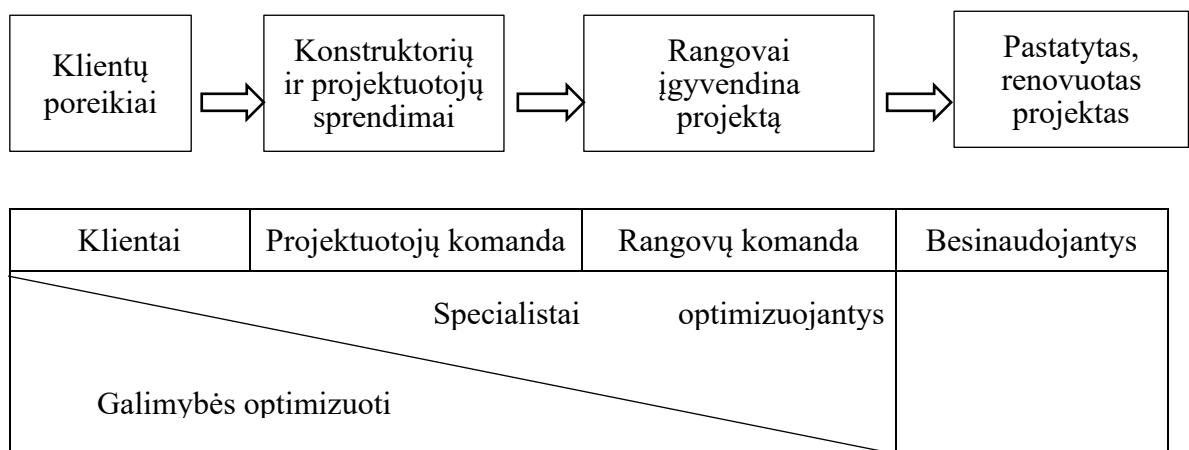
Weckenmann'o, Akkasoglu ir Werner'io (2015) požiūriu, poreikį derinti nuolat daugiau reikalavimų (gamybos sąnaudas, pristatymo laiką, numatomą kokybę) sąlygoja tai, kad

dėmesys yra nukreipiamas nuo produkcijos kokybės link gamybos proceso kokybės. Tikslas kontroliuoti visus gamybos procesus reikalingas vertinant laiko trukmę ir kitus veiksnius įvairiuose veiklos etapuose. Tam reikalinga numatyti kriterijus. Anot Kazlausko ir Merkevičiaus (2019), jei nebus numatomi kriterijai ar jų sistema, gali būti sudaromos prielaidos situacijai, kai konkreti organizacija, nors ir taiko tam tikras gamybos proceso optimizavimo priemones, tačiau jos nepasiekia savo tikslo ir (atitinkamai) neužtikrina efektyvesnės ir našesnės gamybos. Tai yra viena iš pagrindinių sąlygų siekiant garantuoti tinkamą ir sklandų gamybos procesų optimizavimą.

Organizacijos, siekiančios optimizuoti gamybos procesus, turi periodiškai analizuoti ir atitinkamai tobulinti vykdomą veiklą. Veiklos vertinimas tikslingai nukreipia į konkrečių procesų gerinimą arba rezultatus, o juos galima įvertinti pasitelkus tam tikrus kriterijus. Remiantis vertinimo veiksniais ir kriterijais galima numatyti struktūrines galimybes aiškiai apžvelgti veiklą, stebėti ar yra pasiekiami keliami reikalavimai, ar vykdomas organizacijos procesų tobulinimo planas (Cao et al., 2016).

Gamybos procesų, kelių statybos sektoriuje, optimizavimas turi būti vertinamas, matuojamas nuo pat pirmojo proceso pradžios (žr. 4 pav.).

Nors ketvirtame paveiksle pateikta schema yra nesudėtinga, svarbu suprasti, jog procesų optimizavimo poreikį iš esmės formuoja klientų lūkesčiai ir poreikiai, o juos įgyvendinti siekia konstruktoriai, projektuotojai, rangovai. Taigi, kokio rezultato tikisi klientai turi užtikrinti kiti proceso grandinės dalyviai.



4 pav. Gamybos procesų statybos sektoriuje dalyvių poveikis procesų optimizavimui

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus, remiantis Harris ir McCaffer (2013)

Chen'as, Feng'as ir Xie (2016), taip pat akcentuoja gamybos procesų optimizavimo svarbą organizacijoje ir pažymi, kad tam svarbus kiekvieno proceso rezultatyvumas ir efektyvumas ir, kad organizacijos veiklos rezultatai didėtų, tarpusavyje susijusius procesus reikia suvokti ir valdyti kaip sistemą. Todėl optimizuojant procesus reikalingi šie veiksniai:

- sukurti efektyvią ir rezultatyvią sistemą organizacijoje bendriems tikslams siekti;
- suvokti sistemoje vykstančiųjų procesų tarpusavio priklausomybę;
- į organizacijos veiklą integruoti metodus, kuriuos naudojant gamybos procesai būtų koordinuojami ir jungiami;

- stengtis geriau suvokti darbuotojų pareigas ir atsakomybes – veiksmus, kurie būtini bendriems tikslams pasiekti, taip pat mažinant tarp pareigybių susidariusias hierarchines ribas;

- nuolatos vertinti organizacijos galimybes ir prieš pradėdant vykdyti veiklą užtikrinti tinkamą aprūpinimą reikiama resursais;

- planuoti ir apibrėžti, kaip reikėtų vykdyti veiklą specialiose organizacijos srityse;
- sistemą nuolatos gerinti racionaliai ją tikrinant ir vertinant.

Optimizavimo poreikio vertinime, kaip teigia Frumušanu ir Epureanu (2016), susiduriama su kriterijų ir matų pasirinkimo problema. Hinderer'io et al. (2016) nuomone, šiomis dienomis statybų sektoriuje populiariausiu veiklos vertinimo kriterijumi yra laikomas savo organizacijos lyginimas su lyderiaujančiais rinkos konkurentais. Pamažu tai tampa periodišku organizacijos veiklos įvertinimo procesu, siekiant identifikuoti sisteminės spragas ir įgyvendinti optimizavimo ir tobulinimų galimybes.

Tam, kad parenkami kriterijai būtų tinkami, visų pirma reikia:

- atsižvelgti į artimos ir bendrosios aplinkos veiksnių įtaką tvariai organizacijos plėtrai (reikia atlikti jų analizę ir kompleksinį vertinimą);

- kryptingai panaudoti vidinius išteklius ir gebėjimus, vertinti organizacijos galimybes, didinti konkurencinį potencialą (tai atliekant vertinga vykdyti lyginimą su lyderiaujančiais rinkos konkurentais);

- spręsti diversifikacijos problemas, valdyti paslaugų ar (ir) prekių konkurencingumą;

- optimizuoti valdymo sąnaudas;

- atlikti strateginių sprendinių alternatyvų vertinimą ir analitiškai pagrįsti efektyvius, remiantis racionaliais situacijai kriterijais, sprendimus (Žvirblis, 2013).

Taigi, pasak Kazlauskio ir Merkevičiaus (2019), gamybos procesų optimizavimo įgyvendinimas negali būti tik atskiras ir nuo visos organizacijos veiklos diversifikuotas veiksmas – šių procesų optimizavimas turi tapti natūralia ir visiškai į organizacijos veiklą integruota dalimi, kuri prisidėtų prie visos organizacijos veiklos pagerinimo.

Ojsterseka, Brezocnika ir Buchmeistera (2020), apžvelgdamos gamybos procesų optimizavimą pažymi, kad organizacijų vadovai ir įvairios kvalifikacijos darbuotojai turi

pastoviai ieškoti galimybių ir stengtis padidinti gamybos procesų efektyvumą, gauti geresnius rezultatus nelaukiant, kol iškilusios problemos pasireikš neigiamomis pasekmėmis. Organizacijoje turi vykti gamybos procesų optimizavimas pagal nustatytus kriterijus. Hinderer, Rieder ir Stieglitz (2016) pabrėžia, kad vertėtų atsižvelgti į šiuos gamybos optimizavimo kriterijus aprėpiančius veiksniai:

- gerinimo priežasčių identifikavimą;
- esamos situacijos analizę;
- nustatytų problemų analizę;
- galimų sprendimų identifikavimą;
- naujo sprendimo įgyvendinimą;
- naujo proceso efektyvumo ir planuojamų rezultatų įvertinimą.

Pažymima, kad produktų optimizavimas ir paskirstymas – vienas iš svarbiausių statybos sektoriaus logistikos tikslų, atsižvelgiant į vertės grandinę. Svarbiausi kriterijai, siekiant optimizuoti kelių statybos sektoriaus gamybinius procesus, pasak Faulin'o, Juan'o, Ler'os ir Grasman'o (2017), yra žaliavų transportavimo atstumo mažinimas, gamybos ir darbo išlaidų planavimas, optimalus transporto priemonių skaičiaus parinkimas ir pelno didinimas laikantis išvardintų sąlygų. Taip pat svarbu atsižvelgti į aplinkosaugos reikalavimus atitinkančių sąlygų išlaikymui reikalingas išlaidas. Pasak autorių, tai padidina visuotinio tikslo funkcijos vertę ir leidžia realistiškiau įvertinti išlaidas.

Kazlauskas ir Merkevičius (2019) teigia, kad optimizavimo kriterijai yra būtini, nes jeigu jie nebus numatyti, gamyba gali tapti neefektyvi ir nenaši. Tai reiškia, kad siekiant užtikrinti sklandų gamybos optimizavimą, reikia nusistatyti šiuos pagrindinius kriterijus:

- minimalus viso gamybos proceso užbaigimo laikas;
- minimalios sąnaudos ir išlaidos;
- maksimalus pelnas;
- optimalių procesų parinkimas;
- kompleksiniai kriterijai. (Kazlauskas ir Merkevičius, 2019)

Pagal išvardintus kriterijus sudaromas procesų optimizavimo metodas, kuriuo remiantis kelių statybos sektorius turi galimybę sumažinti sąnaudas ir pagerinti ekonominius rodiklius. Taigi, gamybos optimizavimo kriterijai būtini siekiant surasti geriausią optimizavimo metodą, kurio naudojimas leistų padidinti organizacijos pelną, sutaupyti žaliavų ir laiko.

2. KELIŲ STATYBOS SEKTORIAUS ANALIZĖ

2.1. Kelių statybos sektoriaus gamybos procesų optimizavimo tyrimo metodologija

Empirinio tyrimo tikslas yra ištirti kelių statybos sektoriuje veikiančių gamybos procesų optimizavimo galimybes ir apibendrinti gamybos procesų optimizavimo modelį kelių statybos sektoriuje. Kelių statybos sektoriuje veikiančių gamybos procesų optimizavimo galimybes būtų sudėtinga atskleisti remiantis vien statistinių duomenų, dokumentų ar kitų šaltinių analize, kadangi reikalinga patirtis ir pramonės šakos specifikos išmanymas tiriamoje srityje. Siekiant išspręsti tyrime suformuotus uždavinius svarbu kritinis mąstymas, gebėjimas įžvelgti ir identifikuoti kasdienines praktikoje kylančias problemas. Dėl šios priežasties, empiriniam tyrimui atlikti buvo pasirinkti kokybiniai tyrimo metodai.

Mokslinėje literatūroje kokybinis tyrimas apibrėžiamas kaip reiškinių prigimties tyrimas, įskaitant jų kokybę, skirtingas apraiškas, kontekstą, kuriame jie atsiranda, arba perspektyvas, iš kurių jie gali būti suvokiami. Kokybinis tyrimas neapima reiškinio diapazono, dažnio ir tikimybės, priežasties ir pasekmės grandinės, nes tai yra kiekybinio tyrimo sritis. Kokybiniai tyrimai paprastai apima duomenis leksikos, lingvistikos ir verbaline forma, o ne skaičių pavidalu (Busetto et al., 2020).

Kokybiniai tyrimai naudojami, kai negalima atsakyti į tam tikrus klausimus naudojant vien tik kiekybinius metodus. Siekiant nustatyti paslėptas reiškinių sąveikas, modelius, užslėptas priežastis, reikalingas kokybinio tyrimo dizainas. Kokybinis tyrimas yra orientuotas į gaunamus duomenis atviro pokalbio ar kitokios komunikacijos būdu. Šio metodo esmė yra išsiaiškinti ką ir kodėl apie konkretų reiškinį mano respondentas. Dėl to, kokybiniai tyrimai yra pagrįsti socialinių mokslų disciplinomis, tokiomis kaip psichologija, sociologija ir antropologija, tačiau šiandien gali būti pritaikomi visuose kontekstuose. Šie metodai leidžia nuodugniai tirti reiškinį ir respondentų požiūrį, kai pašnekovas/tyrėjas taip pat stengiasi suprasti jų motyvaciją ir jausmus. Atitinkamai, kokybiniai tyrimo metodai sukurti tam, kad padėtų atskleisti tikslinės auditorijos elgesį ir požiūrį, susijusį su konkrečia tema. Paprastai naudojami įvairūs kokybinio tyrimo metodai, tokie kaip giluminis interviu, etnografinis tyrimas, turinio analizė, atvejo analizės tyrimai. Metodo pasirinkimas priklauso nuo tyrimo tikslo, apimties ir aplinkybių. Kokybinio tyrimu gaunami rezultatai yra analizuojami daugiau aprašomuoju ir turinio analizės metodu, netaikant statistinių duomenų analizės metodų (Moser et al., 2018).

Atsižvelgiant į šio darbo tikslus ir temos problematiką, buvo pasirinkti du kokybinio tyrimo metodai:

- 1) Giluminio interviu metodas;

2) Ekspertų vertinimo metodas.

Giluminio interviu metodas – vienas populiariausių kokybinio tyrimo metodų. Paprastai jis vykdomas, kaip pokalbis su tyrimo dalyviu, toks pokalbis vykdomas tik su vienu respondentu vienu metu. Pokalbis, naudojant šį metodą, suteikia galimybę iš respondento gauti išsamios informacijos, kurios nebūtų galima išgauti kiekybinio tyrimo metodais, pavyzdžiui, internetinės apklausos metu. Vienas iš giluminio interviu metodo privalumų yra respondentui suteikiama laisvė pasirinkti, kaip jis atsakys į jam pateiktus klausimus, kokią informaciją laikys svarbia ir pakankamai reikšminga dalintis su tyrėju. Tai suteikia galimybę surinkti tikslius duomenis apie tai, ką respondentai mano ir kokios jų požiūrio ar veiksmų motyvacijos (Rutledge et al., 2020).

Giluminis interviu laikomas veiksmingu metodu, plačiai naudojamas socialiniuose tyrimuose ir kitose srityse, yra tinkamas vertingiems duomenims gauti ir yra nepakeičiamas metodas ankstyvose žvalgomosiose tyrimo stadijose, kai tyrėjui reikia kuo daugiau sužinoti apie tyrimo objektą. Jis taip pat gali būti sėkmingai panaudojamas rengiant ir tikslinant tyrimo hipotezes, sudarant ir tikrinant anketos ir standartinio interviu klausimų turinį ir galimus atsakymų variantus (Günter Mey ir Katja Mruck, 2020).

Aptariamas tyrimo metodas naudojamas atliekant interviu su nedideliu dalyvių skaičiumi. Skirtingai nuo kitų kokybinių tyrimų metodų, tyrėjai, taikantys giluminio interviu metodą, investuoja daugiau laiko, nes kiekvienam dalyviui reikia skirti nemažai laiko siekiant, kad tokio formato tyrimas atneštų realios naudos. Vis tik tai leidžia gauti įvairesnius atsakymus. Interviu klausimai pirmiausia yra atviri, o tai paprastai lemia spontanišką ir laisvą respondento atsakymą. Tokio tyrimo metodo tikslas – gauti informacijos, kuri atskleidžia individo požiūrį, patirtį ir jausmus tam tikra tema ar problematika (Rutledge et al., 2020). Darbe naudotas giluminio interviu metodas, kuris vyksta pateikiant atvirus klausimus prašant pasisakyti ir pareikšti savo nuomonę. Klausimų eilę ir jų formulavimą lemia pokalbio eiga, jau išsiaiškinti dalykai.

Tyrimo strategija – problemos paieškos schema. Tyrimo metu buvo taikomas pusiau giluminis interviu, kuriame buvo paruošti ir suformuluoti atviro tipo klausimai. Interviu metu, tyrėjui imantis iniciatyvos vesti pokalbį, kurio metu siekiama sužinoti detalios ir reikšmingos informacijos tyrimo uždaviniams atskleisti ir išanalizuoti. Pasak L. Rupšienės (2007), interviu apima respondentų/informantų klausinėjimą ir įdėmų klausymąsi. Interviu, kaip kokybinių duomenų rinkimo metodo, taikymas, grindžiamas prielaida, kad prasminga žinoti informantų požiūrius, vertinimus ir nuomones. Taigi, interviu metu norima išsiaiškinti informantų patirtį ir nuomonę, sužinoti požiūrį tiriamuoju klausimu. Interviu metodas pasižymi nuodugnesnėmis galimybėmis plačiau pažinti tiriamąjį reiškinį, palyginus su anketinės apklausos duomenimis,

tačiau imant interviu iš mažiau tiriamųjų galimas mažesnis patikimumas (Kardelis K., 2007). Pasak V. Židžiūnaitės ir S. Sabaliausko (2017), norint praveisti tinkamą ir konkretų interviu, tyrėjas turi būti įgijęs reikalingas apklausai technines ir socialinės sąveikos kompetencijas, kai interviu eiga kreipiama tyrimui reikiama linkme. Norint gauti išsamius duomenis, reikia susidaryti tinkamą interviu klausimyną, kurio pagrindas, pasak L. Rupšienės (2007), tyrėjo siekiamos išsiaiškinti temos.

Giluminio interviu tikslas - apibrėžti gamybos procesų optimizavimo modelį kelių statybos sektoriuje konkrečios organizacijos darbuotojų požiūriu, empiriškai pagrindžiant optimizavimo būdus, kylančias problemas, sprendimo būdus ir galimas išeitis. Tyrime buvo apklausti respondentai, dirbantys kelių statybos sektoriuje, taikytas tikslinės imties sudarymo būdas – kriterinė atranka, kai tyrimo imties vienetai atrenkami pagal tam tikrus nustatytus kriterijus. Tyrimo imties vienetai pasirinkti orientuojantis į darbo kelių statybos organizacijoje, kompetenciją ir gerą tyrimo objekto išmanymą. Tyrimo dalyviai buvo pasirenkami remiantis patogiąja tyrimų dalyvių atranka, kai buvo atsižvelgiama, kad tyrimo dalyviai turėtų patirties su gamybinių procesų optimizavimu kelių statybos sektoriuje. Pasirinkti 6 specialistai, kelių statybos sektoriuje dirbantys ekspertai – atestuoti inžinieriai. Visi apklausti respondentai buvo vyriškos lyties asmenys, kurių amžiaus buvo nuo 26 iki 46 metų. Apklaustieji dirba kelių statybos sektoriuje, Vilniuje, ir jų darbo stažas siekia nuo 6 metų iki 24 metų. Respondentai dirba UAB „YIT Lietuva“ įmonę, atstovaujančią kelių statybos sektorių. Viena iš įmonės veiklos sričių – susisiekimo kelių infrastruktūros statyba. Pasak V. Židžiūnaitės ir S. Sabaliausko (2017), kokybinio tyrimo imtis turi atspindėti tyrimo reiškinio įvairovę, konkrečioje tikslinėje populiacijoje.

Atliekant interviu su tyrimo dalyviais buvo bendrauta tiesioginiai susitikus arba neturint galimybių naudojama mobiliojo ryšio priemonė – mobilusis telefonas. Kiekvienam apklaustasis buvo kalbinamas apie 40 - 50 minučių, kol pasižymimi visi išgirsti išsamūs atsakymai į klausimus. Tyrimo dalyviams buvo pristatytas tyrimo tikslas.

Tyrimo eiga – tyrimas vykdytas trimis pagrindiniais etapais:

- pirmas buvo skirtas pasirengti tyrimui. Jo metu buvo išsikelti probleminiai klausimai, numatytas tyrimo laikas ir vieta, parengti interviu klausimai;
- antras buvo tyrimo atlikimas – susitikimas su respondентаis ir interviu atlikimas, gautos informacijos analizė, jos sisteminimas ir rekomendacijų rengimas;
- trečias etapas – išvadų iš gautų duomenų atlikimas.

Siekiant nustatyti taikomas technologines inovacijas, produkto inovacijas, gamybos būdo technologijas ir jų svarbą optimizuojant gamybos procesus kelių statybos sektoriuje, taip pat buvo pasirinktas ekspertų vertinimo metodas (atlikta anketinė apklausa), kurioje dalyvavo

kelių statybos srityje dirbantys atestuoti inžinieriai (darbų vadovai, statybos darbų vadovai, statybos darbų projektų vadovai).

Ekspertų vertinimo metodas – plačiai taikomas sociologiniuose tyrimuose siekiant gauti duomenų apie nagrinėjamą sritį empiriniams skaičiavimams atlikti. Metodo populiarumas gali būti paaiškinamas tuo, kad jis pagrįstas tokiu principu – žinios iš tam tikros žmonių grupės visada yra pranašesnės, nei žinios apie tą patį reiškinį iš kiekvieno iš jų atskirai (Efimenko et al., 2019). Tai gali būti veiksmingas metodas, siekiant gauti grįžtamąjį ryšį norimu klausimu per trumpesnę laiką ir panaudojant mažiau laiko ar finansinių išteklių, nei naudojant kitus tyrimo metodus. Ekspertų vertinimai gali būti naudingi nustatant sąsajas, srities privalumus ir trūkumus, problemas, kurias gali prireikti toliau spręsti. Naudojant ekspertų vertinimo metodą, gaunamų duomenų tipas (gilesnė įžvalga apie konkretų reiškinį), lengvai ir patogiai naudojamas kartu su kitais tyrimo metodais. Naudojant ekspertų vertinimo metodą, tikslas yra atlikti pirminį vertinimą su mažesniu tyrimo dalyvių skaičiumi. Ekspertų vertinimas gali padėti nustatyti, į ką tiriamoje srityje toliau reikėtų atkreipti dėmesį. Kitaip tariant, šis tyrimo metodas gali būti naudojamas norint greitai ir paprastai nustatyti, ką toliau reikėtų tirti, tobulinti ar keisti (Velychko et al., 2015; Taraldsen, Gunnar, 2020).

