

## GAMYBOS LOGISTIKOS PROCESŲ TOBULINIMAS KELIŲ STATYBOS ĮMONĖSE

Egidijus BULOVAS\*, Juozas MERKEVIČIUS

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas,  
Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, LT-10223, Vilnius, Lietuva*  
\*El. paštas [egidijus.bulovas@stud.vilniustech.lt](mailto:egidijus.bulovas@stud.vilniustech.lt)

Gauta 2022 m. kovo 15 d.; priimta 2022 m. gegužės 31 d.

**Santrauka.** Norint išlikti konkurencingiems kelių statybos rinkoje, reikia taikyti naujus, optimalius ir efektyvius darbų atlikimo būdus ir medžiagų transportavimo, sandėliavimo, gamybos metodus ir galimybes. Vienas iš pagrindinių kelių statybos įmonių siekis yra laiku ir efektyviai su kuo mažesnėmis sąnaudomis įgyvendinti statybos projektą. Norint pasiekti užsibrėžtą tikslą, reikia mažinti išlaidų dalį, tenkančią gamybos logistikai, todėl yra ypatingai svarbus efektyvus visas tiekimo grandinės darbas. Analizuojant veikimo principus ir efektyviai juos valdant, galima sumažinti patiriamas išlaidas. Logistikos optimizavimas yra vienas iš pagrindinių sėkmingo kelių tiesimo projektų įgyvendinimo veiksmų. Logistika apima informacijos ir medžiagų srautą, optimizacija gali būti pasiekta efektyviai planuojant medžiagų pristatymą, medžiagų valdymą ir medžiagų tvarkymą. Pagrindinis logistikos uždavinys: reikiamos žaliavos, medžiagos, produkcija turi būti pateikta jų poreikį turinčiam vartotojui reikalingu kiekiu, reikalingos kokybės, į reikiamą vietą, reikalingu laiku ir minimaliomis sąnaudomis, todėl gamybos logistikos procesų tobulinimas yra viena svarbiausių veiksmų, lemiančių galutinį rezultatą. Šio straipsnio tikslas nustatyti ryšius tarp gamybos logistikos procesų tobulinimo ir efektyvaus valdymo. Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, ekspertų apklausa.

**Reikšminiai žodžiai:** logistika, efektyvumas, tobulinimas, gamyba, metodologija, procesai.

### Įvadas

*Tyrimo aktualumas* – vienas iš pagrindinių kelių statybos įmonių siekis yra laiku ir efektyviai su kuo mažesnėmis sąnaudomis įgyvendinti statybos projektą. Norint pasiekti užsibrėžtą tikslą, reikia mažinti išlaidų dalį, kurią sudaro gamybos logistika, todėl yra ypatingai svarbus efektyvus visas tiekimo grandinės darbas. Suprantant veikimo principus ir efektyviai juos valdant, galime ženkliai sumažinti patiriamas išlaidas. Kelių tiesimas visame pasaulyje, ypač besivystančiose šalyse, laikomas vienu svarbiausių šaliai projektų. Kelių tiesimo projektai paprastai vertinami pagal dideles projektų sąnaudas, laiką ir apimtį. Nustatyta, kad medžiagų planavimo nebuvimas yra pagrindinė kelių projektų nesėkmės priežastis. Kelių tiesimo projektų metu sunaudojama ir vežama daug medžiagų, jų judėjimas vyksta visoje tiekimo grandinėje, todėl projekte reikia nuodugnios ir išsamios logistikos bei medžiagų pirkimo planavimo (Chaudhari et al., 2017).

Logistikos optimizavimas kelia didelį susirūpinimą projektų valdymo srityje. Atskiri mokslininkai pateikė specialiai statybos projektams skirtų optimizavimo modelių. Pavyzdžiui Hazir (2015) teigė, kad reikia optimizuoti modelius, susijusius su visų rūšių problemomis ir projektų valdymo klausimais. Pagrindinių logistikos problemų sprendimas yra logistikos optimizavimas. Logistikos optimizavimas taip pat yra vienas iš veiksmų, skatinančių pasiekti optimalų projekto efektyvumą.

*Tyrimo problema* – norint išlikti konkurencingiems, reikia taikyti naujus, optimalius ir efektyvius darbų atlikimo būdus ir medžiagų transportavimo, sandėliavimo, gamybos metodus ir galimybes.

*Tyrimo objektas* – gamybos logistikos procesų tobulinimas, kelių statybos įmonėse.

*Darbo tikslas* – nustatyti ryšius tarp gamybos logistikos procesų tobulinimo ir efektyvaus valdymo.

Tyrimo uždaviniai: 1) apibrėžti gamybos logistikos sampratą; 2) apibūdinti gamybos logistikos savybes ir tipus; 3) išskirti gamybos logistikos optimizavimo galimybes; 4) apibūdinti kelių statybos proceso specifiką; 5) atlikus ekspertų apklausą, nustatyti ryšį tarp gamybos logistikos procesų tobulinimo ir efektyvaus valdymo.

## 1. Mokslinės literatūros analizė gamybos logistikos tematika

### 1.1. Gamybos logistikos samprata

Kalaiarasan et al. (2020) pateikiant gamybos logistikos sampratą visų pirma apibrėžia gamybos ir logistikos terminus atskirai. Gamyba gali būti apibrėžiama kaip „sąnaudų pavertimas galutiniais produktais“. Sąvoka yra gamyba apibrėžiama kaip „serija tarpusavyje susijusių veiklų ir operacijų, kurios apima projektavimą, medžiagų parinkimą, planavimą, gamybą, kokybės užtikrinimą, valdymą ir rinkodarą atskirų vartotojų ir ilgalaikio vartojimo prekėms“. Logistika gali būti apibrėžta kaip „tiekimo grandinės valdymo pogrupis, kuris kontroliuoja prekių judėjimą pirmyn ir atgal, jų tvarkymą ir sandėliavimą“, kas apima „medžiagos gavimą, gamybą ir produktų platinimą tinkamoje vietoje ir tinkamu kiekiu“ (Kalaiarasan et al., 2020). Pradine prasme logistika yra susijusi su prekių ir personalo judėjimu.

