

INOVATYVŲ SPRENDIMAI KROVINIŲ TRANSPORTAVIMO ORGANIZAVIME

Raimundas ČERESKA, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas: raimundas.cereska@vdu.lt

Milita VIENAŽINDIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas: milita.vienazindiene@vdu.lt

Santrauka

Šiuo metu logistika išlieka vienu svarbiausių sektorių, kurią stipriai veikia įvairių technologijų ir inovacijų pažanga, augantys vartotojų lūkesčiai ir nuolat didėjantis skaitmenizavimas. Diegiamų inovacijų įvairumas suteikia galimybę optimizuoti tiekimo grandines, mažinti įvairias išlaidas ir tuo pačiu didinti efektyvumą užtikrinant kokybiškesnes paslaugas. Šiame straipsnyje iš teorinės perspektyvos analizuojamas krovinio transportavimo organizavimo procesas, jam įtaką darantys veiksniai ir pristatomos krovinio transportavimo organizavimo gerinimo galimybės taikant technologines inovacijas. Atlikus mokslinės literatūros sintezę suformuotas teorinis modelis, iliustruojantis krovinio transportavimo organizavimo sistemą, parodant tarpusavio ryšius ir priklausomybes tarp procesą lemiančių veiksnių, transportavimo organizavimo etapų ir technologinių inovacijų taikymo bei sprendimų priėmimo proceso.

Reikšminiai žodžiai: inovacijos, transportavimo organizavimas, technologijos, inovatyvūs sprendimai, logistika, krovinio transportavimas.

Įvadas

Krovinio transportavimas yra viena svarbiausių šiuolaikinės logistikos sistemos grandžių, užtikrinanti nenutrūkstamą tiekimo grandinių funkcionavimą ir tarptautinės prekybos plėtrą. Sparčiai auganti elektroninė prekyba, globalizacijos procesai, didėjantys klientų lūkesčiai ir griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai transporto įmonės skatina ieškoti efektyvesnių, lankstesnių ir tvaresnių sprendimų. Tradiciniai krovinio transportavimo organizavimo metodai vis dažniau susiduria su iššūkiais, susijusiais su transporto srutų didėjimu, infrastruktūros apkrova, kaštų augimu ir neigiamu poveikiu aplinkai, todėl inovacijų taikymas tampa būtina sąlyga įmonių konkurencingumui išlaikyti.

Pastaraisiais metais sparčiai vystosi skaitmeninės ir technologinės inovacijos, tokios kaip daiktų internetas, dirbtinis intelektas, didieji duomenys, blokų grandinės technologija, autonominis transportas ir pažangios transporto valdymo sistemos, kurios sudaro prielaidas iš esmės transformuoti krovinio transportavimo organizavimą. Šios technologijos leidžia realiuoju laiku stebėti krovinio judėjimą, optimizuoti maršrutus, mažinti veiklos sąnaudas, didinti saugumą ir mažinti transporto poveikį aplinkai. Vis dėlto, nepaisant spartaus technologijų vystymosi, išlieka poreikis sistemingai įvertinti jų taikymo galimybes teoriniu lygmeniu ir identifikuoti pagrindines kryptis, kurios galėtų prisidėti prie efektyvesnio krovinio transportavimo organizavimo.

Darbo aktualumą pažymi būtinybė kompleksškai įvertinti technologinių inovacijų potencialą transportavimo procese ir atskleisti jų vaidmenį sprendžiant kylančius iššūkius. Straipsnio naujumą sudaro integruotas požiūris į inovatyvių technologijų taikymą krovinio transportavimo organizavime, sisteminant mokslinius tyrimus ir išryškinant pagrindines tobulinimo galimybes teoriniu aspektu. Tyrime siūlomi technologiniai sprendimai ir suformuotas teorinis modelis gali būti taikomi ir kitose logistikos įmonėse, todėl tai turi didelę reikšmę verslo atžvilgiu.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti krovinio transportavimo organizavimo tobulinimo galimybes taikant technologines inovacijas teoriniu aspektu.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Atskleisti krovinio transportavimo organizavimo procesą ir jį lemiančius veiksniai.
2. Išskirti technologines inovacijas, leisiančias patobulinti krovinio transportavimo organizavimą.

Tyrimo objektas – inovatyvūs sprendimai krovinio transportavimo organizavime.