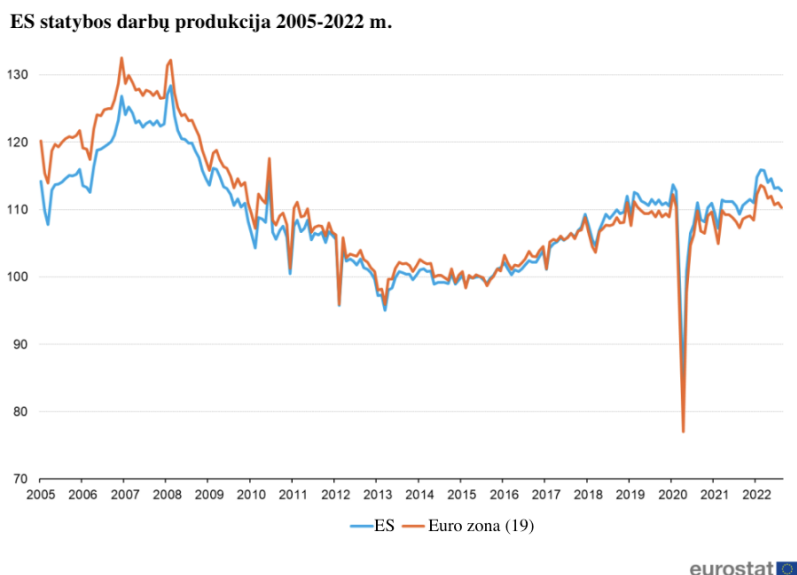
Efimenko et al. (2019), sėkmingai taikė ekspertų vertinimo metodą statybos sektoriuje. Anot tyrėjų, praktika rodo, kad šio sektoriaus srityje užduočių įgyvendinimas dažniausiai būna sėkmingesnis, jei jis grindžiamas remiantis kolektyvine patirtimi. Tai lemia ekspertų vertinimo metodo taikymo poreikį statybos sektoriuje. Autoriai taikė ekspertų vertinimo metodą statybos sektoriaus užduočių vykdymo valdymui tirti, detalizuojant užduočių pobūdį, ypatybes ir įgyvendinimo būdus. Tyrimo duomenys leidžia daryti išvadą, kad metodo pritaikomumas aptariamame sektoriuje yra galimas. Ekspertų vertinimo metodas gali būti naudojamas sprendžiant įvairias statybos srities problemas. Tyrimo metu gauti duomenys atspindi reikiamą kvalifikaciją turinčio kolektyvo nuomonę. Nors tokiam tyrimui yra subjektyvumo elementas, iš esmės respondentų atsakymai turi objektyvų pobūdį, nes yra paremti kvalifikuotų specialistų įžvalgomis.

Norint panaudoti ekspertų vertinimo metodą, reikia suformuoti grupę kvalifikuotų ekspertų, kurie gali suteikti būtiną kvalifikuotą informaciją apie vertinamąjį objektą. Priklausomai nuo reikalavimų, keliamų norimai informacijai gauti, ekspertų vertinimai gali būti įvairios formos – nuo profesionalių interviu arba nuo neakivaizdinės individualios apklausos anonimine anketa iki atviros grupinės šių asmenų diskusijos tyrimo problemą nagrinėjama klausimais (Wiebke Möhring ir Daniela M. Schlütz, 2017). Šio metodo naudojimo metu ekspertai vertino 10 suformuluotų teiginių susijusių su nagrinėjama tema (vertinimas atliktas naudojant Likerto skalę), intervale nuo 1 iki 5 (1 – visiškai nesutinku; 2 – nesutinku; 3 – nei

sutinku, nei nesutinku; 4 – sutinku; 5 – visiškai sutinku). Apklausoje dalyvavo 10 ekspertų, kurių kiekvienas, pateiktus teiginius, vertino objektyviai – remdamiesi sukaupta patirtimi ir žiniomis. Ekspertinio vertinimo anketa pateikta prieduose (žr. 2 priedą).

2.2. Kelių statybos sektoriaus apžvalga

Kaip ir dauguma rinkos sričių, kelių statybos sektorius COVID-19 karantino laikotarpiu patyrė ryškų nuosmukį. Tačiau daugelio Europos šalių ekonomika 2021 m. vėl pradėjo augti. Tai atspindėjo laipsniškai mažinant COVID-19 pandemijos apribojimus ir su jais susijusius ekonominius padarinius. Iš dalies ekonomikos atsigavimas yra tikėtinas: per pirmąjį 2020 m. ketvirtį sukauptos santaupos dabar galėjo būti išleistos naujoms investicijoms. Be to, paslaugų sektoriaus atnaujinimas ir kelionių apribojimų pabaiga Europos Sąjungos viduje skatino naudotis transportu augimą, didelius turizmo srautus, o tai iš esmės reikalavo investicijų į infrastruktūrą. 2021 m. BVP euro zonoje išaugo per 5,3 proc., palyginti su 6,4 proc. nuosmikiu 2020 m. Tiesa, ne visų šalių ekonomika atsigavo vienodu tempu (žr. 5 pav.), pavyzdžiui, prasčiausiai kilo Vokietijos ekonomika – tik apie 2,8 proc., Ispanijos – 5 proc., o tuo tarpu Italijoje ekonomika pagerėjo per 6,5 proc., Prancūzijoje – 7 proc. (Committee for European Construction Equipment, 2022). Tačiau bendri Europos Sąjungos rodikliai leidžia susidaryti įspūdį apie statybos sektoriaus tendencijas ateityje.



5 pav. ES ir Euro zonos (angl. *EA-19*), statybos darbai 2005–2022 m. (2015 m. = 100)

Šaltinis: Eurostat (2022)

Nors COVID-19 poveikis 2021 m. gerokai sumažėjo, vis dar išliko keletas veiksnių, neigiamai atsiliepančių statybos pramonei. Kai kuriose valstybėse trūksta kvalifikuotų darbuotojų, pavyzdžiui, Vokietijoje maždaug ketvirtadalis statybos įmonių įvardijo, kad didelį susirūpinimą kelia darbuotojų trūkumas (European Construction Industry Federation, 2022). Be

to, pirmoje 2021 m. pusėje gamybos sektorius patyrė pasiūlos grandinės sutrikimų, daugiausia sukeltų dėl gabavimo kontenerių ir žmogiškųjų išteklių trūkumo Azijos uostuose. Stygius paveikė ir automobilių gamybos pramonę, nes reikėjo mažinti gamybą dėl pasaulinio resursų trūkumo. Tikimasi, kad tiekimo grandinės sutrikimai gali palaipsniui sumažėti po antrojo 2022 m. ketvirčio ir visiškai išnykti iki 2023 m. (Committee for European Construction Equipment, 2022). Atitinkamai didėjo statybinių medžiagų kainos, be to, prognozuojama, kad augs ir energijos kainos. Šie pokyčiai gali sulėtinti statybos sektoriaus progresą bent iki 2022 m. pabaigos (European Construction Industry Federation, 2022).

Taip pat stebėta kainų infliacija, kuri 2020 m. neigiamai atsiliepė daugelyje Europos šalių ir žymiai paspartėjo antroje 2021 m. pusėje, kada ji viršijo Europos Centrinio banko palūkanų normą. Staigus žaliavų kainos padidėjimas, medžiagos ir darbo jėgos trūkumas, bei tiekimo grandinės sutrikimai buvo pagrindinės šios infliacijos priežastys. Tikimasi, kad po 2022 m. BPV viršys prieš pandemijos metu vyravusį lygį (žr. 2 lentelę), o tai turėtų atsispindėti ir gamybos, bei produkcijos industrijose (Committee for European Construction Equipment, 2022).

2 lentelė. Europos Sąjungos BPV augimas ir prognozė 2020-2023 m.

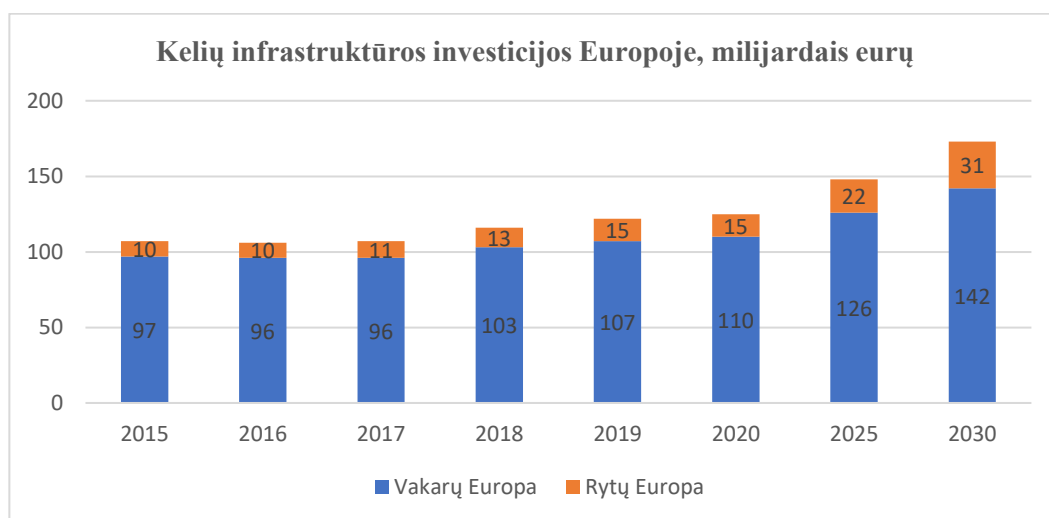
	2020	2021	2022	2023
BPV augimas	-5.9 proc.	5.3 proc.	4,0 proc.	2,8 proc.
Investicijos statybos sektoriaus įrangai	-11,4 proc.	10,1 proc.	6,1 proc.	4,6 proc.
ES gamybos apimčių augimas	-5,0 proc.	5,0 proc.	2,5 proc.	2,5 proc.

Šaltinis: Committee for European Construction Equipment (2022)

Taigi statybos sektorius Europoje patyrė nuosmukį dėl COVID-19 pandemijos, nors lyginant su viešbučių ir aviacijos sektoriais, neigiamas poveikis nebuvo toks stiprus, todėl ir statybos pramonė atsigavo greičiau. Europos Sąjungos šalių duomenys rodo, kad 2021 m. civilinė inžinerija išaugo 1,5 proc., o statybos sektorius per 1,2 proc. Didžiausias augimas statybos sektoriuje buvo stebėtas Lenkijoje (+12,7 proc.), Vengrijoje (+12,3 proc.) ir Suomijoje (+8,4 proc.), o ryškiausias nuosmukis fiksuotas Slovėnijoje (-17,3 proc.), Belgijoje (-8,8 proc.) ir Ispanijoje (-5,6 proc.) (Committee for European Construction Equipment, 2022). Apžvelgiant darbuotojų skaičių, 2021 m. Europos Sąjungos statybos sektoriuje dirbo 12,3 mln. darbuotojų, o tai yra per 3,8 proc. daugiau nei 2020 m. Prognozuojama, kad 2022 m. jų skaičius padidės dar 2,4 proc. (European Construction Industry Federation, 2022).

Yra keletas veiksnių, kurie padėjo stabilizuoti statybos sektoriaus situaciją po COVID-19 pandemijos laikotarpio, pavyzdžiui, investicijos į infrastruktūrą, finansinės paskatos renovacijai ir pastatų modernizavimui. Žvelgiant į ankstesnes ir numatomas investicijas kelių statybos sektoriui matyti, kad po 2020 m. matomas ryškus augimas tiek Vakarų, tiek Rytų

Europoje (žr. 6 pav.), kai pastarojoje investicijas numatoma beveik padvigubinti (Stern et al., 2021).



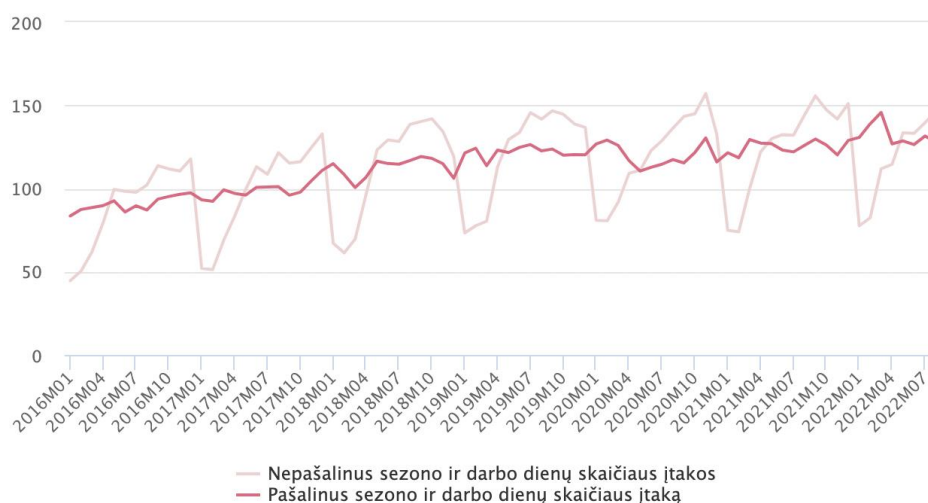
6 pav. Kelių infrastruktūros investicijos Europoje, milijardais eurų

Šaltinis: Stern et al. (2021)

Pažymima, kad kelių statybos įrangos pardavimo sektoriuje buvo ypač ryškus augimas (žr. 2 lentelę). Dėl palankių investicijų į infrastruktūrą, pardavimai Europos rinkoje 2021 m. išaugo per 25 proc. Pavyzdžiui, lengvos įrangos pardavimai išaugo per 25 proc. (tai iš dalies paaiškinama taip, kad įranga naudojama ir kitose statybų veiklos srityse, nesusijusioje su kelių statyba, pavyzdžiui, kitų inžinerinių statinių pramonėje). Vibracinių plokščių pardavimai 2021 m. išaugo per 25 proc., mažų asfalto ir grunto volų - per 33 proc., o asfalto klotuvų pardavimuose stebėtas maždaug 10 proc. augimas. Betono technikos pardavimų rinka pernai išaugo per 29 proc., sunkvežimių su montuojamais siurbliais perkybos rinka išaugo net per 46 proc., o prekyba stacionariais siurbliais – 25 proc. (Committee for European Construction Equipment, 2022). Stern et al. (2021) teigia, kad iki 2050 m. kelių statybos sektorius smarkiai pasikeis. Pokyčiai prognozuojami dėl kelių pagrindinių tendencijų ir diegiamų inovacijų, pavyzdžiui, autonominis vairavimas, automatizuota gamyba, pramonės skaitmeninimas ir kelių statybos įrangos pažanga. Šiems pokyčiams įgyvendinti reikalingas kruopštus išankstinis planavimas ir investicijos. Be to, šių naujovių diegimas nebus vienodas visuose Europos regionuose, nes investicijų mastas priklauso nuo esamos situacijos. Daugelis šių naujovių pareikalaus nemažai investicijų į apleistų teritorijų esamos infrastruktūros atnaujinimą.

Lietuvoje kaip ir visoje Europoje 2020 m. dėl COVID-19 pandemijos sustojo šalies ekonomikos augimas. Tačiau statybos sektorius nepatyrė tokio didelio nuosmukio, kaip kai kurios kitos rinkos. Per 2010-2020 m. laikotarpį, statybos sektoriuje veikiančių organizacijų skaičius Lietuvoje išaugo per 172,2 proc., (European Commission, 2021). Lietuvos statistikos

departamento duomenimis šalyje atliktų statybos darbų indeksas ir po 2020 m. išliko gana stabilus (žr. 7 pav.).



7 pav. Lietuvoje atliktų statybos darbų indeksas (2015 m. mėnesio vidurkis = 100)

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas (2022)

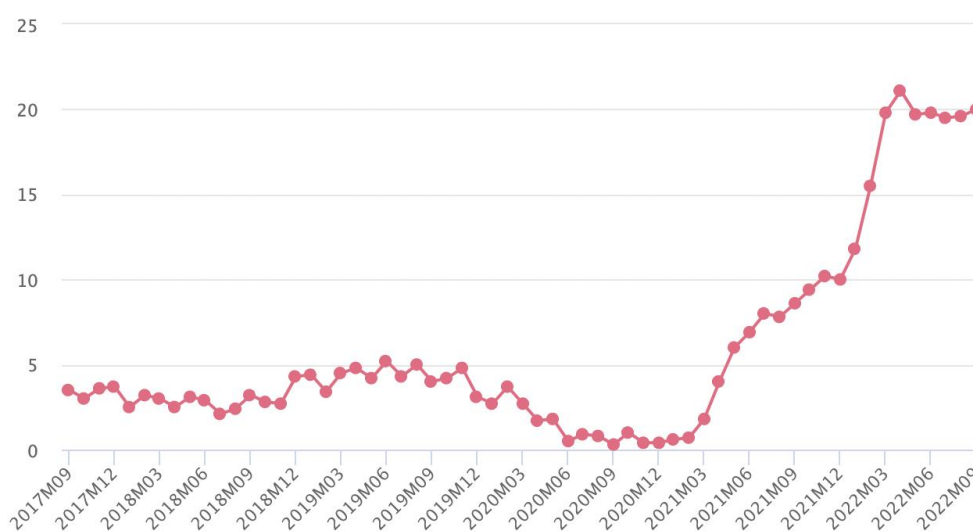
Statybos sektoriaus augimą daugiausia lėmė nekilnojamojo turto, architektūros ir inžinerijos pastatų statybos ir susisiekimo infrastruktūros statybos rinkų augimas. Ypač efektyvūs rodikliai stebėti pastatų statybos srityje, kadangi Lietuvoje veikiančios organizacijos yra įpareigosotos pakartotinai panaudoti ir perdirbti ne mažiau kaip 70,0 proc. (pagal svorį) statybvietėse susidarančių nepavojingų statybos ir griovimo atliekų. Visi nauji statybos darbai turi atitikti ES teisės aktų reikalavimus, užtikrinančius, kad nebūtų daroma žala klimatui (European Commission, 2021).

Apžvelgiant Lietuvos negyvenamosios statybos ir susisiekimo infrastruktūros sritis, šalyje 2010-2020 m. laikotarpiu daugiausia dėmesio skirta kelių ir geležinkelių susisiekimo gerinimui. Geležinkelio kelių infrastruktūroje svarbiausiu uždaviniu išlieka tarpvalstybinio „Rail Baltica“ projekto užbaigimas. Kaip dalį pastarojo projekto, 2020 m. rugsėjį Lietuvos susisiekimo ministerija kartu su „LTG Infra“ ir „Ardanuy Ingenieria“ pasirašė maždaug 1,1 mlrd. eurų vertės sutartį dėl Kauno geležinkelio mazgo infrastruktūros rengimo. Darbus planuojama baigti iki 2026 m. pabaigos. Taip pat buvo vykdyti automagistralės „Via Baltica“, jungiančios Varšuvą ir Taliną ir besidriekiančios per visas Baltijos šalis, atnaujinimo darbai. Dar vienas iš svarbesnių projektų Lietuvoje yra kelio nr. A14 pagerinimas, rekonstrukcijos metu siekiant suteikti šiai susisiekimo arterijai aukštesnę kategoriją (European Commission, 2021).

Europos Komisijos (European Commission, 2021) teigimu, nepaisant minėtų teigiamų pokyčių, Lietuvos statybos sektorius susiduria su dviem pagrindiniais iššūkiais. Pirmas - pastebimas ryškus kvalifikuotų darbuotojų trūkumas, kurį daugiausiai lemia emigracija ir darbo jėgos senėjimas, ir antru - statybos sektoriuje vis dar pasitaiko vėluojančių mokėjimų už atliktus

darbus. Nepaisant to, Lietuvos statybos sektoriaus perspektyvos yra teigiamos ir daromos prielaidos, jog būtent negyvenamosios statybos ir susisiekimo infrastruktūros statybos rinkos bus pagrindiniai Lietuvos statybų rinkos augimo elementai. Tikimasi, kad ES investicijos į viešojo sektoriaus infrastruktūrą ir jos skaitmenizavimą paskatins šio sektoriaus augimą ir ateityje.

Taip pat pažymima statybose naudojamų žaliavų ir medžiagų kainų pokyčius. Remiantis Lietuvos statistikos departamento (2022b) duomenimis po 2020 m. fiksuojamas reikšmingas resursų kainų augimas, kuris šiuo metu viršija prieš pandemiją vyravusias kainų tendencijas (žr. 8 pav.).



8 pav. Statybos sąnaudų elementų metiniai kainų pokyčiai 2017–2022 m.

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas (2022b)

Sistemiškai vertinant paminėtus veiksnius galima teigti, kad statybos sektoriuje COVID-19 pandemijos įtaka nebuvo tokia ryški, kaip kitose pramonės šakose. Kelių statybos sektoriuje reikalingos įrangos pardavimai Europos mastu ženkliai išaugo 2021 m. lyginant su ankstesniais metais. Be abejo, skirtingose šalyse šie rodikliai taip pat skiriasi, tačiau pats faktas apie vykstantį ekonominį augimą yra be galo svarbus, nes jis atspindi pramonės tendencijas ir perspektyvas plačiuoju požiūriu. Galima paminėti, kad ne be reikalo tikėtasi, jog po 2021 m. COVID-19 pandemijos metu patirti nuostoliai turėtų būtų kompensuoti per naujus produkcijos mastus. Pardavimų augimo mastas Europoje rodo didelę paklausą, tad galima daryti prielaidą, jog pardavimai gali išaugti dar daugiau, jei pramonė gebės įvykdyti užsakymus laiku. Tačiau dėl 2020 m. atsiradusių apribojimų ir darbo jėgos trūkumo, keičiasi statybos pramonėje naudojamų žaliavų kainos, o statybos darbų greitis priklauso nuo žmogiškųjų išteklių prieinamumo. Didėjančios kainos lemia didesnę priklausomybę nuo investicijų ir reikalauja nuodugnaus biudžeto planavimo, kad iki pandemijos numatyti projektai būtų užbaigti laiku.

Kelių statybos darbų pridavimo vėlavimas ir kitokie trikdžiai, neleidžiantys efektyviai statyti kelių, neigiamai veikia rinką ir gali daryti įtaką pardavimų mastams ir apyvartai.