Gamybos logistiką galima apibrėžti kaip logistikos sistemos posistemę, kurioje atliekamos užduotys arba valdymas ir veikla, susijusi su gamybos proceso tiekimu, prekių srautu nuo jų įsigijimo iki gamybos ir paskirstymo galutiniam vartotojui (kartu su aptarnavimu po pardavimo), kad atitiktų rinkos reikalavimus. Gamybos logistika apima visas produkto gyvavimo fazes. Pirmoji iš jų yra projektavimas tiriant klientų aptarnavimo lygį remiantis surinkta informacija, pasiruošimas klientų aptarnavimo koncepcijos, produkcijos tiekimo logistikos sistemos sukūrimo ir klientų aptarnavimas. Antrasis etapas yra gamyba pagal organizaciją: tiekimas, apyvarta medžiagų, pakavimo, fizinio gaminių paskirstymo, sandėliavimo, garantinio aptarnavimo ir aptarnavimas, gamybinio srauto priežiūra (Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas, 2013).

Kaip nurodo Gleissner ir Femerling (2013), „gamybos logistika dažniausiai siejama su gamybos įmonėmis“. Logistikos veikla gamyboje sudaro sąlygas efektyviai kontroliuoti, planuoti bei įgyvendinti gamybos logistikos procesus. Logistika gamybos įmonėse apima įmonių aprūpinimą medžiagomis bei įranga, atsargų (medžiagų) valdymą bei paskirstymą. Kaip teigia minėtas autorius, gamybos logistikos procesas visoje gamyboje yra naudingas todėl, kad tai leidžia įgyvendinti numatytus gamybos tikslus bei uždavinius, suformuoja reikiamą atsargų kiekį paskirstymo tinkle bei užtikrina nenutrūkstamą produktų srautų tiekimą. Organizacijos vykdančios gamybą, apibūdinamos kaip įmonės, kurios perdirba žaliavas bei skirtingas medžiagas į produkciją skirtą vartotojui parduoti. Pagrindinis gamybos įmonių uždavinys – kuo efektyviau išnaudoti turimus išteklius (Gleissner ir Femerling, 2013).

Pasak Šostko ir Jakubavičiaus (2018), gamybos logistikoje Bendkowski (2013) išskiria šiuos pagrindinius procesus:

- produkcijos kūrimas bei jos tobulinimas (nuo pat vartotojų poreikių išsiaiškinimo iki produkto patekimą į rinką);
- produkcijos pardavimas (nuo būsimų klientų reikalavimo ir kliento apsisprendimo pirkti produkciją);
- užsakymo realizavimas (nuo užsakymo pateikimo iki mokėjimo gavimo);
- produkcijos teikimą (nuo medžiagų paklausos išsiaiškinimo iki jų gavimo);
- produkcijos gamyba (nuo vartotojų poreikių išsiaiškinimo iki produkcijos gamybos proceso);
- produkcijos paskirstymas (nuo produkto gaminimo pradžios iki pristatymo klientui);
- klientui suteikiamos garantijos po pardavimo, siekiant išlaikyti klientą nuo pardavimo pradžios iki „begalybės“ (Šostko ir Jakubavičius, 2018).

Kaip pateikia Šostko ir Jakubavičius (2018), gamybos logistikos pagrindas, kad gamybos procese būtų užtikrinta informacijos sklaida bei aprūpinimas medžiagomis, o tam pasiekti būtinas gamybos proceso planavimas, organizavimas bei visų vidinių procesų kontrolė, kas apima vidinį transportą, medžiagų srautą bei sandėliavimą. Vienas iš svarbiausių aspektų gamybos logistikoje yra tas, kad kiekviena mašina ir darbo vieta turi būti visiškai aprūpinta. Minėtas autorius taip pat nurodo, kad, gamybos logistikoje „svarbu atsakingai planuoti ir valdyti logistikos procesus“. Kad tam padaryti yra naudinga produktus tiekti mažesniais kiekiais bei atstumais. Gamybos logistikos pagrindinė funkcija yra suderinti visas gamybos sritis naudojant mažiausią kiekį atsargų. Kaip nurodo Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas (2013), „gamybos įmonių logistikos sistema priklauso nuo tokių skirtingų veiksnių: auganti konkurencija, tiekimo terminų grafiko laikymasis, nuolat augantys klientų poreikiai, išlaidų didėjimas, rinkos globalizacija ir kt.“

### 1.2. Gamybos logistikos savybės

Dethloff et al. (2014) akcentuoja, kad „logistikos paslaugos suvokiamos, kaip paslaugų kompleksas skirtas atlikti užsakovo pateiktą užsakymą organizuoti ir vykdyti materialinių srautų procesą siekiant juos optimizuoti“. Adamczak et al. (2016) logistikos sistemą apibrėžia kaip „materialių srautų judėjimas nuo įėjimo į sistemą iki išėjimo iš jos“. Kaip nurodo minėti autoriai, logistikos sistemą sudaro naudojamos technologijos, įmonės darbuotojai bei klientai, turimas kapitalas, bei informacijos turėjimas, kaip apjungti naudojamas technologijas, darbuotojus be kapitalą vykdančią logistikos veiklą. Logistikos sistemos pradžioje yra žaliavos kurios tampa produktais, kurie turi būti parduoti, siekiant

patenkinti vartotojų poreikius. Kaip nurodo minėti autoriai nurodo, logistikos sistemos pagrindas yra sukurti tokį procesą, kad patenkinti vartotojų poreikius.