Tyrimo metodas – mokslinės literatūros analizė ir sintezė.

Mokslinės literatūros paieška buvo vykdoma naudojantis tarptautinėmis duomenų bazėmis, tokiomis kaip Web of Science, Scopus, Elsevier, Google Scholar ir kitais šaltiniais. Straipsnių paieškai taikyti raktazodžiai anglų kalba ir jų kombinacijos: „innovative solutions in transportation“, „organization of cargo transportation“, „innovations in transportation“, „technologies in transportation“. Į analizę įtraukti atviros prieigos pilno teksto moksliniai straipsniai publikuoti 2020–2025 m. Iš viso surasta 160 literatūros šaltinių, iš kurių pritaikius nustatytus atrankos kriterijus, 32 publikacijos atitiko reikalavimus ir buvo įtrauktos į literatūros analizę. Tyrimo analizės rezultatai grindžiami atrinktų publikacijų turinio analize.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

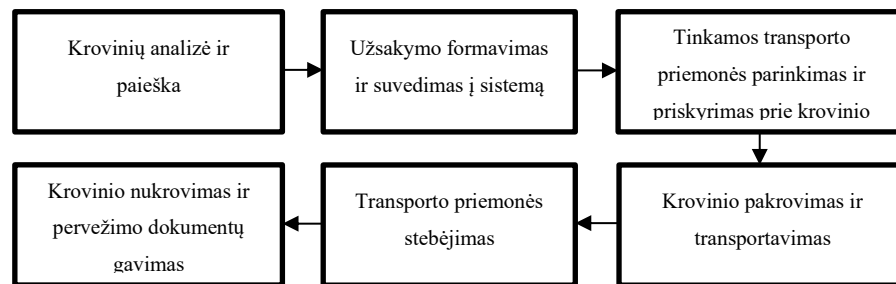
Krovinio transportavimo organizavimo procesas

Šiandien transportas laikomas vienu iš pagrindinių paskirstymo ir logistikos komponentų. Atsižvelgiant į visus pagrindinius logistikos sistemos elementus, tokius kaip sandėliavimas, atsargos, pakavimas, informacijos ir transporto

srautai – sistemingas jų planavimas laikantis tinkamų sąnaudų ir paslaugų lygio ribų yra pagrindinė šiuolaikinės logistikos užduotis (Topolšek et al., 2018). Pasak P. Navarro (2021), krovinio transportavimo organizavimo proceso valdymas apima tai, kaip veikia organizacijos – nuo procesų kūrimo ir nustatymo iki jų valdymo bei nuolatinio tobulinimo. Tai apima matavimų atlikimą, tikslų nustatymą ir komandų formavimą, kurios organizacijai padeda siekti strateginių tikslų ir įgyti konkurencinį pranašumą atitinkamose rinkose.

Krovinio transportavimo organizavimas yra vienas iš pagrindinių logistikos sistemos elementų, kuris užtikrina prekių judėjimą tiekimo grandinėje nuo tiekėjo iki gavėjo. Pastaraisiais metais krovinio transportavimo procesas įgauna vis didesnę reikšmę dėl globalios prekybos vystymosi, tiekimo grandinių komplikuotumo ir augančio būtinumo užtikrinti tvarų bei efektyvų prekių judėjimą. Produktyvus transportavimo proceso organizavimas daro didelę įtaką įmonių veiklos efektyvumui, sąnaudų mažinimui ir klientų aptarnavimo kokybei. Mokslinėje literatūroje (Russo, Comi, 2021) krovinio transportavimo organizavimas dažnai apibūdinamas kaip sudėtingas procesas, apimantis tokius dalykus kaip strateginį planavimą, technologinių sprendimų taikymą, įvairių informacijos srautų valdymą ir aplinkosaugos aspektu.

1 paveiksle pristatomas krovinio transportavimo organizavimo procesas ir pagrindiniai jo etapai (žr. 1 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus
Source: compiled by the author

1 pav. Krovinio transportavimo organizavimo etapai
Fig.1. Stages of organizing freight transportation

Siekiant įvertinti pervežimo poreikius ir galimus logistikos sprendimus, visų pirma yra atliekama tinkamų krovinio analizė ir jų paieška. Toliau vyksta krovinio pakrovimas ir transportavimas, o siekiant užtikrinti griežtą kontrolę ir pervežimo skaidrumą, transporto priemonės judėjimas yra nuolat stebimas naudojant transporto priemonių sekimo sistemas. Kai krovinys galiausiai yra pristatomas į numatytą krovinio pristatymo vietą, procesas yra užbaigiamas.