Kadangi numatomi ekonomikos pokyčiai, infliacija ir statybos žaliavų kainų augimas - reikalingas atsakingas rinkos valdymas. Razi et al. (2021) išskyrė pagrindines statybos rinkoje pasireiškiančias rizikas pagal rizikos raiškos tikimybę (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Labiausiai tikėtinos rizikos statybos sektoriuje

EILĖS NR.	RIZIKA	RIZIKOS TIPAS
1	Oro sąlygų nenuspėjamumas	Aplinkosauginis
2	Žemės paėmimo problemos	Projektinis
3	Pavėluotai pateikta techninė dokumentacija, dėl ko vėluoja projekto įgyvendinimas	Operacinis
4	Naujajame projekte neatsižvelgiama į esamą drenažo sistemą, sukliamas patvinimas	Techninis
5	Neaiški grunto būklė	Projektinis
6	Projekto statybos pradžios vėlavimas dėl tyrimų	Techninis
7	Aplinkos tarša	Aplinkosauginis
8	Pavėluotas rangovo pretenzijų pateikimas	Operacinis
9	Statybos darbai nėra gerai planuojami ir prižiūrimi	Operacinis
10	Projekto laiko apribojimai	Techninis
11	Pradinė kelio konstrukcija suprojektuota taip, kad ji netinkama eksploatuoti sunkiasvorių transportui	Techninis
12	Pavėluotas projektų patvirtinimas iš ekspertizę vykdančių institucijų	Operacinis
13	Nekvalifikuotas projektų vadovas, prastas darbų planavimas	Projektinis

Šaltinis: Razi et al. (2021)

Apibendrinant kelių statybos sektoriaus analizę galima teigti, kad statistiniai duomenys rodo Europos regione įvykusį šios statybos pramonės šakos pardavimų nuosmukį ir tiekimo grandinės sutrikimus dėl COVID-19 pandemijos padarinių. Minėtos pasekmės buvo juntamos ir praktiškai, tačiau jos nebuvo tokios ryškios kaip kitose pramonės šakose, todėl kelių statybos sektoriaus atsigavimo procesas buvo žymiai spartesnis. Kaip rodo Europos Sąjungos šalių duomenys, 2021 m. regione susisiekimo infrastruktūros rinka augo 1,5 proc., o bendrai statybos sektoriaus rinka - per 1,2 proc. Šalyje tai lėmė ir pagrindinių per Lietuvą einančių tarptautinių susisiekimo arterijų automobilių keliais („Via Baltica“) ir geležinkelių keliais („Rail Baltica“) statybos projektų įgyvendinimo tęstinumas. Specifinės, kelių statyboje naudojamos, įrangos pardavimuose taip pat buvo jaučiamas augimas – pardavimai Europoje 2021 m. išaugo per 25 proc. dėl palankių investicijų į infrastruktūrą. Ekspertai teigia, kad vertinant susidariusią geopolitinę situaciją ir pandemijos metu išmoktas pamokas, Europos regione iki 2050 m. kelių statybos sektorius bus pasiryžęs priimti ir inicijuoti įvairias permainas. Pokyčiai prognozuojami ir dėl kelių statybos sektoriuje juntamo darbo jėgos, ypatingai inžinerinio personalo, stygiaus,

dėl ko ateityje matysime vis daugiau technologinių inovacijų diegimo, taip ieškant būdų kuo labiau optimizuoti be žmogaus įsikišimo dar vis negalinčius veikti gamybos procesus.

2.3. Kelių statybos sektoriaus įmonių plėtros veiksnių analizė

Remiantis teorinėje darbo dalyje išnagrinėta moksline literatūra, galima daryti prielaidą, kad technologinių inovacijų taikymas kelių statybos sektoriuje tapo neatsiejama įmonių strateginės plėtros dalimi, kuri pasireiškia technologinėje sektoriaus strategijos aplinkoje (žr. 4 lentelę) ir praktiškai visi pagrindiniai kintamieji susiję su plėtros poreikiu. Tai gali būti apibūdinama, kaip poreikis nuolatos atsinaujinti, taikyti inovacijas, naujausius gamybos, gavybos, perdirbimo, žaliavų bei medžiagų apdorojimo ir statybos būdus ir technologijas. Kelių statybos sektoriuje dažnai pabrėžiama strateginės plėtros, kaip vadybos elemento, didelė kūrimo ir naudojimo svarba, kadangi minėta pramonės šaka sudaro didelę dalį BVP ir turi būti sistemingai ir kruopščiai stebima, siekiant užtikrinti stabilumą.

4 lentelė. Inovacijų tipai

Moksliniai tyrimai	Gamybos būdas	Produktas
Naujos žinios apie technologijas Eksperimentinė plėtra	Tobulinamas gamybos organizavimo procesas Naujai sukurtas gamybos būdas	Modernizuotas produktas Naujas produktas

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus, remiantis Krušinsku ir Benetyte (2016)

Technologijų naudojimas teigiamai veikia ekonomiką ir suteikia galimybes kurtis naujiems verslams. Technologinės inovacijos apibūdinamos kaip viena iš pagrindinių varančiųjų jėgų, kuri lemia ilgalaikį produktyvumą ir ekonomikos augimą. Anot Karaliūtės (2017), inovacijų procesas labai svarbus visai šaliai, nes daro poveikį tiek vyriausybei, tiek verslams, tiek mokslininkams. Autorės teigimu, dažnai inovacijos sąvoka suvienodinama su naujovės sąvoka. Tačiau naujovė – tai proceso rezultatas, o inovacija – procesas. Siekiant optimizuoti kelių statybos sektoriuje veikiančius procesus pasitelkiamos inovacijos. Šioje statybos srityje dirbančios įmonės taiko technologines inovacijas, medžiagiškumą ir naujausias gamybos technologijas. Visi šie būdai yra tarpusavyje susiję (Krušinskas ir Benetytė, 2016). Anot Karaliūtės (2017), technologinės inovacijos skirstomos į produkto ir proceso inovacijas, atsižvelgiant į techninius parametrus (žr. 5 lentelę).

5 lentelė. Inovacijų skirstymas

Inovacijos	Apibūdinimas
Produkto inovacijos	Šis inovacijos tipas siejamas su naujais atradimais, tai yra naujų medžiagų ar dalių panaudojimu, naujų produktų gavimu. Produkto inovacijos padeda vykdyti gyvenimo pokyčius, juos gerina, bei sukuria daugiau galimybių atsirasti naujoms sritims.

Proceso inovacijos	Ši inovacija – naujos technologijos. Kaip pavyzdį galima paminėti H. Fordo idėją gaminti automobilius, pasirenkant pakeičiamas jų dalis.
---------------------------	--

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus, remiantis Karaliūte (2017)

Atsižvelgiant į kelių statybos sektoriaus specifiškumą, galima jį susieti tiek su produkto inovacijomis, tiek su proceso inovacijomis, nes nauji produktai bei medžiagos padeda sektoriui tobulėti, efektyviau dirbti, o dėl to galima pagerinti ekonominius rodiklius. Krušinskas ir Benetytė (2016) teigia, kad inovacijos skatina socialinę, technologinę ir ekonominę plėtrą ir užtikrina jos tvarumą. Tačiau kita dalis mokslininkų teigia, kad produktyvumą garantuoja tik ilgalaikės investicijos į inovacijas. Anot autorių, inovacijos – svarbus verslo plėtros veiksnys, kurio dėka didėja veiklos produktyvumas. Inovacija – tai procesas, padedantis sukurti naujus ir patobulintus jau naudojamus produktus, taip pat optimizuoti teikiamas paslaugas. Nors skirtingi autoriai inovacijos sąvoką interpretuoja įvairiai, tačiau visi sutaria, kad pagrindinis inovacijos tikslas – modernių produktų kūrimas ir integravimas plačiam naudojimui (Kazlauskas, Merkevičius, 2019). Krušinskas ir Benetytė (2016) išskyrė šias inovacijas (žr. 6 lentelę):

- Technologinės inovacijos;
- Produkto inovacijos;
- Paslaugos inovacijos;
- Proceso inovacijos.

6 lentelė. Inovacijų skirstymas

Technologinės inovacijos	Produkto inovacijos	Paslaugų inovacijos	Proceso inovacijos
Kuriamos technologijos	Kuriami produktai	Kuriamos arba tobulinamos įvairios paslaugų formos	Kuriami ar tobulinami procesai bei jų sekos

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus, remiantis Krušinsku ir Benetyte (2016)

Iš visų pateiktų inovacijų kelių statybos sektoriui svarbiausios yra technologinės inovacijos, nes jos prisideda prie rinkos ekonomikos pažangos. Kaip matyti statybos sektoriuje kyla išorinės ir administracinės grėsmės, todėl reikalingos skirtingos tobulinimo priemonės. Stern et al. (2021) įsitikinę, kad daugumą šiandienos problemų padės išspręsti naujų statybos medžiagų panaudojimas, automatizavimas ir technologinės inovacijos. Prognozuojama, kad automatizavimo prieinamumas ir naudojimas sparčiai didės ir iki 2035 m. 15 proc. visų pasaulyje parduotų lengvųjų transporto priemonių gali būti visiškai automatizuotos. Dėl automatizavimo kelio plotis gali sumažėti trečdaliu, nes autonominis vairavimas garantuoja tikslumą ir patikimumą, o tai idealiu atveju pašalintų platesnių juostų būtinybę (tradicinės eismo juostos kuriamos atsižvelgiant į žmogiškosios klaidos tikimybę). Statybos sektoriuje tai reikštų, kad naujai tiesiant siauresnius kelius statybinių medžiagų poreikis galėtų sumažėti iki 30 proc.

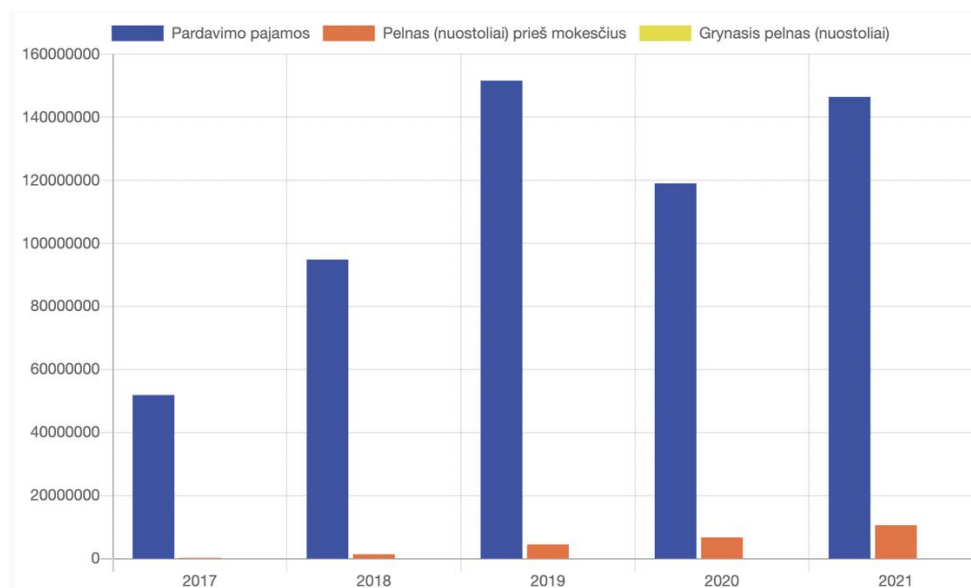
Be to, tradiciniuose keliuose atsilaisvinus vietai atsirastų erdvės, kurias būtų galima panaudoti arba esamų kelių pralaidumui padidinti, pavyzdžiui, keturių eismo juostų išplėtimas iki šešių eismo juostų, arba kitų susisiekimo būdų diegimui, pavyzdžiui, pėsčiųjų ar dviračių takų statybai. Prisimenant statybos medžiagų kainų pokyčius, automobilių automatizavimas galėtų sumažinti organizacijų išlaidas. Kita vertus, visiškas perėjimas prie autonominių transporto priemonių nebus greitas, nes perėjimas reikalaus investicijų ir gyventojų įsitraukimo (Keuchel, 2020). Greičiausiai tokie pokyčiai pirmiausia būtų įgyvendinami tankiai apgyvendintose teritorijose ir miestuose. Dėmesį reikėtų atkreipti ir į tai, kad automatizavimas galimai pasireikštų ir kelių statybos sektoriuje, nes būtų diegiamos naujos technologijos. Tai padėtų didinti produktyvumą, juo labiau, kad Razi et al. (2021) teigimu, darbų vėlavimas ir kvalifikacijos trūkumas įvardijami prie pagrindinių statybos sektoriaus sklandaus veikimo rizikų. Anot Stern et al. (2021), kitos pramonės šakos (ypač mažmeninė prekyba ir gamybos sektoriai) diegdamos automatizuotą įrangą per pastaruosius 20 metų savo produktyvumą kasmet padidino per 2,8 proc. Statybos sektorius šiuo metu dar neišnaudojo šių galimybių, o turint omenyje tai, kad kelių statyboje vis dar naudojama palyginti nemažai fizinio žmogaus darbo, automatizavimas čia galėtų ženkliai optimizuoti procesus. Pradinė kelio apžvalga galėtų būti atliekama naudojant „LIDAR“ technologiją, padedančią sutaupyti finansinių ir laiko sąnaudų. Duomenys iš keleto šaltinių gali būti įvesti į skaitmeninę sistemą, o kelių skaitmeniniai modeliai rodytų kelio atkarpos gyvavimo ciklą. Pavyzdžiui, Nyderlandų kelių agentūra jau skatina statybos įmones montuoti jutiklius, kuriuos naudojant atliekamas kelio, kaip statinio, būklės stebėjimas. Taip pat automatizuoti ekskavatoriai ir kitokia kelių statybos technika galėtų atlikti kasimo darbus iki 30 proc. greičiau. Buvo minėta, kad padidėjo statybos žaliavų kainos, todėl naujų statybos resursų paieškos tampa vis aktualesnės. Daugumą kelių statybos sąnaudų sudaro susmulkinta uoliena, cementas, naftos dariniai (asfaltas, bituminiai produktai, įvairios mastikos et al.), vanduo ir smėlis. Alternatyvios medžiagos galėtų būti patvaresnės ir lengvesnės, pavyzdžiui, plastikas asfalto mišinyje. Šios priemonės galėtų užtikrinti didesnį transporto priemonių skaičių vienam kelio kilometrui ir tuo pačiu sumažintų išlaidas skiriamas žaliavų įsigijimui. Be to, kadangi tokie atnaujinimai būtų daromi viršutiniam asfalto dangos sluoksniui, taip būtų išleidžiama mažiau pinigų, nei statant visiškai naujus kelius (Stern et al., 2021). Plastiko panaudojimas yra ypač aktualus procesas atsižvelgiant į aplinkos taršos problemą. Plastiką yra lengvesnis už asfaltą, be to gali būti dedamas mažomis granulėmis, kad padidintų asfalto mišinio masę (Stern et al., 2021). Anglijoje buvo bandomas pigesnių ir atsparesnių kelių, pagamintų iš perdirbto plastiko, tiesimas. Plastikinių butelių atliekos mažomis granulėmis buvo maišomos į asfalto mišinį, o tai leido nukloti kur kas daugiau kilometrų naujos asfalto dangos (MacRebur, 2022). Taip pat galima apdoroti senas padangas ir

įmaišyti į naujus asfalto mišinius. Stern et al. (2021) teigimu, maždaug 1500 senų padangų viename tipinės juostos kilometre gali žymiai sumažinti bendrą atliekų kiekį. Minėtos priemonės padėtų įgyvendinti ES žaliosios statybos (angl. *green building*) projektus. ES duomenimis, 40 proc. visos ES suvartojamos energijos sunaudoja statybos sektorius, 36 proc. visų ES šiltnamio efektą sukeliančių dujų atsiranda iš pastatų (European Union, 2022). Žalioji statyba skatina perdirbti ir pakartotinai panaudoti statybines medžiagas ir tokiu būdu siekiama sumažinti statybos pramonės sukuriamą neigiamą poveikį aplinkai (Olubunmi et al., 2016).

Apibendrinant kelių statybos sektoriaus (tiek privataus sektoriaus įmonių, tiek įvairių valstybinių institucijų) plėtros perspektyvas, kaip pagrindinį komponentą galima išskirti visos pramonės šakos orientaciją į inovacijas. Remiantis mokslinės literatūros analize galima daryti išvadą, jog kelių statybos sektorius gali priimti tiek produkto, tiek proceso inovacijas, o praktinė prasme tai apima naujausius gamybos, gavybos, žaliavų ir medžiagų perdirbimo ir statybos būdus bei technologijas.

2.4. Kelių statybos sektoriaus atvejo analizė

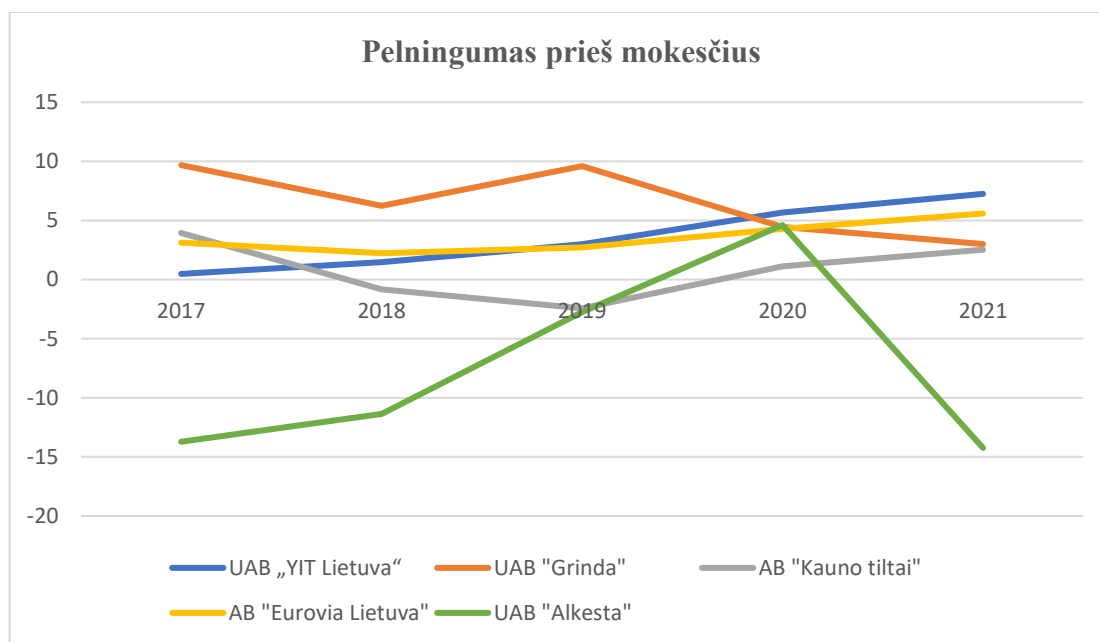
UAB „YIT“ yra didžiausia statybos bendrovė Suomijoje, veiklą vykdanči gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų statyboje, taip pat aplinkos plėtros, infrastruktūros ir kelių statybos srityje. Šiuo metu įmonė veikia Suomijoje, Švedijoje, Norvegijoje, Čekijoje, Slovakijoje, Lenkijoje ir Baltijos šalyse. Lietuvos filialas, t. y., UAB „YIT Lietuva“ buvo įsteigtas 2019 m. susijungus „YIT Kausta“ ir „YIT Infra Lietuva“ (buvusi UAB „Lemminkainen Lietuva“). Remiantis įmonės finansinėmis ataskaitomis matyti, kad įmonės pelnas stabiliai auga ir nebuvo ženkliai paveiktas COVID-19 pandemijos laikotarpiu įvesto karantino ir apribojimų (žr. 9 pav.).



9 pav. UAB „YIT Lietuva“ finansų rodikliai 2017-2021 m.

Šaltinis: rekvizitai.lt (2022)

Įmonės pelnas 2020 m. siekė 6 732 000 Eur, o 2021 m. paaugo iki 10 622 000 Eur. Pardavimo pajamos taip pat išaugo nuo 118 997 000 Eur 2020 m. iki 146 414 000 Eur 2021 m. ir beveik siekė prieš pandemijos metu pasiektą pelną 2019 m. (151 572 478 Eur). Finansinės ataskaitos duomenys rodo teigiamas ateities perspektyvas, pavyzdžiui, lyginant su UAB "LitCon", kuriai nuo 2022 m. lapkričio mėn. vykdoma bankroto procedūra. Organizacijos pelnas nuo 1 104 255 Eur 2014 m. stabiliai krito iki 235 324 Eur 2017 m. UAB „YIT Lietuva“ pranašumas matomas ir lyginant pelningumo prieš mokesčius rodiklius lyginant su kai kuriomis sektoriaus konkurentėmis. UAB „YIT Lietuva“ pelningumas kasmet stabiliai auga, kai tuo tarpu kai kurios kitos statybos sektoriuje veikiančios organizacijos patyrė neigiamą pelningumą. Tiesa, AB „Eurovia Lietuva“ rezultatai taipogi stabiliai auga, nors 2021 m. pelningumas buvo mažesnis nei UAB „YIT Lietuva“. Pardavimų pajamos 2021 m. taip pat mažesnės: UAB „YIT Lietuva“ siekė 146 414 000 Eur, o AB „Eurovia Lietuva“ - 67 755 942 Eur.



10 pav. Kelių statybos sektoriuje dirbančių įmonių pelningumo prieš mokesčius (pelno prieš apmokestinimą ir pardavimo pajamų santykis) palyginimas

Šaltinis: rekvizitai.lt (2022)

Taigi pagal finansinius rodiklius UAB „YIT Lietuva“ iškilo kaip viena lyderiaujančių kelių statybos sektoriaus organizacijų (žr. 10 pav.). Tiesa, bendrovė 2020 m. duomenimis mokėjo didžiausius mokesčius, tačiau šie rodikliai atspindi ir organizacijos veiklos apimtį - kartu su didesne apimtimi neišvengiamai augs ir mokesčių mokėjimas (Grinda, 2021).