Vienas iš pagrindinių logistikos sistemos aspektų, į kurią reikia atsižvelgti, yra transporto priemonių pasirinkimas ir apibrėžimas (Breunig et al., 2019). Anot Hauger et al. (2016), ši strategija yra labai svarbi įmonės sėkmei. Be to, teisingas transporto rūšių pasirinkimas leidžia pasiekti geresnių aplinkosaugos ir ekonominių rezultatų (Zhang et al., 2016). Zhou et al. (2018) taip pat sustiprina šį argumentą ir teigia, kad šis aspektas yra esminis ekologiškesnei logistikos sistemai (Zhou et al., 2018).

Kitas įdomus logistikos elementas yra programavimo ir maršruto parinkimo strategija transporto priemonėms. Tam reikia išanalizuoti krovinių talpą ir apibrėžti maršrutų skaičių. Šios veiklos planavimas gali sukelti papildomų problemų ir išlaidų (Breunig et al., 2019). Krovinių apibrėžimas ir kainodara yra svarbi logistikos sistemų veikla. Yra daug kintamųjų, į kuriuos reikia atsižvelgti nustatant šią kainodarą ir, pasak Gavrilidis et al. (2018) ir Sánchez-Díaz (2017), šioje analizėje reikia atsižvelgti į tvarumo aspektus.

Taip pat svarbu išanalizuoti logistikos sistemos klientams siūlomų paslaugų lygį. Boyacı et al. (2017) teigia, kad optimizuotas išteklių naudojimas siekiant patenkinamai patenkinti klientų poreikius turėtų būti laikoma klientams siūlomų paslaugų lygio dalimi. Pasak Melović et al. (2015), poreikis patenkinti klientų poreikius sulaukė dėmesio įmonių logistikos strategijose pastaraisiais metais.

Veiksmingas sandėlio valdymas taip pat gali suteikti naudą visai logistikos sistemai. Strateginėms operacijoms pasiekti labai svarbu planuoti operatyvinę veiklą. Konfigūruojant sandėlį atsižvelgiama į veiklos strategijas (Boyacı et al., 2017; Makaci et al., 2017).

Aspektai, susiję su teikėjų vertinimu ir santykiais su tiekėjais bei strategijomis. Pirkimų laikotarpiui ir kiekiui apibrėžti yra įprastinė logistikos sistemos dalis. Pagal Karuna Kumar et al. (2017) ir Miranda dos Santos et al. (2019), teisingas tiekėjų pasirinkimas iš esmės padidina sėkmės ir verslo konkurencingumo didinimo galimybes. Tai patvirtina Shi et al. (2017) ir Andreassen ir Gammelgaard (2018).

### 1.3. Gamybos logistikos tipai

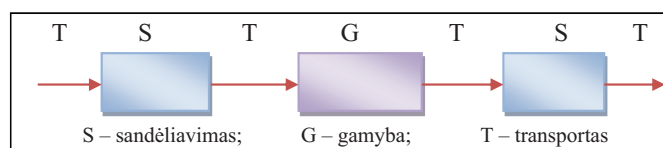
Literatūroje išskiriami šie gamybos logistikos tipai V. Paulauskas (2005):

- paprastas logistikos procesas;
- sudėtinis logistikos procesas;
- tarptautinis logistikos procesas.

Tradicinė logistikos grandinė – tai juridinių ir fizinių asmenų linijinės tvarkos visuma, kurie atlieka logistikos funkcijas ir operacijas, skirtas medžiagų ir informacijos srautams iš tiekėjo vartotojui vykdyti. Paprastos logistikos grandinės grandys seka viena kitą, taigi grandinės grandys gali susisiekti ir atlikti bet kokius veiksmus tik tokia seka. Atitinkamai seka visi paprastos logistikos grandinės srautai tik tam tikra kryptimi, kuri jiems suteikta (Barykina et al., 2021).

Paprasta logistikos grandinė turi privalumų, nes ji pati populiariausia logistikoje, tačiau jos procesus vis reikia tobulinti, dėl besikeičiančių pokyčių. Dėl tradicinės logistikos grandinės požiūrio kyla problemų, nes informacija gal būti pateikiama klaidingai arba ji gali nepasiekti visai. Taip pat kokybės kontrolės etapą atlieka pats užsakovas, kuris yra pačiame logistikos grandinės gale. Dėl to kokybės valdymo procesas tampa sudėtingesnis (Barykina et al., 2021).

Paprastąją logistiką apima vienas logistikos gamybos procesas bei ne daugiau kaip du sandėliavimo procesai. Tai pateikiama 1 paveiksle.



1 paveikslas. Paprastoji gamybos grandinė

1 paveiksle vaizduojama, kad paprastoje gamybos grandinėje vyksta vienas gamybos procesas, tokios grandinės pavyzdys galėtų būti iškasėnų gavimas. Šis logistikos procesas dažniausiai yra viena iš sudėtinės gamybos dalių. Paprastosios gamybos logistika yra svarbi gamybos procese, nes tai viena iš kelių sudedamųjų dalių, kurias svarbu derinti tarpusavyje tiek kokybės, tiek logistikos aspektu. Šis gamybos logistikos procesas yra įprastas logistikos procesas tarp vartojimo ir gamybos.