Krovinio transportavimo organizavimo procesui įtaką darantys veiksniai

Mokslinėje literatūroje aptinkama veiksnių, darančių įtaką krovinio transportavimo procesui, įvairovė. Vienas iš jų yra žaliavų šaltinių vieta, taip pat tarpinių ir galutinių rinkų vieta. Tarp kitų veiksnių yra ir operaciniai veiksniai, prie kurių priskiriami: operacijos dydis, paskirstymo kanalai ir geografinis išsidėstymas (Heinbach et al., 2022). Pasak kitų autorių (Pečeny et al., 2020), logistinės veiklos apimtis ir mastas priklauso nuo sąlygų, susijusių su įmonės veikla. Logistikos veiklos, kuriomis užsiima įmonė, kiekvienoje organizacijoje skiriasi. Šiam skirtumui įtakos turi įvairūs aspektai, tokie kaip ypatinga organizacinė struktūra, vadovybės požiūris į logistikos svarbą, atskirų veiklų reikšmingumo santykiumas ir įmonės verslo aplinka. Autoriai (Wannawong et al., 2024) atliko tyrimą, kuriame nagrinėjo logistikos veiksnių įtaką transporto paslaugų efektyvumui ir klientų pasitenkinimui krovinio įmonėje. Atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad paslaugų teikimas, transportas ir logistikos komunikacija, stipriai daro įtaką transporto efektyvumui.

Pasak C. Lu ir kt. (2021), pagrindiniai veiksniai, darančys įtaką krovinio paklausai, yra gyventojų skaičius, ekonominė veikla, kuro kainos, aplinka ir politika. Taip pat po atliktos analizės, susijusios su krovinio apimtimi, nustatyta, kad svarbiausias parametras yra medžiagų ir įrangos gamintojų prekių kainų indeksas. Kiti autoriai (Bueno-Pascual et al., 2021) pabrėžia, kad logistikos operacijos ir krovinio transporto įmonių pristatymo laikas daro didelę įtaką gamybos įmonėms, nes tai yra svarbus logistikos procesų sąnaudų veiksnys ir klientų pasitenkinimo rodiklis. Paslaugų kokybė ir veiklos efektyvumas turėtų būti vertinami objektyviai ir šie rodikliai turėtų būti grindžiami transporto paslaugoms įtaką darančiais veiksniais. Pasak A. Aytekin ir kt. (2024), sparčiai augantis įmonių, kurios dalyvauja krovinio pervežimo veikloje, skaičius ir jų pajėgumų didėjimas buvo įvertinti kaip svarbiausias aspektas, turintis įtakos krovinio transportavimo organizavimo procesui. C. Ayasanond ir kt. (2024) teigia, kad reikšmingi tarptautinių krovinio ekspedijavimo įmonių paslaugų efektyvumui veiksniai yra informacinės sistemos, paslaugų tinklai ir klientų santykių valdymas.

D. Rajesh ir kt. (2023) pažymi, kad pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos krovinio transportavimo organizavimo procesui, yra kylantys technologiniai iššūkiai, ekonominiai iššūkiai, auganti konkurencija, infrastruktūros iššūkiai, aplinkos ir politikos veiksniai, kokybės kontrolė, kultūriniai skirtumai, mokėjimai ir finansavimas. Įmonės turi kurti strategijas šioms iššūkiams spręsti, įskaitant investicijas į technologijas, infrastruktūrą ir darbuotojų mokymus. Autoriai A. Karam ir kt. (2023) pabrėžia, kad krovinio transportavimo organizavimui tarp Europos ir Azijos trukdo įvairūs technologiniai, politiniai, ekonominiai, socialiniai ir teisiniai iššūkiai. Šie iššūkiai prailgina krovinio kelionės laiką, padidina krovinio nuostolius, sumažina pristatymo patikimumą ir lemia nepakankamą transporto priemonių išnaudojimą. Pastaraisiais metais atsirado nemažai logistikos iššūkių, kaip organizuoti krovinio judėjimą dideliais atstumais (Onstein et al., 2019). Kadangi kroviniai turi būti pristatyti į tam tikrą vietą, tam tikru laiku ir tinkamos būklės, už tinkamą kainą, būtina sukurti veiksmingas paskirstymo struktūras, optimaliai išdėstant transportą ir paskirstymo centrus. Kiek iš kitos

perspektyvos, kiti autoriai (Canon et al., 2025) nurodo, kad krovinių transportavimo organizavimo procesui įtakos turi verslo procesų valdymas, veiklų automatizavimas ir įgyvendinimas per informacines sistemas vykdamas procesų automatizavimą.