Pažymima, kad UAB „YIT“ savo veikloje stengiasi diegti žaliosios statybos principus, pavyzdžiui, gerina energijos vartojimo efektyvumą. Organizacija savo veikla skatina ir perdirbamų medžiagų panaudojimą savo gamybos procesuose ir investuoja į statybos ir

griovimo atliekų tvarkymo ir perdirbimo veiklą. Teigiama, kad diegiant įvairius sprendimus organizacijos vykdomuose projektuose išmetamų dujų kiekis 2021 m. sumažėjo per 1,6 proc. Duomenys apima tiesioginio ir netiesioginio energijos suvartojimo išmetamus teršalus, taip pat taršą iš atliekų, susidarančių vykdant statybos darbus ir darbuotojų verslo skrydžius. UAB „YIT Lietuva“ skelbia, jog šiuo metu veikiančiose Vilniaus ir Gargždų asfalto gamyklose nuolat vykdomas automatizavimas ir modernizavimas, o tai leidžia gaminti plataus spektro asfalto mišinius: asfaltbetonio, skaldos mastikos ir minkštojo asfalto mišinius. Be to, organizacija Lietuvoje yra viena pirmųjų labai plonų sluoksnių asfaltbetonio mišinių gamintojų. Šie mišiniai pasižymi geru atsparumu, dėl to yra tinkami intensyvaus eismo, bei sunkiųjų transporto priemonių važiavimo zonose. UAB „YIT Lietuva“ naudoja „Uraremix“ kelio dangos atnaujinimo metodą, kuris leidžia sutvarkyti kelio dangos duobes ir plyšius panaudojant senąją asfalto masę (<http://www.yit.lt>).

Vertinant UAB „YIT Lietuva“ anksčiau aptartos informacijos kontekste, galima daryti išvadą, kad organizacija gana adaptyviai prisitaikė prie naujų kelių statybos rinkos tendencijų ir greičiausiai dėl to išlaikė stabilius finansinius rodiklius. Įmonė stengiasi automatizuoti savo procesus, todėl galima daryti prielaidą, kad atsiradus naujoms technologijoms bus pasiruošusi jas diegti greičiau, nei konkurentai. UAB „YIT Lietuva“ vykdoma tvari statyba padeda įgyvendinti ES aplinkosaugos rekomendacijas ir kartu prisidėti prie kelių statybos daromos žalos mažinimo. Vis tik ateityje organizacija galėtų diegti daugiau inovacijų asfalto mišinių gamyboje (pavyzdžiui, anksčiau aptartas plastikas) ir tokiu būdu ieškoti alternatyvių, kelių statyboje naudojamų, medžiagų. Tai būtų reikšminga atsižvelgiant į pasaulines statybos sektoriuje naudojamų medžiagų kainų tendencijas, kurios daro ryškų poveikį ir Lietuvos statybos rinkoje.

3. KELIŲ STATYBOS SEKTORIJE VEIKIANČIŲ GAMYBOS PROCESŲ OPTIMIZAVIMO TYRIMŲ REZULTATAI

Žengiant dvidešimt pirmo amžiaus trečiuoju dešimtmečiu, antriniame ūkio sektoriuje inovacijų diegimas ir jų naudojimas tapo neatsiejama gamybos ir pramonės dalimi, norint sėkmingai plėtoti veiklą ir svarbiausia – išlikti konkurencingu. Ne išimtis ir kelių statybos sektorius, kur šiomis dienomis naudojant technologijas greičiau ir tiksliau parengiami įvairūs projektai, skaičiuojamos skirtingo tipo sąnaudos, paruošiami skaitmeniniai darbo modeliai. Tokioje technologiškoje aplinkoje optimizacija veikia ne vien tik globaliuoju sektoriaus veikimo spektru, tačiau ir vykdant smulkesnes, atskiras kasdienines užduotis – visa tai apžvelgiama remiantis mokslinės literatūros analizės ir ekspertinio vertinimo, taip pat giluminio interviu metodais. Šiame skyriuje siekiama įvertinti technologinių inovacijų, produkto inovacijų, bei gamybos būdo technologijų, optimizuojant gamybos procesus, visuose kelių statybos etapuose, svarbą, kai yra atliekamos skirtingos apimtys, sudėtingumo ir pobūdžio užduotys.

3.1. Giluminio interviu rezultatai

Atliekamo tyrimo interviu klausimyną sudarė 5 pagrindinės temos, kurioms išnagrinėti buvo užduodami klausimai (žr. 1 priedą). Pirmi klausimai buvo užduodami norint išanalizuoti organizacijos žaliavų importavimo būdus ir kiekius (žr. 7 lentelę). Išanalizuota, kad įmonė per savaitę užsako apie 2000t žaliavų/medžiagų, o tai sudaro apie 100000t per metus. Užsakymo dažnumas arba žaliavų pirkimo intensyvumas paprastai priklauso nuo poreikio arba kainų kitimo. Pagrindiniai tiekėjai, kurie aprūpina įmonę medžiagomis ir žaliavomis yra nutolę nuo 20 iki 200 km spinduliu.

7 lentelė. Gamybos žaliavų įsigijimas

Subkategorija	Komentaras
Prekių užsakymas	<i>R1 - Įprastai prekės užsakomos pagal poreikį...</i> <i>R5 - 10.000t per metus</i> <i>R6 - Kiekvieną savaitę maždaug po 2000t...</i> <i>R2 - Projekto metu nuolat užsakinėjama medžiaga. Pagal poreikį ir sąlygas...</i>
Tiekėjų atstumas	<i>R1 - - Karjerai nutolę 10-200 km atstumu...</i> <i>R5 - Nuo 20 iki 180km...</i> <i>R6 - Priklauso kokia žaliava, yra tokių kurios vežamos 15Km., kitos 200km...</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Respondentai taip pat buvo prašomi pateikti informaciją, kuri siejama su jų įmonės specifiška ir gamybos apimtimis. Darbo našumas įmonėje kiekvieno respondento buvo

įvardijamas skirtingai. Pirmasis respondentas nurodė, kad iš pagaminto 1200-2000t asfalto mišinio įrengiama apie 2,5–3,0 km. asfaltuotos kelio dangos. Antrasis respondentas nurodė, kad pagaminama iki 2000 kvadratinų metrų mineralinių medžiagų kelių pagrindams įrengti, o kitas respondentas nurodė, kad per metus pagaminama apskritai apie 135000 tonų asfalto. Ketvirtasis respondentas nurodė gamybos apimtį su viena freza - našumas siekia apie 400 kvadratinų metrų, o šeštasis nurodė, kad asfalto gamybos vidutinis darbo našumas yra 175t per valandą.

Taip pat giluminio interviu metu buvo analizuojama per kiek laiko paprastai yra pagaminamas produktas (arba baigiama objekto statyba) iki laiko, kai jį galima naudoti. Atsakymai pateikti (žr. 8 lentelę) parodė, kad objektų statymo laikas labai priklauso nuo daugelio aplinkybių ir gali trukti nuo kelių savaičių ar mėnesių iki kelių metų. Tokį atsakymo variantą pateikė trys apklausti respondentai. Tas pats klausimas apėmė ir gamybos našumo įvertinimą, į kurį tikslingai atsakė vienas respondentas paminėdamas, kad našumas asfalto gamykloje siekia vidutiniškai 140 tonų per vieną valandą.

8 lentelė. Įmonės darbo ir gamybos našumas

Subkategorija	Komentaras
Objektų statybos laikas	R6 - Dažniausiai vieno recepto sukūrimas trunka iki dviejų savaičių... R2 - priklauso nuo užsakymo apimtį ir projekto sudėtingumo, darbai gali trukti nuo 1-os dienos iki 2-3 metų... R3 - Objektų statybos laikas vidutiniškai 7-9 mėnesiai...
Gamybos našumas	R5 - Asfalto maišyklė pagamina per valandą apie 140 tonų medžiagos.. R2 - Gamybos skyrius nuolat ieško sprendimų būdų atnaujinti, pritaikyti produktą prie pasikeitusių eksploataavimo sąlygų.

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Siekiant išanalizuoti gamybos optimizavimo galimybes organizacijoje, būtina suprasti kokios inovatyvios priemonės yra taikomos ir kokio suinteresuotumo į optimizavimo modelių taikymą yra įmonė darbuotojai. Respondentai buvo paklausti kaip dažnai vyksta susirinkimai, kurių pagrindinė tema yra gamybos planavimas ir organizavimas. Pateikti atsakymai (žr. 9 lentelę) rodo, kad susitikimai gamybos optimizavimo ir infrastruktūros gerinimo klausimais vyksta kartą per savaitę, o kartais, jeigu yra poreikis ir dažniau. Respondentai atskleidė, kad susitikimų metu ieškoma būdų, kaip taupyti energetinius įmonės išteklius, didinti gamybinį našumą, optimizuoti gamybai naudojamas medžiagas, o taip pat ieškoma inovatyvių priemonių optimizuoti esamos įrangos valdymą.

9 lentelė. Susirinkimai dėl gamybos procesų optimizavimo įmonėje

Subkategorija	Komentaras
Susirinkimų dažnumas	<i>R1 - vyksta kartą per savaitę</i> <i>R2 - Kas savaitę, esant poreikiui</i> <i>R3 – Kartą per savaitę</i> <i>R4 - Karta i savaitę</i> <i>R5 - Planiniai susirinkimai vyksta katrą per savaitę.</i>
Svarbiausi sprendžiami klausimai	<i>R5 - infrastruktūros padalinio susirinkimas</i> <i>R6 - Nuolat ieškoma būdų sutaupyti energetinius išteklius, optimizuoti gamybą panaudojant vietines medžiagas, tobulinama įranga. Taikomi ir diegiami sprendimai optimizuoti įrangos valdymą.</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Norint nustatyti kelių statybos sektoriaus gamybos optimizavimo galimybes, svarbu išanalizuoti kokie inovatyvūs tobulinimo metodai yra naudojami jau dabar. Respondentų buvo klausiama, kokius gamybos tobulino būdus organizacijoje, kurioje dirba, taiko šiuo metu. Pateikti atsakymai (žr. 10 lentelę) rodo, kad įmonė daugiausia dėmesio skiria su informacinėmis technologijomis siejamų gamybos procesų valdymo inovacijų gerinimui. Į tai įeina naujų duomenų bazių kūrimas, duomenų saugojimas, naujų modelių technologijų kūrimas, 3D modelių kūrimas ir jų įdiegimas, taip pat vedami mokymai ir dalyvavimas technologinių inovacijų parodose. Taip pat įmonė deda pastangas siekiant pagerinti ir įsigyti naujos įrangos, kuri padėtų sprendžiant problemas dėl antrinio žaliavų panaudojimo, tvaresnių produktų, išplėstų galimybes naujų produktų, mechanizmų optimizavimui ir geresnių sprendimų atsiradimui.

10 lentelė. Dabar įmonėje taikomos gamybos proceso optimizavimo galimybės

Subkategorija	Komentaras
Informacinių technologijų tobulinimas	<i>R6 - Valdymo programos pakeitimo paruošiamieji darbai...</i> <i>R4 - Kuriamos duomenų bazės..</i> <i>R2 - Skaitmeninimas, 3D technologijų naudojimas...</i>
Naujos įrangos įsigijimas	<i>R3 - Naujų produktų / mechanizmų / matavimų / technologijų diegimas..</i> <i>R1 - Kiekvienam projektui ieškomi optimaliausi ir inovatyviausi jo įgyvendinimo būdai..</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Ne visi gamybos tobulinimo ir optimizavimo būdai yra tinkami ir realiai galimi įgyvendinti visose kelių statybos sektoriaus srityse. Su respondentais buvo diskutuojama apie tai, kokios gamybos tobulinimo inovacijos, jų nuomone, nebūtų galimos įdiegti arba būtų sunku jas integruoti. Atsakymai (žr. 11 lentelę) daugiausiai atskleidė, kad sudėtinga būtų įmonėje gamybos procesus optimizuoti taip, kad nebebūtų reikalingi žmogiškieji ištekliai. Taip pat, kaip vienas iš sunkesnių būdų buvo įvardijamas naujos inovatyvios įrangos įsigijimas, nes tai

reikalauja didelių investicijų gali trukti apie 3 - 7 metus. Taip pat būtų sudėtinga visiškai standartizuoti vykdomus procesus, nes kiekvienas projektas reikalauja daug unikalių ir nepasikartojančių sprendimo būdų.

11 lentelė. Gamybos procesų optimizavimo sunkumai įmonėje

Subkategorija	Kategorija
Naujos technikos	<i>R5 - būdus, kuriems reikėti naujos technikos R3 - Būdus skirtus konvejerinei gamybai...</i>
Žmogiškųjų išteklių atsisakymas gamyboje	<i>R6 - gamyba kurioje visiškai nedalyvauja žmogus...</i>
Procesų standartizavimas	<i>R1 - sunkiausia būtų standartizuoti procesus, nes kiekvienas projektas reikalauja unikalių sprendimų būdingų jam vienam individualiai...</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Toliau respondentų buvo paklausta, su kokiomis problemomis dažniausiai susiduria savo darbinėje aplinkoje vykdydami kasdienes užduotis. Pagrindinės išskirtos problemos buvo: atsargų trūkumas, produkcijos brokas, įrangos gedimai, saugumo pažeidimai, gamybos prastovos. Respondentai (žr. 12 lentelę) išskiria tris dažniausiai pasitaikančias problemas - atsargų trūkumas dėl tiekimo grandinių sutrikimo, arba esant ekstremalioms, nenumatytoms situacijoms, taip pat nepalankios oro sąlygos – šis veiksnys iš esmės apibrėžiamas, kaip išorinė problema. Tokią problemą išskiria net keturi apklausti respondentai. Taip pat viena iš minimų problemų yra produkcijos brokas, kurio pasitaiko retai, tačiau tai dažniausiai dėl žmogiškųjų išteklių klaidų arba dėl sistemos netobulumo. Šeštasis respondentas pažymi, kad medžiagų tiekimui gamybai mes turime skirtingus planus. Ilgalaikis tiekimo planavimas sudėliojamas atsižvelgiant į tendencijas ir surinktą statistiką iš praeitų laikotarpių. Trumpalaikiai planai dėliojami atsižvelgiant į projektų įvykdymo etapus. Produkcijos broko prevencijai nuolatos vykdomas pagamintos produkcijos monitoringas. Nuo gamybos padalinio yra neatsiejama laboratorija, kurios pagrindinė užduotis tirti atsivežtines žaliavas ir medžiagas naudojamas gamybai ir jau pagaminta produkcija, kuri pasiekia galutinį vartotoją arba užsakovą. Laboratorijos užduotis – užkirsti kelią tokių situacijų susidarymui, kuomet gaminamas nekokybiškas produktas. Įrangos gedimo prevencija yra pagrindinė gamyklos operatorių užduotis. Asfalto gamykloje įdiegta sistema, naudodamiesi ja operatoriai turi patikrinti mechanizmus ir valdymo elementus pagal griežtai reglamentuota planą. Laikantis prevencinio plano – paprastai gedimai tiek pastebimi, tiek pašalinami laiku. Technologinės pertraukos metu (nuo gruodžio pabaigos iki balandžio mėn. vidurio) vykdomas planinis asfalto gamykloje nuolatos veikiančių įrenginių remontas.

12 lentelė. Dažniausiai atsirandančios problemos gamybos sektoriuje

Subkategorija	Komentaras
Atsargų trūkumas	<i>R1 - Kartais planai keičiami dėl orų permainų...</i> <i>R11 - Pasitaiko atsargų trūkumo dėl tiekimo grandinių trūkinėjimo, veikiant išorinėms aplinkybėms tokioms kaip karas, pandemija...</i> <i>R5 - Rimtesnių iššūkių dėl tiekimo grandinių turime 2-3 kartus per metus...</i>
Nepalankios oro sąlygos	<i>R1 - Kartais planai keičiami dėl orų permainų...</i> <i>R3 – retai</i> <i>R2 - Prastovos dažniausiai būna dėl nepalankių oro sąlygų...</i> <i>R4 - Gamybos prastova atsiranda žiemos periodu..</i>
Produkcijos brokas	<i>R2 - Produkcijos broko pasitaiko retai ir tai dažniausiai būna dėl žmogiškosios klaidos...</i> <i>R3 – retai...</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Norint užtikrinti tinkamą ir nuolatinę nenutrūkstamą gamybos grandinę yra būtini periodiniai produkcijos arba paslaugų kokybės tikrinimai. Respondentų buvo prašoma atsakyti kaip dažnai tokia veikla vykdoma organizacijoje. Atsakymai (Žr. 13 lentelę) leidžia daryti prielaidą, kad patikra vyksta nuolat pradedant darbus ar užbaigiant numatytus projektus, nes to reikalauja gamybos kontrolės standartai, taip pat laboratorijoje taikomi ciklai. Be viso to, kapitaliniai gamybos įrankių patikrinimai vyksta kelis kartus per metus arba vadovaujantis vidinių gamybos kontrolės sistemų reikalavimų.

13 lentelė. Produkcijos kokybės tikrinimo dažnumas

Subkategorija	Komentaras
Kelis kartus į metus	<i>R3 - Vadovaujantis vidinių gamybos kontrolės sistemų reikalavimais.</i> <i>R5 - Rimtesnių patikrinimų turime 2-3 kartus per metus</i>
Nuolatos	<i>R1 - Savikontrolė vykdoma nuolatos kiekvieną dieną pagal vidaus gamybos kontrolės standartus</i> <i>R2 - Nuolatos. Pradedant darbus, jų metu ir atlikus darbus</i> <i>R6 - Nuolatos pagal laboratorijoje patvirtintus ciklus.</i> <i>R3 - kitaip visada kai ruošiamasi arba vykdoma gamyba...</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Svarbus aspektas kelių statybos sektoriaus gamybos procesuose yra patiriamas gamybinis broko skaičius procentais. Tai leistų išryškinti esamus, jei tokie yra, gamybos proceso trūkumus. Respondentai buvo prašomi atsakyti kiek pagaminamos produkcijos/teikiamos paslaugos būna brokuotos (proporcingai – galima išreikšti ir procentais)) ir kokie dažniausi gamybos nuostoliai. Atsakymai (žr. 14 lentelę) rodo, kad didžioji dalis respondentų paminėjo, jog produkcijos gamybos brokas siekia apie 0,2 proc. Kitas darbuotojas paminėjo, kad brokuotų gaminių dalis gali siekti nuo 1 proc. iki 2 proc. Verta paminėti, kad brokuoti gaminiai gali būti perdirbami ir vėl grąžinami į gamybą. Taip pat nurodoma, kad

pasitaiko neatitiktųjų objektuose dėl per didelės darbų atlikimo spartos, laiko trūkumo, oro sąlygų permainų, bet jos užfiksuojamos ir pašalinamos.

14 lentelė. Gamybos produkcijos broko pasitaikymas įmonėje

Subkategorija	Komentaras
Procentinė išraiška iki 2%	<i>R1 - Įprastai neatitiktis fiksuojama labai retai 0,1-0,3%;</i> <i>R2 - Apie 1-2 % nuo visos pagaminamos produkcijos...</i> <i>R3 - <0,2%, asfalto gamyklose, karjeruose, kelių tiesyboje, jei pasitaiko brokas dažniausiai galima produkciją perdirbti ir vėl panaudoti naujo produkto gamybai...</i> <i>R6 - Mūsų padalinyje brokas sudaro apie 0,2%...</i>
Priežastys	<i>R1 - dėl per didelės darbų atlikimo spartos, laiko trūkumo, oro sąlygų permainų, bet jos užfiksuojamos ir pašalinamos.</i>

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

3.2. Ekspertų vertinimo rezultatai

3.2.1. Technologinės inovacijos

Siekiant nustatyti ryšį tarp technologinių inovacijų taikymo ir gamybos procesų optimizavimo, pateikiami taikant ekspertų vertinimo metodą (buvo vykdoma anketinė apklausa) gauti duomenys (žr. 15 lentelę). Ekspertai vertino 10 suformuluotų teiginių susijusių su nagrinėjama tema (vertinimas atliktas naudojant Likerto skalę), intervale nuo 1 iki 5 (1 – visiškai nesutinku; 2 – nesutinku; 3 – nei sutinku, nei nesutinku; 4 – sutinku; 5 – visiškai sutinku). Apklausoje dalyvavo 10 ekspertų, kurių kiekvienas, pateiktus teiginius, vertino objektyviai - remiantis sukaupta patirtimi ir žiniomis (M. Urbanski, J. Sudyka ir K. Grodnys, 2021).

Ekspertinio vertinimo metodas taikytas naudojant anketinę apklausą, kurią sudarė 10 teiginių:

- **Teiginys 1 (T1)** – Kelio paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda tiksliau suskaičiuoti medžiagų ir darbų poreikį ir kiekius;
- **Teiginys 2 (T2)** – Kelio paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda greičiau suskaičiuoti medžiagų ir darbų poreikį ir kiekius;
- **Teiginys 3 (T3)** – Kelio paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda greičiau paruošti techninius/darbo projektus;
- **Teiginys 4 (T4)** – Statybiečių ir statybos objektų paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda tiksliau atlikti medžiagų apskaitą;
- **Teiginys 5 (T5)** – Naudojant trimatį modelį greičiau įrengiama kelio konstrukcija;
- **Teiginys 6 (T6)** – Naudojant trimatį modelį įrengiant kelio konstrukciją sutaupoma medžiagų;

- **Teiginys 7 (T7)** – Naudojant trimatį modelį įrengiant kelio konstrukciją nenukrypstama nuo techninių reikalavimų;
- **Teiginys 8 (T8)** – Naudojant trimatį modelį ir ultragarsinius jutiklius frezuojant senas asfalto dangas nenukrypstama nuo techninių reikalavimų;
- **Teiginys 9 (T9)** – Naudojant ultragarsinius jutiklius klojant asfalto mišinius sutaupoma medžiagų;
- **Teiginys 10 (T10)** – Naudojant ultragarsinius jutiklius klojant asfalto mišinius nenukrypstama nuo techninių reikalavimų.

15 lentelė. Ekspertų vertinimo metodo kiekybinė išraiška

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Ekspertas 1	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4
Ekspertas 2	4	4	4	5	4	4	3	5	5	4
Ekspertas 3	5	4	3	5	3	3	4	4	4	4
Ekspertas 4	4	3	3	5	3	4	3	4	3	4
Ekspertas 5	4	4	2	5	3	4	4	5	4	4
Ekspertas 6	5	5	4	5	3	3	3	5	4	4
Ekspertas 7	5	4	3	5	4	4	3	4	5	4
Ekspertas 8	5	3	3	5	3	4	3	5	4	4
Ekspertas 9	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4
Ekspertas 10	4	4	3	5	4	3	3	4	4	4
Vidurkis	4,4	3,9	3,5	5,0	3,5	3,6	3,4	4,4	4,1	4,0

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Pagal pateiktus kiekybinius duomenis (žr. 16 lentelę), gautus pasitelkus ekspertų vertinimo metodą, buvo atliktas koreliacijos skaičiavimas. Skaičiavimams atlikti buvo naudota duomenų analizės skaičiavimams skirta kompiuterinė programa SPSS (Angl. - Statistical Package for the Social Sciences). Nustatytos statistiškai reikšmingos tarpusavio sąsajos.