Sudėtinės logistikos gamybos grandinę sudaro ne mažiau kaip du gamybos (apdirbimo) procesai (Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas, 2013). Sudėtinės gamybos logistikos procese yra reikalingas tikslus planas medžiagų gabenimui, sandėliavimui, pirminiam paruošimui, perkrovimui, daliniam apdirbimui ir kt. Tarptautinės gamybos logistikos proceso pagrindas kuo daugiau išnaudoti tarptautinio kooperavimo galimybes, sumažinti gabenimo išlaidas visame logistikos gamybos procese, aplinkosauginių reikalavimų bei kitų laikymąsi, mažinant atstumus nuo galutinio produkto gamybos ir rinkos, išlaikant aukščiausią kokybę. Galutinis tarptautinės gamybos logistikos rezultatas – gaminti ir teikti konkurencingą produktą. Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas (2013) pateikia vieną iš sudėtinės gamybos grandinės pavyzdžių, tai būtų „Opel“ gamyba, kurioje dalyvauja per 15 šalių (galutinė produkcija gaminama keturiuose žemynuose)“.

Tarptautinė logistika gali būti pateikiama kaip prekių ar produktų tiekimas tarp šalių tarptautinio masto aplinkoje. Norint pasiekti mainus, reikia pasinaudoti tarptautiniu logistikos tinklu pervežant prekes tarptautiniu mastu pagal tarptautinio darbo pasidalijimo principą, kuris lemia veiksmingą optimalų tarptautinį paskirstymą. Tarptautinės logistikos tikslas – teikti geresnes paslaugas, tarptautinės verslo operacijas ir tarptautinę prekybą. Tarptautinė logistika padeda įmonėms vykdyti prekybą su kitomis šalimis tokiomis sąlygomis mažiausios kainos, remiantis aukščiausios kokybės ir kiekybės prielaida (Liu, 2019).

#### 1.4. Gamybos logistikos optimizavimas

Tiekimo grandinės tobulinimas bei optimizavimas labai svarbus procesas organizacijai, siekiant išsilaikyti konkurencingoje aplinkoje bei palaikyti stabilią bei efektyvią veiklą. Mockus (2021) savo darbe išskiria veiksnius, kurie lemia tiekimo grandinės tobulinimą organizacijoje:

- Didelis transportavimo išlaidų augimas. Padidėjus transportavimo išlaidoms, organizacija turi tobulinti bei optimizuoti tiekimo grandinės procesą, kad sumažinti patiriamas transportavimo išlaidas, nes kitu atveju gali būti patiriami nuostoliai.
- Kaip pasiekta gamybos efektyvumo viršūnė, organizacija siekdama daugiau tobulėti, turi optimizuoti tiekimo grandinę bei jos procesus.
- Kai vyksta pokyčiai valdant organizacijos atsargas, organizacija taip pat turi vykdyti pokyčius ir tiekimo grandinės procese.
- Vykdomi pokyčiai susiję su produktais ar jų rūšimis. Kai keičiasi įmonės teikiami produktai ar keičiamos jų rūšys, įmonės tobulindamos tiekimo grandinę turi ją perplanuoti bei atnaujinti tiekimą.
- Analizuojant mokslinę literatūrą pastebėta, kad šiuolaikinėse įmonėse tobulinant gamybos logistikos procesą svarbu tampa informacinių technologijų naudojimas (Daugherty, 2019). IT paslaugų valdymo klientų aptarnavimo vienas iš svarbiausių ypatumų – gerinti tarpusavio santykius tarp IT ir jų klientų ir siekti, kad IT atitiktų verslo klientų reikalavimus (Žilinskienė ir Norkus, 2021).
- Organizacijos tiekimo grandinės tobulinimas bei optimizavimas taip pat priklauso ir nuo naujų mažmeninių prekybos tinklų atsiradimo, jų plėtros bei augimo.
- Konkurencijos didėjimas pasauliniu mastu. Kadangi šiandieninėje rinkoje yra begalė skirtingų produktų, galima daryti prielaidas, kad rinka yra perpildyta, todėl įmonė siekdama išsilaikyti konkurencinėje aplinkoje, turi rasti priemones bei būdus kaip išsiskirti iš konkurentų vykdant tiekimo procesą.
- Organizacijos tiekimo grandinės tobulinimas bei optimizavimas labai priklauso nuo tiekimo šaltinių, kurie yra užsienio šalyse. Siekiant išsilaikyti rinkoje bei išlikti konkurencingomis, organizacijos kitose šalyse turi ieškoti produktų ar žaliavų alternatyvų kitose šalyse, kai jos organizacijos šalyje yra per brangios ar jų ištekliai labai riboti.

Mockus (2021) išanalizavęs įvairią mokslinę literatūrą, teigia, kad „didelę statybos tiekimo grandinės problemų dalį nulemia prastas įsipareigojimų vykdymas“. Taip yra todėl, kad tiekimo grandinės procese dažnai nėra aišku, kas prisiima atsakomybę už tam tikras veiklas bei nėra pateikta informacijos apie tiekimo grandinėje vyraujančių problemų sprendimo būdus, bei trūksta tiekimo grandinės aprašymo. Kaip nurodo Ke et al. (2015) kai statybose tiekimo grandinė vykdoma sėkmingai yra susiduriama su mažiau problemų vykdant statybos procesą. Numačius tiekimo grandinės modelį, kuris tinkamas statybų procese bei numačius, kokios yra pagrindinės statybos proceso problemos, tiekimo grandinės tobulinimą bei optimizavimą galima vykdyti naudojant BIM ir / ar Lean bei kitas informacines technologijas. Ke et al. (2015) nurodo, kad minėtų technologijų taikymas statybos procese sudaro galimybes pasiekti sėkmingų statybos projektų tikslų.