Pasak Al-Haddad ir kt. (2025), siekiant įgyvendinti įmonės tikslus ir uždavinius, įmonė turi tobulinti savo darbuotojų logistines kompetencijas, įskaitant pristatymo greitį ir suvedamų užsakymų tikslumą. T. Nguyen (2025) teigia, kad krovinių transportavimo sektoriuje skaitmeninė transformacija yra itin svarbi, siekiant išlaikyti konkurencinį pranašumą, tačiau sėkmingam technologijų integravimui būtina, kad darbuotojai įgytų naujų kompetencijų ir nuolat mokytųsi, išryškinant įsitraukimo vaidmenį užtikrinant transformacijos pastangų tvarumą.

Apibendrinant galima teigti, kad krovinių transportavimo organizavimo procesą lemia įvairūs vidiniai ir išoriniai veiksniai: žaliavų ir rinkų išsidėstymas, įmonės veiklos mastas, logistinės struktūros, informacinių sistemų lygis ir paslaugų kokybė. Transporto paklausą formuoja ekonominė veikla, gyventojų skaičius, kuro kainos ir politiniai sprendimai, o efektyvumą veikia technologiniai, infrastruktūriniai ir teisiniai iššūkiai. Norint užtikrinti patikimą ir konkurencingą krovinių gabenimą, būtina investuoti į modernias technologijas, procesų automatizavimą, darbuotojų kompetencijas ir logistikos tinklų stiprinimą.

Krovinių transportavimo organizavimo tobulinimo galimybės ir sprendimai taikant technologines inovacijas

Šiuolaikinėje skaitmenizacijos eroje krovinių transportavimo organizavimas sparčiai keičiasi dėl vis plačiau taikomų technologinių inovacijų. Išmaniosios sistemos, duomenų analitika, automatizavimas ir įvairios skaitmeninės platformos sudaro prielaidas efektyvesniam logistinių procesų valdymui, mažina žmoniškųjų klaidų tikimybę ir leidžia operatyviai reaguoti į kintančius rinkos poreikius. Šios technologinės galimybės ne tik optimizuoja veiklos procesus, bet ir leidžia užtikrinti sklandų, tvartų ir ekonomiškai pagrįstą krovinių judėjimą tarptautiniu mastu. Mokslinėje literatūroje aptinkama technologinių inovacijų, skirtų krovinių transportavimo organizavimo tobulinimui, gausa. Dažniausiai analizuojama transporto valdymo sistemos, daiktų interneto technologijos, automatizacija ir dirbtinis intelektas, blokų grandinės technologijos, pažangių sistemų integracija. Detaliau minėtos technologijos, jų taikymo galimybės ir praktiniai sprendimai aptariami šiame poskyryje.

Transporto valdymo sistemos (TVS). Šiuo metu skaitmeninės transporto paslaugos paremtos debesijos infrastruktūra, daugiausiai kuriamos startuolių, turinčių didelius finansinius išteklius, kurie keičia kelių krovinių vežimo veiklą. Transporto paslaugų užsakovai naudoja naujai atsirandančių paslaugų pasiūlą kartu su savo TVS, kad pagerintų užsakymų srautą, padėtų priimti operacinius sprendimus ir automatizuotų procesus (Heinbach et al., 2022). I. Shabanov (2025) teigia, kad TVS jau ilgą laiką yra logistikos ir tiekimo grandinės veiklos pagrindas, tačiau jų taikymo sritis išsiplėtė – dabar jos apima ne tik tradicinę logistiką, tačiau ir medžiagų bei skaitmeninių išteklių valdymą. Pasitelkdamas TVS, įmonės gali optimizuoti veiklos procesus, mažinti išlaidas ir didinti bendrą veiklos efektyvumą. Pasak C. Kūtahya ir kt. (2025), TVS programinės įrangos pasirinkimas tampa kritiniu logistikos ir tiekimo grandinės operacijų efektyvumo veiksniumi. Patikima TVS sistema gali optimizuoti maršrutus, valdyti krovinius ir stebėti jų būseną realiuoju laiku, taip mažinant ir gerinant klientų pasitenkinimą. Kiti autoriai (Cano et al., 2021) nurodo, kad TVS palaiko transporto procesus nuo operatyvinio vykdymo iki finansinio atsiskaitymo. Tai užtikrina operacijų sekamumą, rodiklių valdymą, ataskaitų rengimą bei siūlo įvairius sprendimus transporto planavimui ir vykdymui.