Vertinant rezultatus galima pastebėti, kad gamybos procesų optimizavimas statistiškai reikšmingai ir stipriai susijęs su inovacijų taikymu ($r=0,797$; $p=0,021$) (žr. 16 lentelę).

Tikimasi, jog darbe siūlomų technologinių inovacijų diegimas bus efektyvus veiksnys optimizuojant pagrindinius kelių statybos sektoriuje veikiančius procesus:

- Kelio paviršiaus skenavimas dronu leis tiksliau, greičiau suskaičiuoti medžiagų, darbų poreikį ir kiekius, o gauti ir apdoroti duomenys padės greičiau paruošti techninius ir darbo projektus;
- Statybviečių ir statybos objektų paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padės tiksliau atlikti medžiagų apskaitą;
- Naudojant trimačius modelius bus greičiau įrengiama kelio konstrukcija, sutaupoma medžiagų, įvairiuose statybos etapuose sumažės rizikos nukrypti nuo techninių reikalavimų;
- Naudojant ultragarsinius jutiklius klojant asfalto mišinius bus sutaupoma medžiagų ir taip pat sumažės rizikos nukrypti nuo techninių reikalavimų.

16 lentelė. Ryšys tarp gamybos procesų optimizavimo ir technologinių inovacijų taikymo

		Inovacijų taikymas	Gamybos procesų optimizavimas
Inovacijų taikymas	Pirsono koreliacijos koeficientas	1	0.797
	Hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje		0.021
	Respondentų skaičius	10	10
Gamybos procesų optimizavimas	Pirsono koreliacijos koeficientas	0.797	1
	Hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje	0.021	
	Respondentų skaičius	10	10

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

Atliktas tyrimas, kurio rezultatas gautas remiantis ekspertinio vertinimo metodu, rodo, jog gamybos procesų optimizavimas su technologinių inovacijų diegimu kelių statybos sektoriuje yra stipriai susijęs (atlikus skaičiavimus gautas statistiškai reikšmingas koreliacijos koeficientas pagal Pirsoną: $r=0,797$; $p=0,021$). Siekiant optimizuoti gamybos procesus kelių statybos sektoriuje rekomenduojama kelių paviršiaus ir medžiagų sąvartų skenavimui naudoti dronus su globalios padėties nustatymo sistemomis – taip iš gaunamų duomenų žymiai greičiau paruošiami skaitmeniniai projektai, tiksliau ir greičiau suskaičiuojamas medžiagų, mechanizmų ir darbų kiekis, mažėja žmogiškųjų išteklių poreikis, taip pat kur kas tiksliau atliekama statybvietėse sandėliuojamų medžiagų ir žaliavų apskaita. Apdorojus skaitmeninius duomenis

galima pasirengti trimačius modelius, o juos naudojant greičiau įrengiama kelio konstrukcija, sutaupoma medžiagų – mažėja žaliavų ir produktų transportavimo kaštai, nenukrypstama nuo techninių reikalavimų. Asfalto klotuvais klojant asfalto mišinius rekomenduojamas ultragarsinių jutiklių, elektroninių jutiklių, aukščio daviklių naudojimas, nes taip sutaupoma medžiagų, išlaikomi parametrai numatyti techniniuose reikalavimuose. Darbo pabaigoje pateikiamų rekomendacijų pagrindas yra gautas stiprus ryšys tarp kintamųjų - technologinių inovacijų diegimo ir gamybos procesų optimizavimo (STAT, 2021).

3.2.2. Produkto inovacijos

Automobilių kelių konstrukcija sudaryta iš kelių sluoksnių skirtingo stiprumo medžiagų ir yra klojama ant žemės sankasos. Kelių statybos sektorius gali priimti tiek produktų, tiek paslaugų naujoves. Anot Kumar'o, Oad'o ir Kajewski (2016), medžiagų ir produktų naujovės reiškia naujovių naudojimą, kuriant pažangesnius ir geresnius produktus, o paslaugų naujovės apima geresnių paslaugų teikimo būdų ir metodų įgyvendinimą. Statybos pramonė taip pat gali priimti papildomas ir radikalias naujoves. Kumar'o et al. (2016) teigimu, naujovės kelių statybos sektoriuje yra labai svarbios, nes judėjimas keliais – vienas iš pagrindinių būdų besivystančiose ir išsivysčiusiose šalyse. Anot autorių, naujovių poreikis didėja kelių statybos sektoriuje, nes reikia gerai išvystyto kelių tinklo, kuris palaikytų augančią populiaciją, nekenktų aplinkai ir teiktų tvarius sprendimus. Šiuo metu vyraujančios naujovės automobilių kelių statyboje ir eksploatacijoje: automatizuotas saugumo priemonių diegimas ir užtikrinimas, geotekstilės/geotinklo gaminiai, skaitmeninės fotografijos dronais, kompiuterinis projektavimas, kompiuterizuotas projektų valdymo metodas, ultragarsinių jutiklių naudojimas ir t.t. Kumar'o et al. (2016) pažymi, kad šiuos metodus jau naudoja Australijos kelių statybos pramonė. Taip pat, kaip produktų naujovę autoriai mini modifikuoto asfalto, betono ir geosintetinių polimerų naudojimą pakartotinai. Be jau minėtų inovacijų kelių statybos sektorius naudoja ir novatoriškas technologijas. Naudojant „Durawhisper“ ir „Lafarge“ pagamintus produktus, sumažėja eismo triukšmas. Taip pat, remiantis Pardeep'u, Kumar'u ir Oad'u (2016), kelių statybai naudojamas kompiuterinis modeliavimas, kuris leidžia optimizuoti statybos praktiką ir efektyviai naudoti medžiagas, o vėliau dėl to geriau valdyti eismą. Taigi, kelių statybos sektoriuje būtina naudoti aplinkai draugiškas medžiagas, kuo mažiau naudojant taršias žaliavas ir kitus resursus, kurie iki šiol vis dar naudojami statant kelius, pagal senus, tradicinius kelių tiesimo metodus. Taikant naujas technologijas, kelių statybai reikalingas medžiagas rekomenduojama gaminti naudojant atliekas, pvz.: antrinis nufrezuoto asfalto panaudojimas naujiems mišiniams gaminti. Kelių statybos sektorius taikydamas inovacijas ir praktikas medžiagiškumui tobulinti turi nebijoti priimti didesnę riziką, kadangi naujų metodų tinkamumo

ištyrimas atima laiko ir finansinių sąnaudų, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje gali būti labai pelningas ir tvarus sprendimas.

3.2.3. Gamybos būdo technologijos

Procesų tobulinimas ir naujovės kelių statybos sektoriuje suteikia daug naudos visuomenei ir pramonei, nes prisideda prie ekonomikos augimo ir gyvenimo kokybės gerinimo. Tačiau anot Oad'o, Kajewski ir Kumar'o (2020), kelių pramonei pamažu tapo iššūkis siekti geresnės novatoriškos praktikos, siekiant pagerinti esamus statybos procesus ir padidinti konkurencingumą. Šiame kontekste naujovių naudojimas reiškia ne tik tinkamų medžiagų, bet ir tinkamų technologijų naudojimą kelių statyboje. Šiomis dienomis jau taikomos tokios eksperimentinės gamybos technologijos kaip ekologiški keliai, saulės keliai ir keliai iš perdirbtų medžiagų. Oad'o et al.(2020) teigimu, Vokietijoje jau įgyvendinama nauja politika ir procedūros, nurodančios, kad Hamburgo kelyje reikia naudoti tik perdirbtas medžiagas. Taigi, šiame mieste naudojama pagal naująją gamybos technologiją pagaminta perdirbta asfalto danga (RAP). Vadovaujantis šia gamybos technologija, suvartojama mažiau energijos, sumažinamas išmetamo nuodingo anglies dioksido dujų kiekis į atmosferą. Autoriai, kaip pavyzdį, taip pat pažymi San Francisko tilto atstatymą, kai visos statybos metu panaudotos medžiagos buvo perdirbtos, tarp jų ir pelenai, kuriuos panaudojus betonas pasiekė reikiamą stiprumą ir tvirtumą. Tuo tarpu Australijoje buvo nuspręsta pastatyti kelią medžiagoms naudojant plastikinius maišelius ir stiklą. Šiam keliui buvo panaudota apie 139 000 plastikinių maišelių ir 39 750 stiklinių butelių, išvežtų iš sąvartyno. Autoriai mini ir Izraelio kelius, kuriuos statant buvo pagaminta kinetinė energija. Ši technologija kelių statyboje taikoma dėl to, nes kinetinė energija paverčiama elektros energija, o ši tuo tarpu surenkama ir naudojama kelių signalizavimo sistemoms ir apšvietimui (Oad et al. 2020). Taigi, naujausių technologijų pasitelkimas statybos pramonėje naudingas ne tik rangovams (pelno siekiančioms organizacijoms), bet ir užsakovams, ir visuomenei.

3.3. Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje

Technologinių inovacijų integravimas – atlikus tyrimus nustatyta, kad gamybos procesų optimizavimas siejasi su technologinių inovacijų taikymu, todėl tai yra vienas iš keleto būdų sprendžiant optimizavimo uždavinius kelių statybos sektoriuje. Be teigiamų minėtų optimizavimo ir inovacijų diegimo procesų tarpusavio sąsajų, šis ryšys turi ir neigiamą pusę. Kaip atskleidė giluminio interviu tyrimo rezultatai, kai kurių technologinių inovacijų diegimas yra sudėtingas, nes paprastai tai yra nemažai investicijų ir laiko reikalaujantis procesas. Tačiau tokie rezultatai nereiškia, jog inovacijų diegimas turėtų būti išbraukiamas iš kelių statybos sektoriaus tobulinimo priemonių. Priešingai, siekiant, kad technologinės inovacijas atneštų

naudą ilgalaikėje perspektyvoje reikėtų vertinti investavimo galimybes taip, kad pačios investicijos šia kryptimi galiausiai kuria procesų optimizavimo galimybes ir taip susigrąžinamos pradinės investicijos, o vėliau dar ir didinamas organizacijos pelningumas. Negalima ignoruoti fakto, jog technologinės inovacijos ir specializuota įranga padeda optimizuoti procesus, o tai patvirtina ekspertų pildytoje anketoje pateikti vertinimai.

Produkto inovacijų integravimas – remiantis mokslinės literatūros analizės, kelių statybos sektoriaus analizės duomenimis ir iš giluminio interviu gautų respondentų atsakymais nustatyta, kad kelių statybos sektoriuje gali būti integruojamos produkto (taip pat žaliavos arba medžiagos) inovacijos. Tokiu būdu vietoje pastoviai naudojamų brangių žaliavų ir medžiagų šiomis dienomis galima naudoti alternatyvias, kitur nepanaudojamas, sunkiai pramoniniu būdu perdirbamas medžiagas, taip mažinant ir atliekų kiekį. Be to, didelė dalis kelių statyboje frezuojamų senų asfalto dangos mišinių jau šiomis dienomis yra plačiai naudojami gaminant naujus asfalto mišinius, o frezuotas asfaltas, be jau minėtos naudos jį perdirbant, leidžia optimizuoti ir transportavimo kaštus, kadangi į gamyklą šios medžiagos keliauja jau ir taip kartu su kelių statybos technika (konkrečiai šiuo atveju – asfalto frezomis) dirbančiais savivarčiais ir vilkikais. Analogiškai gali būti naudojamos ir kitos kelių statyboje demontuojamos medžiagos – įvairūs betono, žvirgždo, žvyro skaldos mišiniai, kurie iki tol sudaro remontuojamų kelių konstrukcijų dalis. Pagrindinis šio inovacijos tipo iššūkis yra laboratoriniai tyrimai, kurie, kaip rodo giluminio interviu rezultatai, yra būtini siekiant nuolatos sekti ir užtikrinti gaminamos produkcijos kokybę. Laboratorijos vaidmuo taip pat didelis, kai kuriami nauji mišiniai ir medžiagos, kurios vėliau privalo būti ištestuotos ir suderintos su užsakovais norint jas naudoti. Nepaisant to, kad organizacijoms, turinčioms laboratorijas, kvalifikuotą personalą ir reikalingą specifinę įrangą, reikia visa tai išlaikyti finansiškai, giluminio interviu rezultatai rodo, kad tai padeda išvengti broko ir kurti naujus, inovatyvius ir optimizuoti senus produktus naudojamus kelių statybos sektoriuje.

Apskaitos sistemų gerinimas – šis procesas kelių statybos sektoriuje orientuotas į tinkamo įrankio pasirinkimą ir paprastai nereikalauja didelių investicijų ir ilgo laikotarpio, kadangi dažnu atveju tai siejama su kompiuterinės programinės įrangos įsigijimu arba tiesiog atnaujinimu. Be palyginti mažų finansinių išteklių poreikio, kaip privalumo, šis gamybos proceso pagerinimas optimizuoja statybos metu poreikvojamus medžiagų ir žaliavų kiekius, kadangi apskaitos sistema iš esmės veikia ne tik kaip kontrolės, bet kaip ir prevencijos priemonė.

Tiekimo grandinės gerinimas – procesas, kurio pagrindas yra kruopščiai parengtas visos logistikos vykdymo strateginis planas. Kelių statybos sektoriuje tai taip pat lemia ir geri inžinierių derybiniai įgūdžiai, nes be kvalifikuotų specialistų išmanymo rengiant strateginius

planus, kuriuose numatomos statybviečių vietos, planuojant privažiavimo, sandėliavimo, perkrovimo ir t.t. galimybes, labai svarbus medžiagų ir žaliavų kainos suderinimas, ypač, kai užsakomi dideli, ir daug finansinių kaštų transportavimui reikalaujantys, resursų kiekiai.

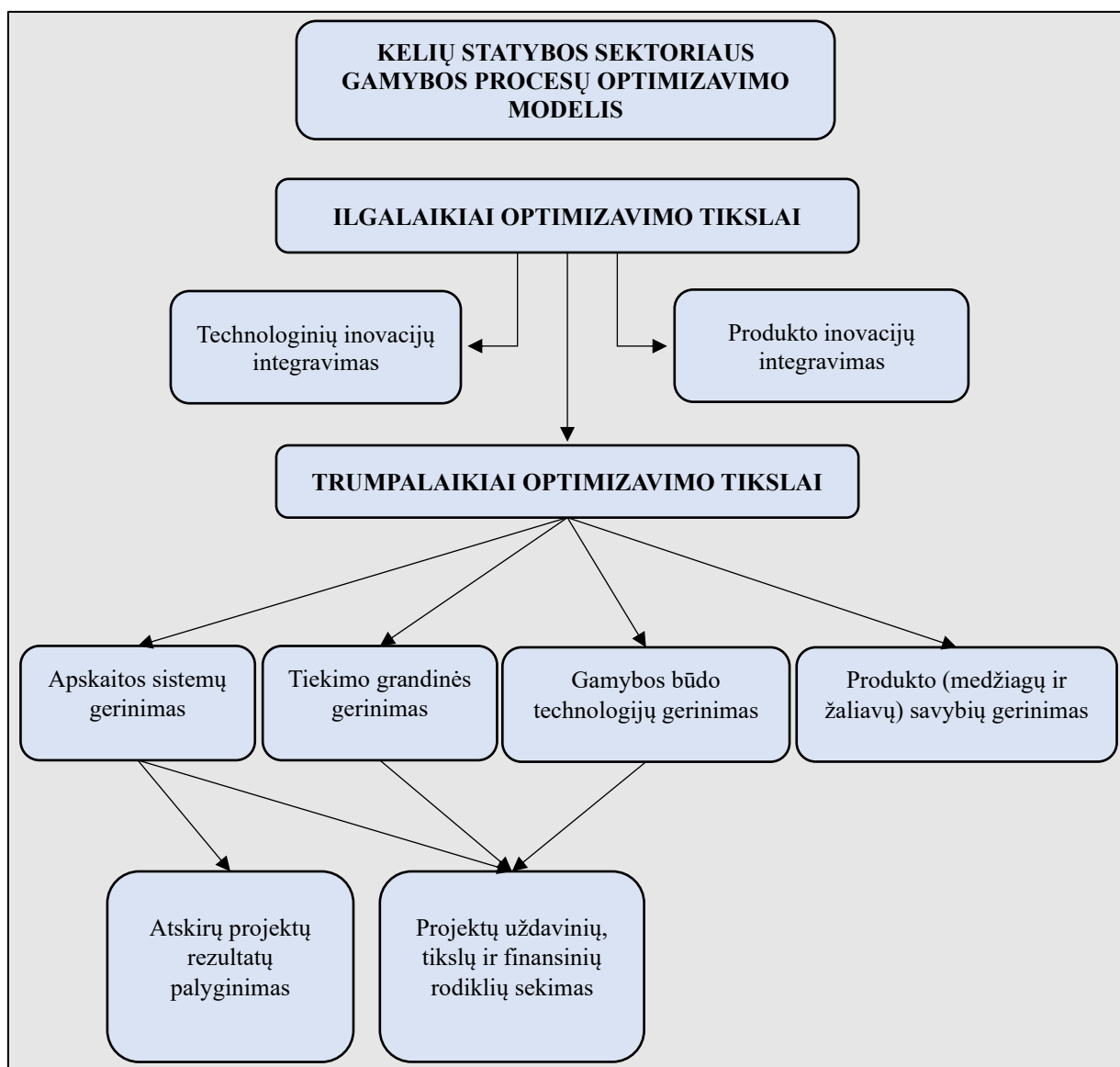
Gamybos būdo technologijų gerinimas - kelių statybos sektoriuje gamybos būdo technologijos vykdant skirtingas operacijas paprastai turi daug variacijų. Vien asfalto mišinio klojimas klotuvu gali būti atliekamas tiesiog medžiagą klojant sluoksnio storiu, arba daug inovatyvesniais būdais – naudojant nuolydžio automatus, ultragarsinius jutiklius arba kelių statyboje naudojamų mechanizmų valdymą prijungiant prie tacheometrų, kurie tuomet gali dirbti pagal skaitmeninius trimačius projektus. Be to, kad išvardinti technologiniai gamybos būdai yra inovatyvūs, jie taip pat optimizuoja sąnaudas, kadangi taip sutaupoma medžiagų, arba jų pereinimas procentine išraiška ženkliai sumažėja, taip pat padidėja gamybinių operacijų greitis, sumažėja reikalingų energetinių išteklių kiekis konkrečiai užduočiai atlikti, gali būti padidinamas valandinis gamybos ciklo (pvz. asfalto gamykloje) skaičius, o visa tai didina organizacijos efektyvumą, pelningumą ir mažina riziką neužbaigti objektų statybos iki sutartyje nurodyto termino pabaigos. Tai patvirtina ir ekspertų apklausos rezultatai, ir aukštas konkrečių teiginių vertinimo balas.

Produkto (medžiagų ir žaliavų) savybių gerinimas – tiek teoriškai, tiek praktiškai populiarus ir pagal specifiškumą maksimaliai taikomas gerinimo būdas siekiant optimizuoti organizacijos veiklą ne tik kelių statybos sektoriuje, bet visoje statybų pramonėje. Produkto savybių gerinimas orientuotas į plačiai naudojamų medžiagų ir žaliavų savybių pagerinimą, nesistengiant sukurti kažko naujo. Kelių statybos sektoriuje paprastai produktai gerinami apsiribojant kelių (dviejų ar daugiau) žinomų atskirų medžiagų kombinavimu, taip norint pasiekti konkrečias reikšmes specifinėse galutinio naudojamo produkto savybėse (pvz. padidinti gerinamos medžiagos atsparumą vandens poveikiui arba padidinti jos laikomąją galią). Be privalumo pagerinti statybinių resursų savybes, tai puikus būdas antrą kartą panaudoti perdirbamas medžiagas ir įvairias statybine atliekas.

Atskirų projektų rezultatų palyginimas ir konkretaus projekto uždavinių, tikslų ir finansinių rodiklių sekimas – šie kelių statybos sektoriuje vykiantys procesai yra revizijos atitikmuo organizacijose, kadangi jie užtikrina gamybinės veiklos kontrolės funkciją nenukrypstant į administracinę plotmę. Rezultatų palyginimas, vykdomų projektų statybos eigos ir sistemingas įvairių rodiklių sekimas, kaip įrankis, taip pat indikuoja apie apskaitos sistemų, tiekimo grandinės, naudojamų gamybos būdo veikimą ir, jeigu remiantis organizacijos patirtimi, turimi būdai neveikia - apie poreikį imtis konkrečių, naujų, procesų gerinimo arba optimizavimo būdų.

Šiame kontekste pagrindinis tikslas modeliuojant kelių statybos sektoriaus veiklos optimizavimo planą, pagal svarbą išdėstyti trumpalaikius ir ilgalaikius optimizavimo būdus pagal jų tipą, kadangi tai priklauso nuo investicijų ir kelia atitinkamas rizikas. Remiantis užsienio šalių praktika, rodančia, kad naujos technologijos gali drastiškai pasitarnauti tiek pačiam sektoriui, tiek visuomenei, reikėtų svarstyti apie ilgalaikius metodus nepriklausomai nuo to, kaip greitai jie būtų įdiegti. Išankstinis planavimas ir pasiruošimas ilgainiui atneša geresnius rezultatus, kai tame tarpe (iki jų plataus taikymo praktikoje) galima koncentruotis į kasdienes uždavinius. Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje paremtas dviem strateginiais sluoksniais:

- 1) trumpalaikiai optimizavimo tikslai – žaliavų ir medžiagų tiekimo, jų ir kitų produktų savybių ir gamybos būdo technologijų gerinimas;
- 2) ilgalaikiai optimizavimo tikslai – visapusiškas technologinių inovacijų diegimas.