## 1.5. Kelių statybos tipologija

Įmonių, kurios užsiima gamyba, gamybos tipą lemia dažniausiai tokie kriterijai kaip proceso lankstumas, įmonės finansiniai rezultatai, personalo kvalifikacija, užimamos rinkos dalis bei rinkos dydis kurioje veikia įmonė, gamyba (pagal užsakymą ar sandėliavimas), užsakymų skaičius, gaminamos produkcijos asortimentas, naudojamų įrengimų paskirtis ir pan. Gamybos proceso tipas priklauso nuo pagrindinio įmonės tikslo, tai yra nuo gaminamos produkcijos paskirties bei jos masto (Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas, 2013).

## 1.6. Kelių statybos proceso specifika

Kelių statyba priklauso projektinei gamybai. Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas (2013) konstatuoja, kad projektinė gamyba yra „didelių apimčių projektai, parengti užsakovo reikalavimu arba vykdant konkretų projektą (pavyzdžiui, geležinkelio, tiltų, kelių statybą)“. Autorė teigia, kad „rezultatas yra unikalus ir vietoje surenkamas gaminys, pasitelkiant kvalifikuotą personalą ir išteklius“. Minėta autorė nurodo, kad organizuoti bei planuoti projektinės gamybos procesus yra reikalinga ne tik vadybos žinios, tačiau ir IT sprendimai, kiekybiniai metodai tinkami darbams planuoti bei išanalizuoti tinklą. Projektinės gamybos procesas sudarytas iš atskirų užduočių, kurioms atlikti reikalingi subrangovai (Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas, 2013).

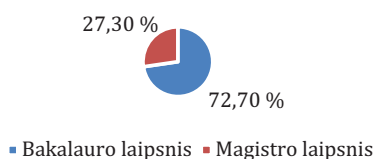
Analizuojant kelių statybos proceso specifiką, labai svarbu pateikti statybos pramonės apibrėžimą, kuris apima įvairias veiklos rūšis, tokias kaip statybos rangovai (darbų meistrai), karjerų eksploatavimo įmonės, medžiagų tiekimą, profesionalius inžinierius bei konsultacines paslaugas (Brown, 2012).

Apibendrinant, galima teigti, kad gamybos logistika apima visas veiklas, kurios susijusios su gamybos proceso tiekimu, žaliavų bei medžiagų srautu nuo jų įsigijimo iki gamybos ir paskirstymo galutiniam vartotojui (kartu su aptarnavimu po pardavimo), kad atitiktų rinkos reikalavimus. Gamybos logistikos savybės apima gamybos planavimą bei kontrolę, kad užtikrinti efektyvią tiekimą logistiką vykdant gamybos projektą. Planuojant gamybą labai svarbu atsižvelgti į šiuos logistikos sistemos aspektus: transporto priemonių parinkimą ir apibrėžimą, maršruto parinkimo strategiją, logistikos paslaugų lygį, sandėlio valdymą bei tiekėjų vertinimą. Vykdant gamybos logistiką svarbiu aspektu tampa gamybos optimizavimas. Gamybos optimizavimui tinka informacinių technologijų naudojimas. Valdant gamybos logistiką statybų sektoriuje labai svarbus vaidmuo tenka kaštų mažinimui, kad statybų projektas būtų parengtas laiku mažiausiomis sąnaudomis. Logistikos pagalba identifikuojami medžiagų, žaliavų ir kitų gaminių poreikiai ir suformuojamos einamosios atsargos, būtinos gamybos procesų nepertraukiamumui užtikrinti.

## 2. Tyrimo dalis

### 2.1. Tyrimo metodologija

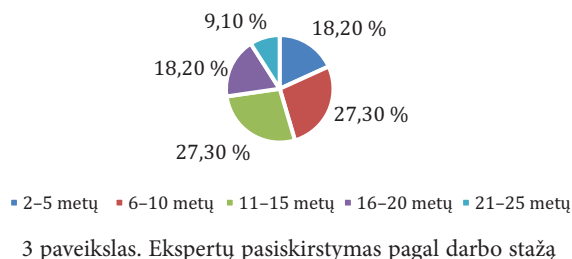
Siekiant apžvelgti gamybos logistikos procesų tobulinimo aspektus kelių statybos įmonėse atlikome ekspertų apklausą. Apklausoje iš viso dalyvavo 11 ekspertų. Ekspertų pasiskirstymą pagal mokslinį laipsnį matome 2 paveiksle. Apklausa atlikta naudojant anketą ir apklausti tik tie asmenys, kurie sutiko dalyvauti apklausoje.



2 paveikslas. Ekspertų pasiskirstymas pagal mokslinį laipsnį

Kaip matome iš diagramoje pateiktų duomenų, tyrime dalyvavusių daugumą sudarė ekspertai turintys bakalauro laipsnį. Magistro laipsnį turėjo 27,30 % ekspertų.

Analizuojant ekspertų pasiskirstymą pagal darbo stažą (3 paveikslas) nustatyta, kad daugumą tyrime sudarė respondentai, kurių darbo stažas 11–15 metų (27,30 %). Panašus procentinis pasiskirstymas tarp respondentų turinčių 6–10 metų stažą (27,30 %). Šiek tiek mažiau apklausoje dalyvavo ekspertų turinčių 2–5 metų darbo stažą ir ekspertų, kurių darbo stažas 16–20 metų, jų procentinis pasiskirstymas buvo vienodas. Mažiausiai tyrime dalyvavo apklaustųjų, kurių darbo stažas yra 21–25 metai (9,10 %).