Daiktų interneto technologijos (IoT). Daiktų interneto technologijų (IoT) koncepcija plačiai aptariama ir skiriasi priklausomai nuo šaltinių. Pasak I. Zrelli ir A. Rejeb (2024), „IoT“ reiškia technologinį pavyzdį, kuriame įvairūs įrenginiai yra sujungti tarpusavyje ir gali būti įjungiami arba išjungiami internetu, naudojant programinę įrangą ir automatizaciją intelektualioms programoms. Autoriai K. Kvak ir M. Straka (2024) „IoT“ apibūdina kaip aplinkinių objektų integratorių į vieną tinklą, kuris realiuoju laiku keičiasi informacija tarp objektų be žmogaus įsikišimo. N. Farquharson ir kt. (2021) teigia, kad „IoT“ technologijos taikymas revoliucionuoja transporto sektorių ir prisideda prie ekonomikos augimo tiek globaliai, tiek vietiniu mastu. „IoT“ diegimas kelių krovinių sektoriuje gali sumažinti krovinių vėlavimo riziką informuodamas įvairius suinteresuotus asmenis apie galimus vėlavimus, eismo nukreipimus ir kelių sąlygas. Tuo tarpu M. Cakmak ir Y. Ozerhan (2022) papildo, kad „IoT“ technologija siekia sukurti darbo aplinką, kuri gali plėstis, kai tinkle padaugėja prijungtų objektų, palengvina judėjimą, leidžia vykdyti realaus laiko stebėjimą ir kontrolę, generuoti didelius duomenų kiekius, o šiuos duomenis galima naudoti juos analizuojant, ir visi objektai gali būti prijungti prie tinklo su skaitmeniniu indikatoriumi. Kaip teigia kiti autoriai (Sallam et al., 2023), „IoT“ naudojimas dalijantis informacija transporto vadybininkui padeda geriau suprasti savo klientų poreikius, lemia lankstesnę, spartesnę ir inovatyvesnę klientų aptarnavimą.

Automatizacija ir dirbtinis intelektas (DI). Pasak A. Daios ir kt. (2025), dirbtinis intelektas (DI) apibrėžiamas kaip intelektas, mašinoms leidžiantis demonstruoti ir imituoti visas žmogaus pažintines funkcijas, tokias kaip problemų sprendimas ir sprendimų priėmimas, siekiant organizacijos optimizavimo ir automatizavimo. Autoriai (Plessis et al., 2025) mano, kad siekiant sukurti išmanią sistemą, kuri revoliucionuotų logistikos pramonę, būtina kolektyviai plėtoti ir naudoti visas DI sritis. Literatūroje pažymima, kad DI susideda iš įvairių sričių, tokių kaip mašininis mokymasis, robotika, neuroniniai tinklai, natūralios kalbos apdorojimas ir kt. Nors visos šios sritys yra naudingos logistikos srityje, kai kurios sritys tokios, kaip mašininis mokymasis ir robotika, turi tiesioginį arba akivaizdų taikymą logistikos kontekste.