11 pav. Kelių statybos sektoriaus gamybos procesų optimizavimo modelis

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus

3.4. Kelių statybos sektoriaus gamybos procesų optimizavimo modelio diegimo rekomendacijos

Siekiant praktiškai pritaikyti gamybos procesų optimizavimo modelį kelių statybos sektoriuje, pradėti reikėtų nuo ilgalaikių ir trumpalaikių strateginių tikslų išsikėlimo. Darbe atlikti tyrimai ir jais remiantis gauti rezultatai rodo, kad pirmas ilgalaikių tikslų įgyvendinimo plano žingsnis - integruoti rinkos inovacijas tiek produktams (žaliavoms, medžiagoms), tiek įrangai. Šiems tikslams pasiekti reikia investicijų ir laiko, todėl užsibrėžtas laiko terminas gali būti ir praktiškai būna gana ilgas. Vertinant skirtingas įvairių organizacijų finansines galimybes, paprastai tokio tipo inovacijų integracija trunka nuo trijų iki septynerių metų, tačiau šis procesas taip pat vykdomas palaipsniui įgyvendinant atskirus uždavinius. Ekspertų nuomone šiomis dienoms Lietuvos kelių statybos sektoriuje gan dažnai naudojamos prieinamos naujausios technologijos, daugelis procesų skaitmenizuojama, todėl labiau vertėtų koncentruotis į produkto inovacijų diegimą gamyboje ir moksliniuose – laboratoriniuose tyrimuose. Verta paminėti, kad ilgalaikėje perspektyvoje siekiama visiškai pereiti prie perdirbamų žaliavų naudojimo arba vien antrinio medžiagų naudojimo kelių statybos sektoriuje, naudojant vien modifikuoto asfalto ir betono mišinius, sintetinių polimerų mišinius ir t.t., kurie gali būti neribotą skaičių kartų perdirbami. Taigi, greta kelių statybos sektoriuje jau naudojamų tradicinių žaliavų ir medžiagų, verta sudarinėti planus ir numatyti investicijas naujų medžiagų kūrimui.

Trumpalaikiai optimizavimo tikslai, remiantis gautais darbe atliktų tyrimų rezultatais, apima apskaitos sistemų, tiekimo grandinės, gamybos būdo technologijų ir produkto savybių gerinimo procesus, kadangi minėtos darbinės, sisteminės ir organizacinės funkcijos gali būti sparčiai koreguojamos. Trumpalaikiams optimizavimo tikslams įgyvendinti taip pat nereikia tiek daug finansinių investicijų, kiek jų reikia norint pasiekti užsibrėžtus ilgalaikius tikslus. Apskaitos sistemos kelių statybos sektoriuje gali būti pagerinamos vien pasirinkus tinkamą įrankį, kaip pavyzdys – naudoti patogią ir poreikius atitinkančią kompiuterinę programą, kuri leistų talpinti reikiamus duomenis, juos sisteminti ir, reikalui esant, gauti konkrečią apdorotą informaciją. Kelių statybos sektoriuje tokia informacija naudinga siekiant nenukrypti nuo leistinų naudojamų medžiagų, žaliavų, mechanizmų, transporto, žmoniškųjų išteklių ir įvairių kitų rūšių išteklių poreikvojimo normų statybos metu. Taip išvengiama finansinių nuostolių, o pati apskaitos sistema šiai pramonės šakai reikalinga labiau ne kaip kontrolės, o kaip prevencijos priemonė.

Tiekimo grandinės gerinimo procesas turi būti vykdomas vertinant tokias aplinkybes, kaip daugelio kelių statybos sektoriaus projektų įgyvendinimo laikotarpis, kuris paprastai

užtrunka bent kelis mėnesius, tačiau pagal specifiškumą gali trukti nuo kelių dienų iki keleto metų. Esant poreikiui rekomenduojama iš anksto užsakyti didesnius, pagal projektinius sprendinius, suplanuotų panaudoti žaliavų ir medžiagų kiekius, kadangi nuo perkamos produkcijos masto yra didesni šansai geresnės kainos suderinimui. Taip pat reikia vertinti sandėliavimo galimybes statybvietėse taip, kad likus nepanaudotoms medžiagoms jos galėtų sudaryti atsargų kiekį kitiems projektams įgyvendinti ir jų pervežimas nebūtų nuostolingas. Išankstinis didesnio žaliavų ir medžiagų kiekio transportavimas, pagal dabartines rinkos tendencijas, taip pat vertinamas teigiamai, kadangi brangstant naftos produktams (tame tarpe ir degalams), šios paslaugos taip pat tendencingai brangsta.

Produkto savybių gerinimas iš esmės apima antrinių žaliavų ir medžiagų panaudojimą, gaminant produkciją. Kelių statybos sektoriuje šis procesas nuolatos vykdomas asfalto gamykloje, kai į gaminamus naujus asfalto mišinius pridedama iki dvidešimties procentų frezuoto asfalto granulių. Taip pat frezuotas asfaltas maišomas su įvairias mineralinių medžiagų mišiniais, tai gali būti atliekama objektų statybvietėse, taip jis sunaudojamas įrengiant sausumos transporto kelių pagrindo sluoksnius iš nesurištų mineralinių medžiagų. Toks demontuojamų medžiagų naudojimas statybos objektuose, arba jų transportavimas darbo pamainos pabaigoje, kai transportas atgaliniu reisu ir taip grįžta į gamybinės kelių statybos įmonių teritorijas, veikia ir kaip tiekimo grandinės dalies pagerinimas.

Kiekviena gamybinė užduotis kelių statybos sektoriuje, atliekama naudojant laiko patikrintus ir dažnu atveju atitinkamų standartų patvirtintus metodus. Joms atlikti naudojama moderni įranga, su kuria dirbantis inžinerinis personalas yra nuolatos orientuotas į gamybos būdo technologijų gerinimą. Šiuo metu, pasak ekspertų, efektyviausios gamybos būdo technologijos yra kelio paviršiaus skenavimas dronais su GPS sistema, pakeitęs tradicinį paviršiaus matavimą tacheometru, taip pat statybviečių ir statybos objektų paviršiaus skenavimas dronu – iš to gauti duomenys padeda tiksliau atlikti medžiagų apskaitą. Ekspertai pažymi, kad naudojant skaitmeninius modelius ir įvairius jutiklius (ultragarsinius ir t.t.) sutaupoma medžiagų, užtikrinama, kad nebus nukrypstama nuo techninių reikalavimų, o visa tai didina darbo efektyvumą, bei gerina finansinius rodiklius.

IŠVADOS

1. Atlikta mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad optimizavimo metodai gali būti naudojami sprendžiant daugybę įvairių inžinerinių problemų. Dažniausiai išskiriami gamybos optimizavimo ir valdymo teoriniai modeliai yra „Tiksliai laiku“, analitinės hierarchijos metodas, scenarijų ir daugiakriteris vertinimo metodas. Nors šie optimizavimo modeliai plačiai naudojami daugelio pramonės šakų, atlikti tyrimai rodo, kad kelių statybos sektoriui tinkamiausias yra tiekimo grandinės modelis, leidžiantis kontroliuoti ir stebėti bendras projekto išlaidas. Pažymima, kad siekiant optimizuoti gamybos procesus kelių statybos sektoriuje, svarbu užtikrinti, kad visi procesai būtų grįsti procesiniu požiūriu.
2. Technologinių inovacijų taikymas kelių statybos sektoriuje tapo neatsiejama organizacijų strateginės plėtros dalimi, kuri pasireiškia technologinėje sektoriaus strategijos aplinkoje ir praktiškai visi pagrindiniai kintamieji susiję su plėtros poreikiu. Tai gali būti apibūdinama kaip poreikis nuolatos atsinaujinti, taikyti inovacijas, naujausius gamybos, gavybos, žaliavų ir medžiagų perdirbimo ir statybos būdus, taip pat statybos technologijas. Atliktoje kelių statybos sektoriaus analizėje taip pat išskiriama strateginės plėtros, kaip vadybos elemento, didelė kūrimo ir naudojimo svarba, kadangi minėtasis ūkio sektorius sudaro didelę dalį BVP ir turi būti sistemingai ir kruopščiai stebimas, siekiant užtikrinti stabilumą.
3. Oficialios statistikos duomenys rodo, jog kelių statybos sektorius Europoje patyrė nuosmukį dėl COVID-19 pandemijos, tačiau lyginant su turizmo ir aviacijos sektoriais, neigiamas poveikis nebuvo toks stiprus, todėl ir statybos pramonė atsigavo greičiau. Kaip rodo Europos Sąjungos šalių duomenys, 2021 m. susisiekimo infrastruktūros rinka augo 1,5 proc., o bendrai statybos sektoriaus rinka apie 1,2 proc. Reikia pabrėžti, kad kelių statybos įrangos pardavimų rinkoje buvo ypač ryškus augimas – pardavimai Europos rinkoje 2021 m. išaugo apie 25 proc. dėl palankių investicijų į infrastruktūrą. Manoma, kad iki 2050 m. kelių statybos sektorius smarkiai pasikeis. Pokyčiai prognozuojami dėl kelių statybos sektoriuje diegiamų inovacijų ir numatomų diegti naujovių, pavyzdžiui, autonominis vairavimas, automatizuota gamyba, pramonės skaitmeninimas ir kelių statybos įrangos pažanga.
4. Remiantis atlikta UAB „YIT Lietuva“ atvejo analize galima apibendrintai teigti, kad organizacija pakankamai adaptyviai prisitaikė prie naujų kelių statybos rinkos tendencijų ir greičiausiai dėl to išlaikė stabilius finansinius rodiklius. Įmonė stengiasi automatizuoti savo procesus, todėl galima daryti prielaidą, kad atsiradus naujoms technologijoms ji bus pasiruošusi jas integruoti greičiau, nei konkurentai. Analizės metu paaiškėjo, kad UAB „YIT Lietuva“ vykdoma tvari statyba padeda įgyvendinti ES keliamus aplinkosaugos

reikalavimus ir kartu prisidėti prie kelių statybos sektoriaus daromo žalingo poveikio gamtai mažinimo. Vis tik asfalto mišinių gamyboje įmonė galėtų daugiau eksperimentuoti naudodama alternatyvias žaliavas ir medžiagas, tokiu būdu kelių statyboje būtų sunaudojama nemaža dalis tam tikrų rūšių atliekų. Tai būtų reikšminga, atsižvelgiant ne tik į šiandieninius ekologiškumo principus, bet ir į pasaulines statybos medžiagų kainų tendencijas, kurios galiausiai atsiliepia ir Lietuvoje.

5. Giluminis interviu su statybų organizacijos infrastruktūros padalinio specialistais atskleidė, jog kelių statybos sektoriuje daugiausia dėmesio skiriama su informacinėmis technologijomis siejamų gamybos procesų valdymo inovacijų gerinimui. Tai apima naujų duomenų bazių kūrimą, duomenų saugojimą, naujų modelių, technologijų kūrimą, skaitmeninių modelių kūrimą ir jų diegimą. Taip pat kelių statybos sektorius linkęs gerinti turimą, o esant galimybėms stengiasi įsigyti naujos įrangos, kuri padėtų spręsti problemas antrinio žaliavų panaudojimo klausimais. Nauja įranga, respondentų teigimu, išplėstų produktų, procesų ir įrenginių optimizavimo galimybes, kurios lydėtų link geresnių sprendimų atsiradimo.
6. Ekspertinio vertinimo rezultatai rodo, kad gamybos procesų optimizavimas statistiškai reikšmingai ir stipriai susijęs su inovacijų taikymu. Tikimasi, jog darbe siūlomų technologinių inovacijų diegimas – kelio paviršiaus, statybiečių ir statybos objektų skenavimas dronais, skaitmeninių modelių kūrimas, ultragarsinių ir kitokių įvairių jutiklių naudojimas, pakeičiantis tradicinius matavimo, modeliavimo, gamybos būdo ir apskaitos metodus, bus efektyvus veiksnys optimizuojant pagrindinius kelių statybos sektoriuje veikiančius procesus. Siekiant optimizuoti gamybos procesus kelių statybos sektoriuje, rekomenduojama kelių paviršiui ir medžiagų sąvartoms skenuoti naudoti dronus su globalios padėties nustatymo sistemomis – taip iš gaunamų duomenų žymiai greičiau paruošiami skaitmeniniai projektai, tiksliau ir greičiau suskaičiuojamas medžiagų, mechanizmų ir darbų kiekis. Taip pat kur kas tiksliau atliekama statybvietėse sandėliuojamų medžiagų ir žaliavų apskaita, statybos procesų metu mažėja rizikos nukrypti nuo techninių reikalavimų.
7. Pagrindinis veiksnys, dėl kurio naujovių ir inovatyvių technologijų diegimo procesas Lietuvos kelių statybos sektoriuje vyksta lėtai, yra palyginti riboti finansiniai ištekliai. Spartus ir drastiškas visos naudojamos įrangos pakeitimas naujais, moderniais, inovatyviais prietaisais, mechanizmais, programiniais paketais ir operacinėmis sistemomis pareikalautų daug lėšų. Vertinant šias aplinkybes, integruojant inovacijas reikėtų tai daryti ilgesniu laiko tarpu, nes be didelių finansinių investicijų privalu įvertinti optimizuotų procesų naudą, siekiant maksimalaus efektyvumo ir pelno priaugio perspektyvoje.

8. Darbe pateiktas gamybos procesų optimizavimo modelis, pritaikytas naudoti kelių statybos sektoriuje. Modeliuojant kelių statybos sektoriaus veiklos optimizavimo planą, pagal svarbą išdėstyti trumpalaikiai ir ilgalaikiai optimizavimo būdai, kadangi šie tipai skirtingai priklauso nuo investicijų ir kelia atitinkamas rizikas. Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje paremtas dviem strateginiais sluoksniais – trumpalaikiu ir ilgalaikiu. Trumpalaikiai optimizavimo tikslai orientuoti į žaliavų, medžiagų tiekimo, taip pat jų ir kitų produktų savybių ir gamybos būdo technologijų gerinimą, o ilgalaikiai optimizavimo tikslai orientuoti į visapusišką inovacijų diegimą. Užsienio šalių praktika rodo, kad naujos technologijos gali drastiškai pasitarnauti tiek pačiam sektoriui, tiek visuomenei, todėl reikėtų svarstyti apie ilgalaikius optimizavimo metodus nepriklausomai nuo to, kaip greitai jie būtų įdiegti. Išankstinis planavimas ir pasiruošimas ilgainiui atneša geresnius rezultatus, o iki jų plataus taikymo praktikoje galima koncentruotis ir į trumpalaikius optimizavimo metodus. Darbe pateikiamos rekomendacijos, kuriomis gali vadovautis, ir sudarytu gamybos procesų optimizavimo modeliu remtis, kelių statybos sektoriaus organizacijos, siekiančios patobulinti savo veiklą.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Aften, C., Frumușanu, G. (2017). A Review on Optimization of Manufacturing Process Performance. *International Journal of Modeling and Optimization*, 7(3). DOI: 10.7763/IJMO.2017.V7.573.
- Andrew, W. T., Lau, S. L., Tang, Y. S. Li. (2015). The level of TQM application by construction contractors in Hong Kong. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(8), 830-862.
- Bhamu, J., Sangwan, K., S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876-940.
- Bitinas, B., Rupšienė, L., Žydžiūnaitė, V. (2008). Kokybinių tyrimų metodologija. Klaipėda: Socialinių mokslų kolegija.
- Boca, G. (2011). „Kaizen“ method in production management. North University Baia Mare.
- Busetto, L., Wick, W., & Gumbinger, C. (2020). How to use and assess qualitative research methods. *Neurological Research and practice*, 2(1), 1-10.
- Cao, W. D., Yan, C. P., Ding, L., Ma, Y. (2016) A continuous optimization decision making of process parameters in high-speed gear hobbing using ibpnn/de algorithm. *Int J Adv Manuf Technol*, 85(9-12), 2657-2667.
- Chen, L., Feng, H., Xie, Z. (2016). Generalized Thermodynamic Optimization for Iron and Steel Production Processes: Theoretical Exploration and Application Cases. *Entropy*, 18, 353, 1-38 doi:10.3390/e18100353.
- Choudhari S., Tindwani A. (2016). Logistics optimisation in road construction project. ISSN :1471 -4175,
- Cichos, D., Aurich J.C. (2015). Support of engineering changes in manufacturing systems by production planning and control methods. *Science Direct Manufacturing systems CIRP* 41, 165-170.
- Committee for European Construction Equipment (2022). Annual economic report, No. 8. Prieiga per internetą: <https://www.cece.eu/cece-annual-economic-report-2022>

- Daugelienė, A., Oržekauskas, P. (2007). *Statybų logistika*. Šiaulių universiteto leidykla. ISSN: 1648-8776. Prieiga per internetą: https://vb.ktu.edu/primoeexplore/fulldisplay?docid=ELABAPDB2888426&context=L&vid=KTU&lang=lt_LT&search_scope=KTU&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=default_tab&query=any,contains,Statyb%C5%B3%20logistika&offset=0.
- Davidavičienė, V. (2012). *Verslo procesų vertinimas ir informacinių technologijų rizikos valdymas*. Vilnius: Technika.
- Efimenko, A., Zlobin, I., Avilov, A., & Markov, A. (2019). Application of expert evaluation method for realization of tasks in construction industry. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 91, p. 08034). EDP Sciences.
- European Commission (2021). European Construction Sector Observatory. Country profile: Lithuania. Prieiga per internetą: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/observatory_en
- European Construction Industry Federation (2022). Statistical Report N.65 (Edition 2022). European Union. Prieiga per internetą: <https://fiec-statistical-report.eu/european-union>
- European Union (2022). Green buildings. Prieiga per internetą: https://climate-pact.europa.eu/about/priority-topics/green-buildings_en
- Eurostat (2022). Construction production (volume) index overview. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Construction_production_\(volume\)_index_overview](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Construction_production_(volume)_index_overview)
- Faulin J., Juan A., Lera F., Grasman S. (2017). Solving the capacitated vehicle routing problem with environmental criteria based on real estimations in road transportation: a case study. Prieiga per internetą :Solving the Capacitated Vehicle Routing Problem with Environmental Criteria Based on Real Estimations in Road Transportation: A Case Study - ScienceDirect
- Frumuşanu, G., Epureanu, A. (2016). Holistic approach of the optimization problem in manufacturing. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 4(1), 31-35.

- Gegužienė, V., Kamienas, E., Maciukevičienė, L. (2019). Vilniaus regiono smulkaus ir vidutinio verslo įmonių verslo procesų valdymo tobulinimas. *Įžvalgos*, 2, 12-25. ISSN 2669-0330.
- Grinda (2021). „Grinda“ – tarp TOP 50 statybos įmonių, 2020 m. sumokėjusių daugiausia mokesčių. Prieiga per internetą: <https://www.grinda.lt/news/527/32/Grinda-tarp-TOP-50-statybos-imoniu-2020-m-sumokejusių-daugiausia-mokesciu/>
- Gunnar, L., Thaís, Da, C. L., Alves, V. L. A. (2014). Challenges and opportunities for productivity improvement studies in linear, repetitive, and location-based scheduling. *Construction Management and Economics*, 32, 575-594.
- Günter Mey, Katja Mruck (2020). „Qualitative Interviews“. DOI:10.1007/978-3-658-26887-9_33.
- Gupta, V. (2015). „Lean“ manufacturing. A review, Panniwala Mota. ISSN: 2321-774X.
- Harris, F., McCaffer, R. (2013). *Modern construction management*. 7th edition. Prieiga per internetą: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=LY58xuo0RGwC&oi=fnd&pg=PT11&dq=construction+processes+quality+management&ots=wqVZddTLC1&sig=0eQoOILSf2c2vLncnIWx8t59m4w&redir_esc=y#v=onepage&q=construction%20processes%20quality%20management&f=false.
- Hinderer, K., Rieder, U., Stieglitz, M. (2016). *Dynamic optimization*. New York: Springer.
- Jančiauskas, B.; Maceika, A.; Strazdas, R. (2012). Pramonės įmonių valdymas: planavimas, organizavimas, vadovavimas. Retrieved from <http://dspace1.vgtu.lt/handle/1/1355>
- Jeston, J., Nelis, J. (2006). *Business process management: Practical guidelines to successful implementation*. Oxford: Elsevier.
- Karaliūtė A. (2017). Technologinių inovacijų poveikio darbo rinkos parametrams vertinimo teoriniai aspektai. Vytauto Didžiojo universitetas. ISSN 2538 – 6778. Prieiga per internetą : ISSN2538-6778_2017_N_20.pdf (vdu.lt)
- Kavaliauskienė, Ž., Žukauskaitė, D. (2021). Įmonės gamybos srautų efektyvumo didinimo galimybės. *Mokslo taikomieji tyrimai Lietuvos kolegijose*, 17(2), 74-84. ISSN 1822-1068 / eISSN 2335-8904.

- Kazlauskas, A., Merkevičius, J. (2019). Veiksniai įtakojantys gamybos procesų optimizavimą. Šiuolaikinio verslo aktualijos. *Ekonomika ir vadyba*, Article Number: vvf.2019.021. eISSN 2029-7149.
- Keuchel, S. (2020). Digitalisation and automation of transport: A lifeworld perspective of travellers. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100195.
- Klipp, P. (2014). *Getting Started with „Kanban“*. Prieiga per internetą: <https://kanbanery.com/ebook/GettingStartedWithKanban.pdf>.
- Krasickaitė, A., Žemaitytė, M., Paliulienė, L. (2019). *Gamybos procesas UAB „ICECO ledaĩ“*. Kaunas: Kauno kolegija.
- Krušinskas, R., Benetytė R. (2016). Investicijų į technologines inovacijas naudos ir rizikos vertinimas inovacijų indeksų palyginimo kontekste. Kauno technologijos universitetas, eISSN 2351-5597, 2016, vol. 10, no 1 :92-99. DOI : <http://doi.org/10.15544/ssaf.2016.09>
- LeMahieu, P. G., Nordstrum, L. E., Greco, P. (2017). Lean for education. *Quality Assurance in Education*, 25(1), 74-90.
- Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija (2020), “Lietuvos susisiekimo plėtros iki 2050m strategija”, prieiga per internetą: [https://esinvesticijos.lt/uploads/main/documents/files/Post%202020/Programos%20rengimas/Strategija%202050%20m_%202020-12-07_Nr_%203-746\(1\).pdf](https://esinvesticijos.lt/uploads/main/documents/files/Post%202020/Programos%20rengimas/Strategija%202050%20m_%202020-12-07_Nr_%203-746(1).pdf)
- Lietuvos statistikos departamentas (2022). Statybos įmonių darbai. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/informaciniai-pranesimai?articleId=10374591>
- Lietuvos statistikos departamentas (2022b). Statybos sąnaudų elementų kainų pokyčiai. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/informaciniai-pranesimai?articleId=10380924>
- MacRebur (2022). UK tests cheaper, longer-lasting roads made with recycled plastic. Prieiga per internetą: <https://projects.archiexpo.com/project-243263.html>
- Mariusz Urbanski, Jacek Sudyka, Katarzyna Grodnys (2021) „Expert evaluation of road infrastructure management“
- Melville, R. (2011). *Gamybos organizavimas maitinimo įmonėse*. Marijampolė: Vitae Litera.