## 2.2. Tyrimo instrumentas

Tyrimo instrumentas – anketa (žr. 1 priedą). Buvo apklausta 11 ekspertų. Anketą sudarė 5 klausimai. Pirmaisiais anketos klausimais ekspertų buvo prašoma nurodyti išsilavinimą, studijų sritį, mokslinį laipsnį ir darbo stažą. Penktuoju anketos klausimu ekspertų buvo prašoma įvertinti gamybos logistikos procesų tobulinimo aspektus. Penktąjį anketos klausimą sudarė 10 teiginių apibūdinančių gamybos optimizavimo procesą. Kiekvienas teiginys buvo vertinamas Likerto skalėje. Kur 1 reiškia visišką nepritarmą teiginiui, o 5 – visišką pritarimą teiginiui.

Tyrimas buvo atliktas 2021 m. lapkričio mėnesį. Tyrimas buvo vykdomas kelių tiesimo įmonėse. Buvo iškelta hipotezė: Gamybos efektyvumas neatsiejamas nuo logistikos procesų tobulinimo.

Siekiant patikrinti iškeltą hipotezę atlikta koreliacinė analizė naudojant SPSS programą. Kiekinų kintamųjų sąsajoms nustatyti naudota Pirsono koreliacija. Pirsono koreliacija – tiesinio ryšio stiprumo matas. Jis gali būti naudojamas, kai stebimų atsitiktinių dydžių X ir Y skirstiniai yra normalieji. (Reikšmės yra išmatuotos intervalų arba santykių skalėje). Koreliacinėje analizėje nustatomas statistinio ryšio stiprumas tarp stebėtų kintamųjų, ir jis yra išreiškiamas koeficientu (r). Koreliacija parodo ryšio kryptį – vieno kintamojo reikšmei didėjant, kito kintamojo reikšmė gali didėti arba mažėti (1 lentelė). Todėl Koreliacijos koeficientai įgyja reikšmes nuo –1 iki 1. Teigiamas koreliacijos koeficientas rodo, kad vienam kintamajam didėjant, didėja ir kitas kintamasis. Neigiamas koreliacijos koeficientas rodo, kad vienam didėjant, kitas kintamasis mažėja. Kuo reikšmė arčiau –1 arba 1, tuo priklausomybė tarp kintamųjų yra stipresnė (Vaitkevičius ir Saudargienė, 2010).

1 lentelė. Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė

Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė										
Labai stipri	Stipri	Vidutinė	Silpna	Labai silpna	Nėra ryšio	Labai silpna	Silpna	Vidutinė	Stipri	Labai stipri
-1	nuo -1 iki -0,7	nuo -0,7 iki -0,5	nuo -0,5 iki -0,2	nuo -0,2 iki 0	0	nuo 0 iki 0,2	nuo 0,2 iki 0,5	nuo 0,5 iki 0,7	nuo 0,7 iki 1	+1

Atliekant koreliacinę analizę visada vertinamas koreliacijos (r) stiprumas bei statistinis reikšmingumas. Koreliacijos stiprumas vertinamas skalėje nuo 0 iki 1 arba nuo 0 iki –1. Jei  $r = 0$  – priklausomybės tarp kintamųjų nėra,  $r = 1$  arba  $-1$  – kintamieji visiškai priklausomi. Tačiau, norint įsitikinti, kad gauta koreliacija – neatsitiktinis sutapimas, apskaičiuojama p reikšmė. P reikšmė parodo, ar koreliacija statistiškai reikšminga. Koreliacijos statistiniam reikšmingumui įvertinti SPSS gauta p reikšmė dažniausiai palyginama su reikšme  $\alpha = 0,05$  (reikšmingumo lygmuo). Koreliacija statistiškai reikšminga, jei SPSS apskaičiuota p reikšmė mažesnė už 0,05. Reikšmingumo lygmenį galima pasirinkti ir didesnę ar mažesnę, tai priklauso nuo tyrimo tikslų.

2 lentelė. Ryšys tarp gamybos efektyvumo ir logistikos procesų tobulinimo

		Gamybos efektyvumas	Logistikos proceso tobulinimas
Gamybos efektyvumas	Pirsono koreliacijos koeficientas (r)	1	.622*
	Hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje (p)		.041
	Respondentų skaičius	11	11
Logistikos procesų tobulinimas	Pirsono koreliacijos koeficientas (r)	.622*	1
	Hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje (p)	.041	
	Respondentų skaičius	11	11

\* Koreliacija reikšminga, kai hipotezės nuokrypio tikimybė imtyje (p) < 0,05

Tyrime siekėme nustatyti ryšį tarp gamybos efektyvumo ir logistikos procesų tobulinimo (2 lentelė). Atlikus koreliacinę analizę nustatytos statistiškai reikšmingos tarpusavio sąsajos. Vertinant rezultatus galime pastebėti, kad gamybos efektyvumas statistiškai reikšmingai ir stipriai susijęs su logistikos procesų tobulinimu ( $r = 0,622$ ;  $p = 0,041$ ). Tai reiškia, kad gamybos efektyvumas neatsiejamas nuo logistikos procesų tobulinimo.

## Išvados

Apibūdinant gamybos logistiką, galima teigti, kad tai visų gamybos procesų planavimo ir valdymo procesas – materialiniai ir informaciniai procesai – su holistinio požiūrio logistinių principų taikymu, orientacija į klientą ir orientacija į srautą. Logistinę sistemą galima traktuoti kaip materialinių srautų judėjimo nuo gamintojo iki vartotojo planavimą, taisyklingą išdėstymą, sutvarkymą, kaip sąsają tarp skirtingų veiklų, atitinkamų organizacijų bendrą veiklą ar vientisą darinį. Šis apibrėžimas atitinka ir pagrindinį logistikos uždavinį: reikiamos žaliavos, medžiagos, produkcija turi būti pateikta jų poreikį turinčiam vartotojui reikalingu kiekiu, reikalingos kokybės, į reikiamą vietą, reikalingu laiku ir minimaliomis sąnaudomis. Siekiant apibūdinti kelių statybos proceso specifiką, pastebėta, kad kelių statyba priklauso projektinei gamybai. Kadangi projektinė gamyba yra unikalus ir tik tam tikroje vietoje surenkamas gaminys, todėl reikia pasitelkti kvalifikuotą personalą ir išteklius. Tokią gamybą organizuojant reikia taikyti vadybos žinias, naudoti IT prietaikus ir analizuoti susidarancias situacijas, kurias laiku identifikavus galime optimizuoti procesus.