- Mickevičienė R., Burinskienė A. (2019). Lean vadybos sistemos diegimo iššūkiai gamyboje. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, ISSN 2029-7149, Article Number: vvf. 2019.009, Prieiga per internetą :TF_Template_Word_Windows_2007 (vgtu.lt)
- Moser, A., & Korstjens, I. (2018). Series: Practical guidance to qualitative research. Part 3: Sampling, data collection and analysis. *European journal of general practice*, 24(1), 9-18.
- Oad P., Kajewski S.L., Kumar A. (2020). Innovation in road construction industry : an analysis of different case studies. DOI:10.29117/cic.2020.0067, Prieiga per internetą : (PDF) Innovation in Road Construction Industry: An Analysis of Different Case Studies (researchgate.net)
- Oad P., Kajewski S.L., Kumar A.(2016). Innovative technologies in road sector. DOI:10.3850/978-981-11-0449-7-136-cd. Prieiga per internetą : (PDF) Innovative Technologies in Road Sector (researchgate.net)
- Ohtonen, J., Lainema, T. (2011). *Critical success factors in business process management – A literature review*. In T. Leino (Ed.), Proceedings of IRIS 2011: TUCS lecture notes (p. 572-585). Turku: Turku Centre for Computer Science.
- Ojsterseka, R., Brezocnika, M., Buchmeistera, B. (2020). Multi-objective optimization of production scheduling with evolutionary computation: A review. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 11, 359-376. doi: 10.5267/j.ijiec.2020.1.003.
- Olubunmi, O. A., Xia, P. B., & Skitmore, M. (2016). Green building incentives: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1611-1621.
- Özdagoglu, A., Rebis, S. (2016). Applications of kaizen and cycle time reduction as lean production techniques in a semi-flexible PVC film producer. *Journal of Management Economics and Business*, 12(28), 25-37.
- Pardeep, Kumar, Oad (2016). Bachelor of Engineering (Civil). Submitted in Fulfilment of the requirements for the degree of Master of engineering Qunsland University of Technology. Prieiga per internetą : Pardeep_Oad_Thesis.pdf (qut.edu.au)
- Petryla, K. (2018). „Lean“ ir apribojimų teorija: Priešai ar draugai? Vilnius: Didakta. ISBN 978-609-442-109-9.

- Prasetyani R., Rafsanjani A. Y., Rimantho D. (2017). Optimization benefits analysis in production process of fabrication components. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 277 (2017) 012038 doi:10.1088/1757-899X/277/1/012038
- Razi, P. Z., Ali, M. I., & Ramli, N. I. (2021, February). Exploring risk associated to public road infrastructure construction projects. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 682, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Rekvizitai.lt (2022). YIT Lietuva, UAB. Prieiga per internetą: https://rekvizitai.vz.lt/imone/yit_kausta/
- Rezig. S., Ezzeddine W., Turki S., Rezg N.(2020). Mathematical Model for Production Plan Optimization – A case Study of Discrete Event Systems. *Mathematics* 2020, 8(6), 955; <https://doi.org/10.3390/math8060955> , Prieiga per internetą : Mathematics | Free Full-Text | Mathematical Model for Production Plan Optimization—A Case Study of Discrete Event Systems | HTML (mdpi.com)
- Rut, J., Wolczanski T. (2016). Evaluation of the production process and the company strategic position. Prieiga per internetą : (PDF) Evaluation of the production process and the company strategic position (researchgate.net)
- Rutledge, P. B., & Hogg, J. L. C. (2020). In-Depth Interviews. *The International Encyclopedia of Media Psychology*, 1-7.
- Sanders, A., Elangeswaran, C., Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies „Lean“ manufacturing in industry 4.0 function as enablers for „Lean“ manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management JIEM*, 9(3), 811-833.
- Santos Bento, G., Tontini, G. (2018). Developing an instrument to measure Lean manufacturing maturity and its relationship with operational performance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9), 977-995. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1486537>.
- Schobel, K., Scholey, C. (2012). Balanced Scorecards in education: focusing on financial strategies. *Measuring Business Excellence*, 16(3). ISSN: 1368-3047.
- Sharma H. (2017). An Overview of Products Systems and Production Planning and Control. Prieiga per internetą :POM-326.pdf (ddegjust.ac.in)

- Shodiyev, K. (2021). Optimization of production activity of the tourist enterprise. *Academic Journal of Digital Economics and Stability*, 6, 106-114. ISSN 2697-2212.
- STAT 462. Retrieved 10 July 2021. "2.6 - (Pearson) Correlation Coefficient r".
- Stern, S., Kirchherr, J., Valtuena-Ramos, G., Reitz, F., Flyvbjerg, B., Budzier, A., & Agard, K. (2021). Road Work Ahead: The Emerging Revolution in the Road Construction Industry. *Stern, Sebastian, Bent Flyvbjerg, Julian Kirchherr, Alexander Budzier, Gabriel Valtuena-Ramos, Karlene Agard, Felix Reitz*.
- Sudnickas, T. (2005). Subalansuotų rodiklių sistemos taikymo aspektai Lietuvos viešajame sektoriuje. *Viešoji politika ir administravimas*, 12, 38-45. ISSN 1648-2603.
- Taraldsen, Gunnar (2020). "Confidence in Correlation". doi:10.13140/RG.2.2.23673.49769
- Trofimova, O. Kalimullina, G. (2021). Evolution of the concept of a balanced indicator system. *SHS Web of Conferences*, 128, 04023. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112804023>.
- Velychko, O. M., Gordiyenko, T. B., & Kolomiets, L. V. (2015). Methodologies of expert's competence evaluation and group expert evaluation. *Metallurgical and Mining Industry*, 2, 262-271.
- Venkrbec V., Galic M., Klanšek U. (2018) Construction process optimisation – review of methods, tools and applications. DOI:<https://doi.org/10.14256/JCE.1719.2016>. Prieiga per internetą: JCE-70-2018-7-4-1719-EN.pdf (casopis-gradjevinar.hr)
- Vilma Žydžiūnaitė, Stanislav Sabaliauskas (2019) Kiekybiniai tyrimai, principai ir metodologija.
- Weckenmann, A., Akkasoglu, G., Werner, T. (2015). Quality management – history and trends. *TQM Journal*, 27(3), 281-293.
- Wiebke Möhring, Daniela M. Schlütz (2017). „Interview Methods, Quantitative“. <https://doi.org/10.1002/9781118901731.iecrm0125>
- Žikevičiūtė, E., Zabelavičienė, I. (2012). Geresnio gamybinių pajėgumų naudojimo priemonės. *Mokslas – Lietuvos ateitis: verslas XXI amžiuje*, 4(3), 268-273. doi:10.3846/mla.2012.42.
- Žvirblis, A., Ignotas A. (2013) *Daugiakriteris verslo procesų vertinimas ir valdymo optimizavimas*. (p. 11-12). Vilnius: Edukologija.

PRIEDAI

1 priedas. Giluminio interviu klausimai respondentams

Gamybos procesų optimizavimo modelis kelių statybos sektoriuje

Susitikimo vieta:

Susitikimo laikas:

Interviu trukmė:

Respondento pareigos:

Laba diena,

Vilniaus Gedimino technikos universiteto, inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programos, gamybos vadybos specializacijos, magistro studijų antro kurso studentas Šarūnas Leimonas, rašant baigiamąjį magistro darbą atlieka tyrimą, kurio tikslas yra išsiaiškinti gamybos procesų tobulinimo ir optimizavimo būdus kelių statybos sektoriuje. Aktualūs Jūsų atsakymai į pateiktus klausimus apie įmonę kurioje dirbate. Anketoje pateiktiems klausimams atsakyti skirkite iki 50 min.

Atliekant tyrimą užtikrinami tokie etikos principai kaip konfidencialumas.

I. Klausimai susiję su demografiniais respondentų duomenimis:

1. Jūsų lytis?
2. Jūsų amžius ir darbo stažas?

II. Klausimai susiję su kelių statyboje naudojamomis medžiagomis/žaliavomis:

3. Kokiais kiekiais ir kaip dažnai užsakote žaliavas/medžiagas? Dėl kokios priežasties pasirinkote tokį užsakymo būdą?
4. Kurioje apskrityje yra įmonės gamybos bazė?
5. Kokiu atstumu nuo Jūsų yra nutolę pagrindiniai tiekėjai iš kurių įsigyjate medžiagas/žaliavas?

III. Klausimai susiję su įmonės specifiškumu:

6. Kokios gamybos apimtys įvykdomos Jūsų įmonėje (kiek pagamina/sunaudojama medžiagų/žaliavų, kokie vidutiniai darbo našumai per darbo pamainą ar kitą ataskaitinį laikotarpį)?
7. Kokią veiklą plėtoja Jūsų įmonė?
8. Kokiai pramonės šakai priklauso Jūsų įmonė?
9. Kiek laiko gamybos skyrius kuria produktą (medžiagos paruošimo/objekto statybos laikas)?

IV. Klausimai susiję su gamybos optimizavimo galimybėmis:

10. Kaip dažnai įmonėje vyksta susirinkimai dėl gamybos planavimo, optimizavimo, organizavimo?
11. Kokie gamybos tobulinimo būdai šiuo metu yra taikomi Jūsų įmonėje?
12. Kokius gamybos tobulinimo būdus būtų sunku įdiegti Jūsų įmonėje?

V. Klausimai įmonių probleminėms vietoms identifikuoti:

13. Kaip dažnai Jūsų darbe susiduriama su tokiomis problemomis kaip: atsargų trūkumas, produkcijos brokas, įrangos gedimai, saugumo pažeidimai, gamybos prastovos?
14. Kada tikrinama produkcijos/paslaugos kokybė?
15. Kiek pagaminamos produkcijos/teikiamos paslaugos būna brokuotos (proporcingai – galima išreikšti ir procentais)) ir kokie dažniausi gamybos nuostoliai?

2 priedas. Ekspertinio vertinimo anketa

Technologinių inovacijų taikymas optimizuojant gamybos procesus kelių statybos sektoriuje

(klašinimas ekspertinei apklausai atlikti – apklausiami kelių statybos sektoriuje dirbantys atestuoti inžinieriai)

Išsilavinimas (pažymėkite aukščiausią turimą lygį):

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ☐ | Pradinis | ☐ | Pagrindinis |
| ☐ | Vidurinis | ☐ | Profesinis |
| ☐ | Aukštasis neuniversitetinis | ☐ | Aukštasis universitetinis |

Studijų sritis:

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------|
| ☐ | Gamtos mokslai | ☐ | Technologiniai mokslai |
| ☐ | Medicinos ir sveikatos mokslai | ☐ | Žemės ūkio mokslai |
| ☐ | Socialiniai mokslai | ☐ | Humanitariniai mokslai |

Mokslinis laipsnis (pažymėkite aukščiausią turimą lygį):

- | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| ☐ | Bakalauro laipsnis | ☐ | Magistro laipsnis |
| ☐ | Daktaro laipsnis | ☐ | Habilituoto daktaro laipsnis |

Darbo patirtis:

- | | | | |
|--------------------------|------------------|--------------------------|---------------|
| ☐ | iki 1 m. | ☐ | 1 m. – 3 m. |
| ☐ | 3 m. – 5 m. | ☐ | 5 m. – 10 m. |
| ☐ | 10 m. – 15 m. | ☐ | 15 m. – 20 m. |
| ☐ | 20 m. ir daugiau | | |

Apklausa

Įvertinkite žemiau pateiktus teiginius nuo 1 iki 5 (1 – visiškai nesutinku; 2 – nesutinku; 3 – nei sutinku, nei nesutinku; 4 – sutinku; 5 – visiškai sutinku):

Teiginys	1	2	3	4	5
Kelio paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda tiksliau suskaičiuoti medžiagų ir darbų poreikį, bei kiekius					
Kelio paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda greičiau suskaičiuoti medžiagų ir darbų poreikį, bei kiekius					
Kelio paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda greičiau paruošti techninius/darbo projektus					
Statybviečių ir statybos objektų paviršiaus skenavimas dronu ir gauti duomenys padeda tiksliau atlikti medžiagų apskaitą					
3D modelio pagalba greičiau įrengiama kelio konstrukcija					
3D modelio pagalba įrengiant kelio konstrukciją sutaupoma medžiagų					
3D modelio pagalba įrengiant kelio konstrukciją nenukrypstama nuo techninių reikalavimų					
3D modelio ir ultragarsinių sensorių pagalba frezuojant senas asfalto dangas nenukrypstama nuo techninių reikalavimų					
Ultragarsinių sensorių pagalba klojant asfalto mišinius sutaupoma medžiagų					
Ultragarsinių sensorių pagalba klojant asfalto mišinius nenukrypstama nuo techninių reikalavimų					

3 priedas. Mokslinis straipsnis

TECHNOLOGINIŲ INOVACIJŲ TAIKYMAS OPTIMIZUOJANT GAMYBOS PROCESUS KELIŲ STATYBOS ĮMONĖSE

Šarūnas LEIMONAS*, Juozas MERKEVIČIUS

Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Verslo vadybos fakultetas, Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, Lietuva

El. paštas sarunas.leimonas@stud.vilniustech.lt

Gauta 2022 m. sausio 25 d.; priimta 2022 m. gegužės 31 d.

Santrauka. Žengiant dvidešimt pirmo amžiaus trečiuoju dešimtmečiu, antriniame ūkio sektoriuje inovacijų diegimas ir jų naudojimas tapo neatsiejamu gamybos ir pramonės dalimi, norint sėkmingai plėtoti veiklą ir svarbiausia – išlikti konkurencingumui. Ne išimtis ir kelių statybos įmonės, kur šiomis dienomis technologijų pagalba greičiau ir tiksliau parengiami įvairūs projektai, skaičiuojamos skirtingo tipo sąnaudos, paruošiami 3D darbo modeliai. Tokioje, gamybiškai technologiškoje, aplinkoje optimizacija veikia ne vien tik globaliuoju įmonės veikimo spektru, tačiau ir vykdant smulkesnes, atskiras kasdienes užduotis ir straipsnyje visa tai apžvelgiama remiantis mokslinės literatūros analizės ir ekspertų vertinimo metodais. Šiame straipsnyje siekiama įvertinti technologinių inovacijų taikymo, optimizuojant gamybos procesus, visuose kelių statybos etapuose, svarbą, kai yra atliekamos skirtingos apimtys, sudėtingumo ir pobūdžio užduotys.

Reikšminiai žodžiai: optimizacija, technologijos, inovacijos, gamyba, metodologija, procesai.

Įvadas

Plačiai pripažįstama, kad siekiant išlikti konkurencingoms, kelių statybos įmonėms reikalingas inovacijų taikymas. Ne retai šis ilgas ir daug resursų reikalaujantis procesas yra pagrindas siekiant sėkmingai plėtoti organizacijos veiklą ir užtikrinti gamybos procesų optimizavimą joje. Nepaisant to, dalis specialistų mano, kad technologinių inovacijų diegimo procesas statybos įmonėse yra neįprastas ir, kad statybos pramonė keičiasi per lėtai. Toks požiūris atsiranda dėl kelių statybos sektoriuje taikomų technologinių inovacijų mažos proceso spartos, ypač, kai dėl kontrasto minėtą sritį palyginame su medicinos, švietimo, elektronikos ir kitomis pramonės, bei paslaugų šakomis, kuriose per pastaruosius dešimtmečius buvo plačiai išvystytas naujų produktų ir technologinių inovacijų diegimas, o jų dėka optimizuota dalis pagrindinių gamybos procesų (Drejer, 2002). Aouad ir kt. (2010) pabrėžė, kad organizacijos konkurencingumas neišvengiamai grindžiamas regioniniais ir nacionaliniais naujovių, statybos pramonėje, susitarimais, kurie pakaitomis priklauso nuo vyriausybės procedūrų ir politikos. Todėl, atsižvelgiant į nuolatinius ir sparčius komercinės aplinkos pokyčius, konkurencingumo apsauga yra svarbi daugeliui statybos pramonės organizacijų. Didžioji dalis nagrinėtų mokslininkų teigia, kad kelių statybos pramonėje didėjantis technologinių inovacijų poreikis, apima techninių reikalavimų statybos metu laikymąsi, spartų duomenų ir informacijos perdavimą, bei keitimąsi tarp skirtingų besivystančių ir išsivysčiusių šalių visame pasaulyje ir suteikia naujų galimybių siekiant praktinio ir ekonomiškai efektyvaus kelių priežiūros optimizavimo ir administravimo modelio kūrimo.

Tyrimo hipotezė – gamybos optimizavimo procesas neatsiejamas nuo technologinių inovacijų taikymo;

Probleminis klausimas – kodėl siekiant optimizuoti procesus būtina pasitelkti technologines inovacijas?

Tyrimo problematika – pritaikyti naudojamus gamybos procesų optimizavimo būdus kelių statybos įmonėse, siekiant sukurti optimalų modelį, kuris padėtų maksimaliai sumažinti statybos procesams reikalingas laiko sąnaudas, pasiekti didžiausią darbuotojų ir mechanizmų darbo našumą, gauti didžiausią grynąjį pelną ir taip išlikti konkurencingais.

Tyrimo objektas – technologinių inovacijų taikymas optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse.

Tyrimo tikslas – nustatyti ar taikomos technologinės inovacijos reikšmingos optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse.

Uždaviniai: 1) Apibrėžti technologinių inovacijų reikšmę; 2) Apžvelgti gamybos optimizavimo teorinius modelius taikytinus kelių statybos įmonėse; 3) Nustatyti taikytinas technologines inovacijas optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse.

Tyrimo metodai – mokslinės literatūros analizės, ekspertų apklausos metodai

1. Technologinių inovacijų samprata

Technologijų naudojimas teigiamai veikia ekonomiką, bei suteikia galimybes kurti naujiems verslams. Technologinės inovacijos apibūdinamos kaip viena iš pagrindinių varančiųjų jėgų, kuri lemia ilgalaikį produktyvumą, bei ekonomikos augimą. Anot Karaliūtės (2017), inovacijų procesas labai svarbus visai šaliai, nes daro poveikį tiek vyriausybei, tiek verslams, tiek mokslininkams. Autorės teigimu, dažnai inovacijos sąvoka suvienodinama su naujovės sąvoka. Tačiau naujovė – tai proceso rezultatas, o inovacija – procesas.

Siekiant optimizuoti kelių statybos įmonėse veikiančius procesus pasitelkiamos inovacijos. Šioje statybos srityje dirbančios įmonės taiko technologines inovacijas, medžiagiškumą, bei naujausias gamybos technologijas (žr. 1 lentelę). Visi šie būdai yra tarpusavyje susiję (Krušinskas ir Benetytė, 2016).

1 lentelė. Inovacijų tipai (sudaryta autoriaus pagal Krušinską ir Benetytę (2016))

Moksliniai tyrimai	Gamybos būdas	Produktas
— Naujos žinios apie technologijas — Eksperimentinė plėtra	— Tobulinamas gamybos organizavimo procesas — Naujai sukurtas gamybos būdas	— Modernizuotas produktas — Naujas produktas

Anot Karaliūtės (2017), technologinės inovacijos skirstomos į produkto ir proceso inovacijas, atsižvelgiant į techninius parametrus (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. Inovacijų skirstymas (sudaryta autoriaus, remiantis Karaliūte, 2017)

Inovacijos	Apibūdinimas
Produkto inovacijos	Šis inovacijos tipas siejamas su naujais atradimais, tai yra naujų medžiagų ar dalių panaudojimu, naujų produktų gavimu. Produkto inovacijos padeda vykdyti gyvenimo pokyčius, juos gerina, bei sukuria daugiau galimybių atsirasti naujoms sritims.
Proceso inovacijos	Ši inovacija – naujos technologijos. Kaip pavyzdį galima paminėti H. Fordo idėją gaminti automobilius, pasirenkant pakeičiamas jų dalis.

Nagrinėjant automobilių kelių statybos įmones, galima jas susieti tiek su produkto inovacijomis, tiek su proceso inovacijomis, nes nauji produktai, bei medžiagos padeda įmonei tobulėti, efektyviau dirbti, ko pasekoje gali būti didinamas įmonės pelnas.

1.1. Gamybos optimizavimo teoriniai modeliai taikytini kelių statybos įmonėse

Gamybos sektorius – vienas labiausiai valstybės ūkio sektorių įtakojantis, bei turintis reikšmės šalies ekonomikai ir jos vystymuisi. Anot Kazlausko ir Merkevičiaus (2019), šio sektoriaus dėka šalyje gyvenantys žmonės gauna daugiausiai darbo vietų, todėl būtina užtikrinti tinkamą gamybos sektoriaus augimą, bei efektyvų gamybos procesų valdymą. Autorių išskiriami optimizavimo būdai gali inicijuoti pakeitimus, kurie yra reikalingi siekiant efektyvesnės gamybos, bei optimizuotų procesų. Kazlauskas ir Merkevičius (2019) išskiria kelis metodus (žr. 3 lentelę):

- „Just in time“ metodas. Anot autorių, šiuo metodu siekiama laiku pristatyti reikiamą gaminį į nustatytą gamybos vietą tiksliai laiku, todėl jis ir yra pažymimas kaip plačiai taikomas, nes jo pagalba galima tiksliai susiplanuoti laiką ir vietą, tuo metu, kai reikia bei užtikrinti sėkmingą ir savalaikį procesą.
- Analitinės hierarchijos metodas (AHP). Naudojant šį metodą matematiniais skaičiavimais galima nustatyti porinio lyginimo matricių sistemą, taip generuojant tikrąsias ir apytiksles reikšmes.
- Scenarijų metodas. Šiuo metodu norima įvertinti išorinės aplinkos pokyčius, naudojamų verslo strategijų suderinamumą, bei alternatyvas. Pasirenkant šį metodą turi būti maksimaliai numatomi tolimesni scenarijai.
- Daugiakriteris vertinimo metodas. Autorių teigimu – tai išsamiausias metodas, nes jo dėka galima suprasti funkcinius ir santykinus modelius, kuriuos taikant reikalingos atitinkamos žinios, nes vertinant šiuo metodu – sąlygos gali būti terminuotos arba neterminuotos.