Atlikto tyrimo rezultatai atskleidžia, kad gamybos logistikos kelių statybų sektoriuje susijęs logistikos veiklų tobulinimu. Todėl, siekiant efektyvių rezultatų vykdant gamybos procesus kelių statybos sektoriuje yra reikalinga mažinti logistikos išlaidas. Sumažinti gamybos logistikos išlaidas kelių sektoriuje padėtų gamybos optimizavimas taikant informacines programas.

## Literatūra

- Adamczak, M., Domanski, R., Hadas, L., & Cyplik, P. (2016). The integration between production–logistics system and its task environment-chosen aspects. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 656–661. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.771>
- Andreasen, P. H., & Gammelgaard, B. (2018). Change within purchasing and supply management organisations – Assessing the claims from maturity models. *Journal of Purchasing Supply Management*, 24(2), 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2017.11.005>
- Barykina, S., Kapustinaa, I., Kalininaa, O., Kozlova, N., & Ivanov, E. (2021). Digital logistics approach to energy service socio-economic mechanisms. *Transportation Research Procedia*, 54, 617–627. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.114>
- Bendkowski, J. (2013). Logistyka jako strategia zarządzania produkcją. *Zeszyty naukowe. Organizacja i zarządzanie. Politechnika Śląska*, 63, 7–25.
- Brown, J. D. (2012). *Corporate Responsibility in the UK construction industry: A study of activities and reporting* [Doctoral dissertation]. University of Nottingham, Great Britain.
- Breunig, U., Baldacci, R., Hartl, R. F., & Vidal, T. (2019). The electric two-echelon vehicle routing problem. *Computers and Operational Research*, 103, 198–210. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.11.005>
- Boyaci, B., Zografos, K. G., Geroliminis, N., Transport, U., Polytechnique, E., & De Lausanne, F. (2017). An integrated optimization-simulation framework for vehicle and personnel relocations of electric carsharing systems with reservations. *Transportation Research Part B: Methodological*, 95, 214–237. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.10.007>
- Chaudhari, N., Miller, P. A., & Smith, B. (2017). Modelling past, present and future peatland carbon accumulation across the pan-Arctic. *PANGAEA*. <https://doi.org/10.5194/bg-2017-34>
- Dethloff, J., Haasis, H.-D., Kopfer, H., Kotzab, H., & Schönberger, J. (2014). *Logistics management: Products, actors, technology – Proceedings of the German Academic Association for Business Research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13177-1>
- Daugherty, P. J. (2019). The new age of customer impatience: an agenda for reawakening logistics customer service research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(1), 4–32. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-03-2018-0143>
- Gavrilidis, K., Kambouroudis, D. S., Tsakou, K., & Tsouknidis, D. A. (2018). Volatility forecasting across tanker freight rates: The role of oil price shocks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 118, 376–391. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.08.012>
- Gleissner, H., & Femerling, J. C. (2013). The principles of logistics. In *Logistics. Springer Texts in Business and Economics*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3_2)
- Hazir, O. (2015). A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control. *International Journal of Project Management*, 33, 808–815. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.09.005>
- Hauger, G., Wanjek, M., Berkowitsch, C., Pfoser, S., Schauer, O., Putz, L.-M., Schodl, R., Eitler, S., Prandstetter, M., & Markvica, K. (2016). Concept of quattro modal freight hubs. *Procedia Engineering*, 161, 2121–2126. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.803>