3 lentelė. Gamybos optimizavimo metodai (sudaryta autoriaus pagal Kazlauską ir Merkevičių, 2019)

Metodai	Savybės
Just in time	Metodas užtikrina, kad viskas vyks numatytu laiku ir numatytoje vietoje, todėl yra plačiai naudojamas
AHP	Šiam metodui naudoti reikia naudoti matematinius skaičiavimus, todėl jis nėra taip plačiai naudojamas
Scenarijų	Naudojant scenarijų metodą reikia įvertinti: — išorės pokyčius; — naudojamo verslo strategijų suderinamumą; — naudojamų verslo strategijų alternatyvas. Norint naudoti šį metodą, reikia numatyti kas bus ateityje.
Daugiakriteris	Išsamiausias iš visų išvardintų metodų, nes jį naudojant suprantami funkciniai, bei santykiniai modeliai, kuriuos norint taikyti reikalingos specialios žinios

Daugumai įmonių priežiūra yra labai svarbi funkcija gamyboje. Dėl technologijų pokyčio ir dėl susijusių sistemų sudėtingumo, darbo procesams skirtos ir naudojamos technikos patikimumas tapo dar svarbesnis. Tai ypač aktualu automobilių kelių statybos sektoriuje, kur būdinga brangi specializuota įranga ir aplinkosaugos reikalavimų laikymasis. Anot Rezig ir kt. (2020), gamybos ir priežiūros valdymas naudojant naujas strategijas labai skiriasi nuo tradicinės gamybos valdymo politikos. Autoriai teigia, kad gamybos planavimas lemia gamybos valdymo funkcionalumą. Kazlauskas ir Merkevičius (2019) teigia, kad efektyvesnės ir našesnės gamybos užtikrinimas – viena pagrindinių prielaidų, norint, kad procesų optimizavimas būtų sklandus ir garantuotas. Anot autorių, ne mažiau svarbu tinkamo optimizavimo metodo pasirinkimas gamybos proceso vykdymui, nes tai gali lemti kitus gamybos rezultatus. Tam, kad metodai (žr. 1 lentelę) būtų sėkmingi, reikia:

- atsižvelgti į veiksnus, darančius poveikį įmonės plėtrai;
- reikiama linkme panaudoti vidinius išteklius bei gebėjimus, vertinant automobilių kelių statybos įmonių galimybes ir didinti įmonių konkurencinį potencialą;
- spręsti diversifikacijos problemas, didinti gamybos konkurencingumą;
- prognozuoti pardavimus, bei pasirinkus tinkamą metodiką optimizuoti valdymo sąnaudas;
- suformuoti, kaip bus eksportuojama gamybos produkcija, bei įvertinti rinkos konkurencingumą (Kazlauskas ir Merkevičius, 2019).

Choudhary ir Tindwani (2016) teigimu, tiekimo grandinės modelis tinkamiausias planuojant kelių projektams naudojamų žaliavų logistiką. Nedidelis medžiagų srautų pagerėjimas optimizuojant tiekimo grandinę parodo pagrįstą projekto sąnaudų naudą, taigi kontroliuojamos ir stebimos bendros projekto išlaidos. Taip pat, autorių teigimu, modelio rezultatas gali padėti projekto komandai kaip indėlis į sprendimų priėmimo procesus, tokius kaip tinkama medžiagų pirkimo sutartis, medžiagų perdavimo įrenginių pajėgumų vertinimas, bei transportavimo planavimas. Taigi, nors optimizavimo modeliai plačiai naudojami ir populiarūs tarp daugelio pramonės sričių, tačiau Choudhary ir Tindwani (2016) atlikto tyrimo metu išryškėjo tai, kad automobilių kelių statybos įmonėms tinkamiausias tiekimo grandinės modelis.

Optimizavimo metodai gali būti naudojami sprendžiant daugybę įvairių inžinerinių problemų. Nors optimizavimo problemos gali kilti iš įvairių sričių ir skirtingų sistemų, jos iš esmės gali būti formuluojamos stebėtinai panašiai. Pasak Venkrbec et al. (2018), paprastai optimizavimo problema gali būti išreikšta taip:

- sumažinti $f(x)$;
- atsižvelgiant į: $h(x) = 0$;

kur $f(x)$ – tikslo funkcija, kurią reikia sumažinti iki minimumo per sprendimų kintamųjų vektorius x , o $h(x) = 0$, reiškia lygybės apribojimus. Anot autorių, norint pasirinkti tinkamą sprendimo metodą būtina išsiaiškinti ar optimizavimo problema vieno ar kelių kriterijų. Vieno kriterijaus optimizavimo problemų sprendimo būdus galima suskirstyti į dvi pagrindines grupes:

1. Euristiniai metodai – šie metodai gali būti naudojami sprendžiant įvairias optimizavimo užduotis, o pagrindinis jų privalumas yra tas, kad dauguma jų yra patikimi ir greitai padeda išspręsti problemas. Jie tinkami įvairioms inžinerijos problemoms spręsti, tad galima teigti, kad jie tinkami ir tiriamai įmonių grupei (statybos sektoriui);
2. Matematinio programavimo metodai – šie metodai taip pat naudingi inžinerijos optimizavimui. Jie suteikia optimalų rezultatą, nors gali užtrukti ilgiau (Venkrbec et al., 2018).

Taip pat, anot Kazlauskos ir Merkevičiaus (2019) gamybos procesų optimizavimui labai svarbus darbo organizavimas. Nors šiomis dienomis gamybos sistemų valdymas automatizuotas, tačiau labai svarbu, kad darbuotojai susipažintų su elektroninių prietaisų instrukcijomis. Taigi, automobilių kelių statybų įmonėms labai svarbu pasirinkti tinkamą gamybos optimizavimo modelį, nes nuo jo priklauso įmonės efektyvumas, bei finansinė sėkmė.

1.2. Technologinių inovacijų taikymas optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse

Siekiant optimizuoti kelių ir gatvių statybos įmonių gamybinius procesus pasitelkiamos technologinės inovacijos. Šioje srityje dirbančios įmonės taiko technologines inovacijas, medžiagiškumą, bei naujausias gamybos technologijas. Krušinskas ir Benetytė (2016) teigia, kad inovacijos skatina socialinę, technologinę bei ekonominę plėtotę ir užtikrina jos tvarumą. Tačiau kita dalis mokslininkų teigia, kad produktyvumą garantuoja tik ilgalaikės investicijos į inovacijas. Anot autorių, inovacijos – svarbus verslo plėtros veiksnys, kurio dėka didėja veiklos produktyvumas. Inovacija – tai procesas, padedantis sukurti naujus, bei patobulintus produktus, bei paslaugas. Kiti autoriai inovacijos sąvoką interpretuoja įvairiai, tačiau visi sutaria, kad pagrindinis inovacijos tikslas – intelektualių produktų sukūrimas, bei skleidimas (Kazlauskas ir Merkevičius, 2019).

Krušinskas ir Benetytė (2016) išskyrė šias inovacijas (žr. 4 lentelę):

- Technologinės inovacijos;
- Produkto inovacijos;
- Paslaugos inovacijos;
- Proceso inovacijos.

4 lentelė. Inovacijų skirstymas (sudaryta autoriaus pagal Krušinską ir Benetytę, 2016)

Technologinės inovacijos	Produkto inovacijos	Paslaugų inovacijos	Proceso inovacijos
Kuriamos technologijos	Kuriami produktai	Kuriamos arba tobulinamos įvairios paslaugų formos	Kuriami ar tobulinami procesai bei jų sekos

Iš visų išvardintų inovacijų buvo ištirta, kad svarbiausios yra technologinės inovacijos, nes jos prisideda prie rinkos ekonomikos pažangos. Šios inovacijos tinkamos taikyti ir automobilių kelių statybos įmonėms.

2. Tyrimo dalis

Siekiant nustatyti taikomų technologinių inovacijų svarbą optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse, buvo pasirinktas ekspertų vertinimo metodas (atlikta anketinė apklausa – žr. 1 priedą), kurioje dalyvavo kelių statybos srityje dirbantys atestuoti inžinieriai (darbų vadovai, statybos darbų vadovai, statybos darbų projektų vadovai). Ekspertų vertinimo metodas plačiai taikomas sociologiniuose tyrimuose gauti nagrinėjamos srities empiriniams duomenims. Norint panaudoti šį metodą, reikia suformuoti grupę kvalifikuotų ekspertų, kurie gali suteikti būtiną kvalifikuotą informaciją apie vertinamąjį objektą (ekspertų kompetencijos konkrečiu atveju vertinamos pagal įgytą mokslinį laipsnį, bei darbo stažą – žr. 1 paveikslą, 2 paveikslą). Priklausomai nuo reikalavimų, keliamų gaunamai informacijai, ekspertų vertinimai gali būti įvairios formos – nuo profesionalių interviu arba nuo neakivaizdinės individualios apklausos anonimine anketa iki atviros grupinės šių asmenų diskusijos tyrimo problemą nagrinėjamais klausimais (Tildikas, 2003). Jie vertino 10 suformuluotų teiginių, intervale nuo 1 iki 5 (1 – visiškai nesutinku; 2 – nesutinku; 3 – nei sutinku, nei nesutinku; 4 – sutinku; 5 – visiškai sutinku). Apklausoje dalyvavo 20 ekspertų, kurių kiekvienas, pateiktus teiginius, vertino objektyviai – remiantis sukaupta patirtimi ir žiniomis.

Tyrimo instrumentas – anketa (žr. 1 priedą). Buvo apklausta 20 ekspertų. Anketa sudarė 4 įvadiniai klausimai, kuriuose kelių statybos srityje dirbančių ekspertų buvo prašoma nurodyti išsilavinimą, studijų sritį, mokslinį laipsnį ir darbo stažą. Penktuoju anketos klausimu ekspertų buvo prašoma įvertinti technologinių inovacijų poveikį gamybos procesams. Minėtąjį klausimą sudarė 10 teiginių, apibūdinančių gamybos proceso ir technologinių inovacijų sąsajas optimizacijos atžvilgiu. Vertinimas atliktas naudojant Likerto skalę, intervale nuo 1 iki 5, kur 1 – reiškia visišką nepritimą teiginiui, o 5 – reiškia visišką pritarimą teiginiui.

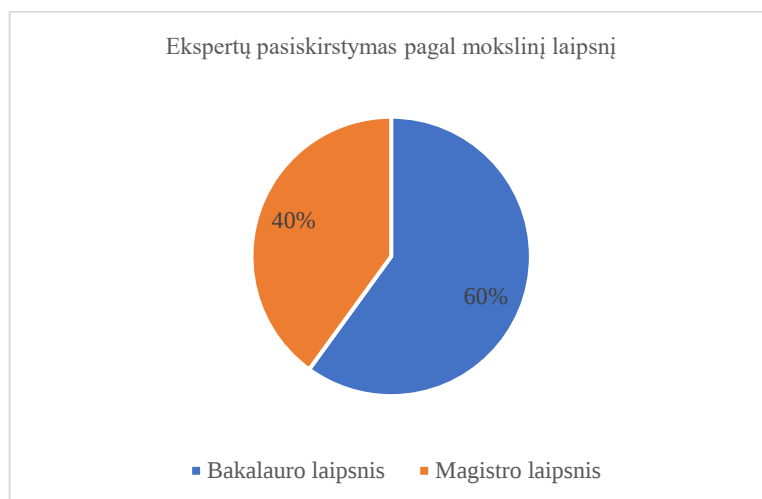
Tyrimo tikslas – nustatyti ar taikomos technologinės inovacijos reikšmingos optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse.

Tyrimo uždaviniai – nustatyti taikytinas inovacijas optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse.

Tyrimo data: tyrimas buvo atliktas 2021 m. lapkričio mėn.

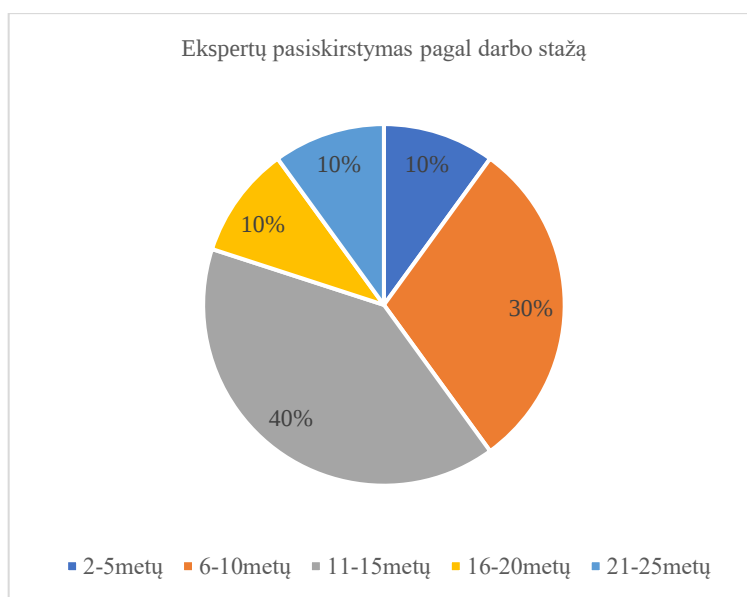
Tyrimo vieta: tyrimas buvo vykdomas kelių statybos privataus sektoriaus darbo įstaigose.

Hipotezė – gamybos optimizavimo procesas neatsiejamas nuo technologinių inovacijų taikymo. Siekiant pagrįsti iškeltą hipotezę, buvo remiamasi ekspertų vertinimo metodo būdu gautais duomenimis. Atliktas koreliacijos skaičiavimas – naudota kokybinių duomenų analizės skaičiavimams skirta kompiuterinė programa SPSS (Angl. –



1 paveikslas. Ekspertų pasiskirstymas pagal mokslinį laipsnį

Pirmame paveikslėlyje pateikiama diagrama, kurios duomenys parodo tyrime dalyvavusių kelių statybos srityje dirbančių atestuotų inžinierių – ekspertų, mokslinį laipsnį. Tarp jų magistro laipsnį turėjo 40 proc., o bakalauro laipsnį 60 proc apklaustųjų.



2 paveikslas. Ekspertų pasiskirstymas pagal darbo stažą

Vertinant apklausoje dalyvavusių ekspertų pasiskirstymą pagal darbo stažą nustatyta, kad daugumą tyrime sudarė respondentai, kurių darbo stažas nuo 11 iki 15 metų – 40 proc. Šiek tiek mažiau apklausoje dalyvavo ekspertų, turinčių nuo 6 iki 10 metų darbo stažo ir jie sudarė 30 proc. visų apklaustųjų. Ekspertų dalis, tarp turinčių nuo 2 iki 5, nuo 16 iki 20 ir nuo 21 iki 25 metų darbo stažo, buvo tokia pati – 10 proc.

5 lentelė. Ryšys tarp gamybos optimizavimo proceso ir technologinių inovacijų taikymo

		Inovacijų taikymas	Gamybos optimizavimo procesas
Inovacijų taikymas	Pirsono koreliacijos koeficientas	1	0.797
	Hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje		.0021
	Respondentų skaičius	10	10
Gamybos optimizavimo procesas	Pirsono koreliacijos koeficientas	0.797	1
	Hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje	0.021	
	Respondentų skaičius	10	10

Atlikus koreliacijos skaičiavimą nustatytos statistiškai reikšingos tarpusavio sąsajos. Vertinant rezultatus galime pastebėti, kad gamybos optimizavimo procesas statistiškai reikšmingai ir stipriai susijęs su inovacijų taikymu ($r = 0,797$; $p = 0,021$) (žr. 5 lentelę). Remiantis atliktų skaičiavimų rezultatais galima daryti išvadą, kad gamybos procesų optimizavimas neatsiejamas nuo technologinių inovacijų taikymo.

Išvados

1. Gamybos procesų optimizavimo gali būti siekiama įvairiais būdais, pradedant atskirų mechanizmų tobulinimu, per organizacinius aspektus, baigiant visapusiško gamybos planavimo optimizavimu. Optimizavimo metodai gali būti naudojami sprendžiant daugybę įvairių inžinerinių problemų. Nors optimizavimo problemos gali kilti iš įvairių sričių ir skirtingų sistemų, jos iš esmės gali būti formuluojamos stebėtinai panašiai. Procesų tobulinimas ir naujovės automobilių kelių statybos sektoriuje suteikia daug naudos visuomenei, bei pramonei, nes prisideda prie ekonomikos augimo ir gyvenimo kokybės gerinimo. Kelių statybos srityje atsiranda vis daugiau iššūkių, todėl siekiama geresnės novatoriškos praktikos su tikslu pagerinti esamus statybos procesus, bei išlikti konkurencingiems. Šiame kontekste technologinių inovacijų diegimas, bei patikrintas jų naudojimas reiškia tinkamų medžiagų, mechanizmų ir technologijų teikiamą naudą kelių statyboje optimaliomis sąlygomis. Technologinės inovacijos įvardinamos kaip viena iš pagrindinių varančiųjų jėgų, kuri lemia ilgalaikį produktyvumą, bei ekonomikos augimą. Diegiamos inovatyvios gamybos technologijos suteikia galimybę kurti eksperimentinius objektus – ekologiškus kelius (iš perdirbtų medžiagų), saulės kelius ir t.t., ateityje siekiant šias inovacijas naudoti kaip tvarų statybos metodą.

2. Apžvelgti gamybos optimizavimo teoriniai modeliai taikytini kelių statybos įmonėse, tokie kaip „Just in time“, analitinės hierarchijos metodas, scenarijų metodas, daugiakriteris vertinimo metodas. Metodus ar jų derinius automobilių kelių statybos įmonėse tikslinga pasirinkti atsižvelgiant į veiksnius, darančius poveikį įmonės plėtrai, vidinių išteklių bei gebėjimų panaudojimą, taip pat priklausomai nuo to kaip konkretus metodas padeda spręsti diversifikacijos problemas, didinti įmonės konkurencingumą, vertinti įmonės pardavimų perspektyvą, optimizuoti valdymo sąnaudas.

3. Siekiant optimizuoti automobilių kelių statybos įmonėse veikiančius procesus pasitelkiamos inovacijos. Šioje srityje dirbančios įmonės taiko technologines inovacijas, medžiagiškumą, bei naujausias gamybos technologijas. Automobilių kelių statybos sektorius gali priimti tiek produktų, tiek paslaugų naujoves. Medžiagų, bei produktų inovacijos reiškia naujovių naudojimą, kuriant pažangesnius ir geresnius produktus, o paslaugų naujovės apima geresnių paslaugų teikimo būdų ir metodų įgyvendinimą. Statybos pramonė taip pat gali priimti papildomas ir radikalias naujoves. Siekiant nustatyti ar taikomos technologinės inovacijos reikšmingos optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse buvo pasitelktas ekspertų vertinimo metodas, bei remiantis juo atliktas koreliacijos skaičiavimas. Gautas ryšys tarp minėtų veiksnių statistiškai reikšmingas, tad visos naudotai metodikai parengtoje apklausoje įvardijamos technologinės inovacijos gali būti taikomos optimizuojant gamybos procesus kelių statybos įmonėse.

Literatūra

- Aouad, G., Ozorhon, B., & Abbott, C. (2010). Facilitating innovation in construction: Directions and implications for research and policy. *Construction Innovation*, 10(4), 374–394. <https://doi.org/10.1108/14714171011083551>
- Choudhari, S., & Tindwani, A. (2016). Logistics optimisation in road construction project. *Construction Innovation*, 17(2). <https://doi.org/10.1108/CI-03-2016-0014>
- Drejer, A. (2002). Situations for innovation management: Towards a contingency model. *European Journal of Innovation Management*, 5(1), 4–17. <https://doi.org/10.1108/14601060210415135>
- Karaliūtė, A. (2017). *Technologinių inovacijų poveikio darbo rinkos parametrams vertinimo teoriniai aspektai*. Vytauto Didžiojo universitetas.
- Kazlauskas, A. ir Merkevičius, J. (2019, vasario 13 d.). Veiksniai įtakojantys gamybos procesų optimizavimą. Iš 22-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos. Vilnius, Lietuva.
- Krušinskas, R. ir Benetytė, R. (2016). *Investicijų į technologines inovacijas naudos ir rizikos vertinimas inovacijų indeksų palyginimo kontekste*. Kauno technologijos universitetas. <https://doi.org/10.15544/ssaf.2016.09>
- Rezig S., Ezzeddine, W., Turki, S., & Rezg N. (2020). Mathematical model for production plan optimization – A case study of discrete event systems. *Mathematics*, 8(6), 955. <https://doi.org/10.3390/math8060955>
- Venkrbec, V., Galic, M., & Klanšek, U. (2018). Construction process optimisation – review of methods, tools and applications. *Gradevinar*, 70(7), 593–606. <https://doi.org/10.14256/JCE.1719.2016>
- Tildikas, R. (2003). *Socialinių mokslų tyrimų metodologija*. Lietuvos teisės universitetas. https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/15459/Tidikis_tyrimu_metodologija.pdf?s

APPLICATION OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN OPTIMIZATION OF MANUFACTURING PROCESSES IN ROAD CONSTRUCTION COMPANIES

Šarūnas LEIMONAS, Juozas MERKEVIČIUS

Abstract. By the 2030s, the implementation and use of innovation in the secondary sector of the economy had become an integral part of manufacturing and industry in order to thrive and, above all, to remain competitive. Road construction companies are no exception, where nowadays, with the help of technology, various projects are prepared faster and more accurately, different types of costs are calculated, and 3D work models are prepared. In such a production-technological environment, optimization works not only on the global spectrum of the company's operations, but also on smaller, separate daily tasks, and the article reviews all this based on the methods of analysis of scientific literature and expert evaluation. The aim of this article is to evaluate the significance of the application of technological innovations in optimizing manufacturing processes at all stages of road construction, when tasks of different scope, complexity and nature are performed.

Keywords: optimization, technologies, innovation, manufacturing, methodology, processes.