- Kalaiarasan, R., Olhager, J., Wiktorsson, M., & Jeong, Y. (2020). *Production logistics visibility – perspectives, principles and prospects*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/ATDE200188>
- Karuna Kumar, G., Srinivasa Rao, M., & Kesava Rao, V. V. S. (2017). Supplier selection and order allocation in supply chain. *Materials Today: Proceedings*, 5(5), 12161–12173. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.02.194>
- Ke, H., Cui, Z., Govindan, K., & Zavadskas, E. K. (2015). The impact of contractual governance and trust on EPC project in construction supply chain performance. *Inžinerinė Ekonomika – Engineering Economics*, 26(4), 349–363. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.26.4.9843>
- Liu, Q. (2019). *Impact of the Modern Silk Road in international logistics* [bachelor thesis]. JAMK University of Applied Sciences. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160743/Liu\\_Qingqing.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160743/Liu_Qingqing.pdf?sequence=1)
- Makaci, M., Reaidy, P. J., Samuel, K. E., Botta-Genoulaz, V., & Monteiro, T. (2017). Pooled warehouse management: An empirical study. *Computers & Industrial Engineering*, 112, 526–536. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.03.005>
- Miranda dos Santos, B., Godoy, L. P., & Campos, L. M. (2019). *Performance evaluation of green suppliers using entropy-TOPSIS-F*. *Journal of Cleaner Production*, 207, 498–509. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.235>
- Melović, B., Mitrovic, S., Djokaj, A., & Vatin, N. (2015). Logistics in the Function of Customer Service – Relevance for the Engineering Management. *Procedia Engineering*, 117, 802–807. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.255>
- Mockus, M. (2021). *Kompleksinis projekto statybos tiekimo grandinės optimizavimas* [magistro darbas]. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. <https://vb.vgtu.lt/object/elaba:97989865/>
- Paulauskas, V. (2005). *Logistika*. Klaipėdos universiteto leidykla.
- Shi, J., Guo, J., & Fung, R. Y. (2017). Decision support system for purchasing management of seasonal products: A capital-constrained retailer perspective. *Expert Systems with Applications*, 80, 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.03.032>
- Sánchez-Díaz, I. (2017). Modeling urban freight generation: A study of commercial establishments' freight needs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 102, 3–17. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.06.035>
- Šostko, A. ir Jakubavičius, A. (2018). Gamybos logistikos tobulinimas bioekonomikos iššūkių kontekste. *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – Future of Lithuania*, 10, 2864. <https://doi.org/10.3846/mla.2018.2864>
- Vaitkevičius, R. ir Saudargienė, A. (2010). *Psichologinių tyrimų duomenų analizė*. VDU leidykla. <https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/206/1/ISBN9789955125617.pdf>
- Žilinskienė, I. ir Norkus, J. (2021). IT paslaugų valdymo tobulinimas klientų aptarnavimo versle: atvejo analizė. *Informacijos mokslai*, 91, 8–25.
- Zinkevičiūtė, V. ir Vasiliauskas, A.V. (2013). *Gamybos logistika. Gamybos vadyba*. Vadovėlis. Socialinių mokslų kolegija, Klaipėda. [https://marko.lt/wpcontent/uploads/2021/01/5\\_2013\\_Gamybos\\_logistika\\_Gamybos\\_vadyba.pdf](https://marko.lt/wpcontent/uploads/2021/01/5_2013_Gamybos_logistika_Gamybos_vadyba.pdf)
- Zhang, H., Lee, C.-Y., & Li, T. (2016). The value of specific cargo information for substitutable modes of inland transport. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 85, 23–39. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.10.010>
- Zhou, M., Duan, Y., Yang, W., Pan, Y., & Zhou, M. (2018). Capacitated multi-modal network flow models for minimizing total operational cost and CO<sub>2</sub> emission. *Computers & Industrial Engineering*, 126, 361–377. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.09.049>

## PRIEDAI

### 1 priedas. Apklausos anketa

Gamybos logistikos procesų tobulinimas kelių statybos įmonėse

(klausimynas ekspertinei apklausai atlikti – apklausiami atestuoti kelių statybos inžinieriai)

Išsilavinimas (pažymėkite aukščiausią turimą lygį):

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Pradinis                    | <input type="checkbox"/> Pagrindinis               |
| <input type="checkbox"/> Vidurinis                   | <input type="checkbox"/> Profesinis                |
| <input type="checkbox"/> Aukštasis neuniversitetinis | <input type="checkbox"/> Aukštasis universitetinis |

Studijų sritis:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Gamtos mokslai                 | <input type="checkbox"/> Technologiniai mokslai |
| <input type="checkbox"/> Medicinos ir sveikatos mokslai | <input type="checkbox"/> Žemės ūkio mokslai     |
| <input type="checkbox"/> Socialiniai mokslai            | <input type="checkbox"/> Humanitariniai mokslai |

Mokslinis laipsnis (pažymėkite aukščiausią turimą lygį):

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Bakaluro laipsnis | <input type="checkbox"/> Magistro laipsnis            |
| <input type="checkbox"/> Daktaro laipsnis  | <input type="checkbox"/> Habilituoto daktaro laipsnis |

Darbo patirtis:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> iki 1 m.         | <input type="checkbox"/> 1 m.–3 m.   |
| <input type="checkbox"/> 3 m.–5 m.        | <input type="checkbox"/> 5 m.–10 m.  |
| <input type="checkbox"/> 10 m.–15 m.      | <input type="checkbox"/> 15 m.–20 m. |
| <input type="checkbox"/> 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
Gamybos logistikos procesų tobulinimas kelių statybos įmonėse:					
Trumpins kelių statybos laiką					
Trumpins produktų ir paslaugų užsakymo laiką					
Gerins medžiagų poreikio prognozavimą					
Gerins objekto statybos įgyvendinimui reikalingo laiko prognozavimą					
Gerins transportavimo būdo parinkimą					
Mažins kelių statybos kaštus					
Mažins žmogiškųjų išteklių poreikį					
Mažins CO <sub>2</sub> emisiją					
Skatins skaitmenizuotos apskaitos sistemos kūrimą					
Užtikrins sklandų informacijas perdavimą tarp produktų ir paslaugų tiekėjų ir užsakovų					

## IMPROVEMENT OF PRODUCTION LOGISTICS PROCESSES IN ROAD CONSTRUCTION COMPANIES

Egidijus BULOVAS, Juozas MERKEVIČIUS

**Abstract.** In order to remain competitive in the road construction market, new, optimal and efficient ways of performing works and methods and possibilities of material transportation, storage, production must be applied. One of the main goals of road construction companies is to implement a construction project in a timely and efficient manner with the lowest possible cost. In order to achieve the set goal, it is necessary to reduce the share of costs for production logistics, therefore the efficient operation of the entire supply chain is of paramount importance. Analyzing operating principles and managing them effectively can reduce costs. Logistics optimization is one of the key factors in the successful implementation of road construction projects. Logistics involves the flow of information and materials, optimization can be achieved through efficient planning of material delivery, material management and material handling. The main task of logistics: the necessary raw materials, materials, products must be provided to the consumer in need, the required quality, the right place, the right time and minimal costs, so the improvement of production logistics processes is one of the most important factors determining the end result. The aim of this article is to identify the links between the improvement of production logistics processes and efficient management. Research methods: analysis of scientific literature, survey of experts.

**Keywords:** logistics, efficiency, improvement, production, methodology, processes.