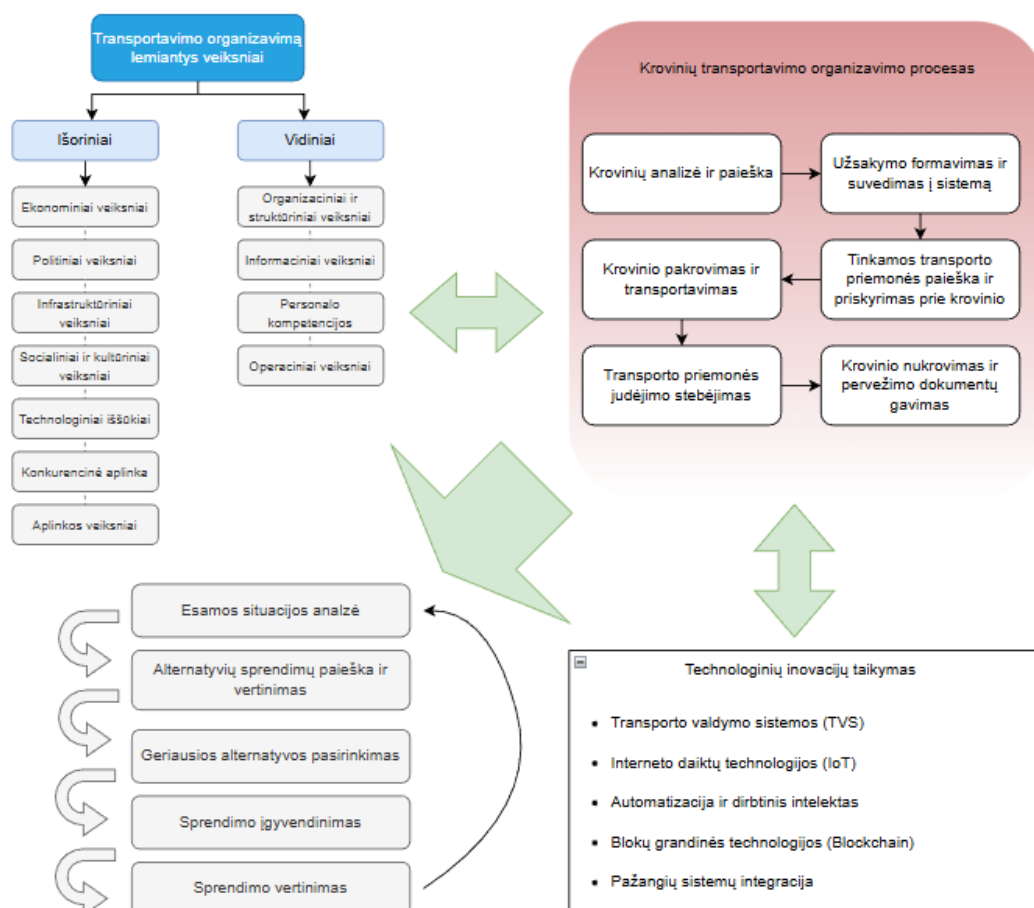
M. Stoyanova (2023) teigimu, dokumentai dažnai talpina didžiulius informacijos kiekius, kuriuos reikia apdoroti, suorganizuoti ir analizuoti. DI pagrįsta dokumentų apdorojimo automatizacija pasitelkia mašininio mokymosi algoritmus, kad savarankiškai atliktų kelias skirtingas užduotis, įskaitant kalbos atpažinimą, svarbios informacijos išgavimą iš įvairių dokumentų tipų neprarandant kokybės ir tikslumo. Autoriai (Chen et al., 2024) teigia, kad DI potencialas transformuoti tiekimo grandinės valdymą yra reikšmingas, kadangi jis įmonėms leidžia tiksliau prognozuoti paklausą, optimizuoti transporto maršrutus ir valdyti atsargas taip, kad būtų sumažintos emisijos ir išteklių suvartojimas. Tai ne tik didina efektyvumą, bet ir atitinka platesnę tikslą – sumažinti logistikos operacijų poveikį aplinkai.

Blokų grandinės technologijos (Blockchain). Pastaraisiais metais blokų grandinių technologija (Blockchain) tapo viena iš transformuojančių jėgų įvairiose pramonės šakose, o logistika ir tiekimo grandinių valdymas yra viena iš sričių, kurioje ji turi didžiausią potencialą. Blokų grandinės integravimas į krovinių transportavimo organizavimo procesą padeda spręsti daugelį ilgalaikių problemų, tokių kaip skaidrumo trūkumas, duomenų fragmentacija, neefektyvūs dokumentacijos ir patikrinimo procesai (Carey et al., 2024). M. Mvubu ir M. Naude (2024) pažymi, kad blokų grandinės technologijos veikimas leidžia sandorius perduoti globaliai ir užtikrinti jų nekeičiamąsias savybes, taip išlaikant duomenų nuoseklumą. Kiekvienas sandoris laikomas bloku, o kiekvienas blokas turi unikalų identifikatorių užtikrinantį saugumą.

Pažangių sistemų integracija. Nepaisant reikšmingos technologinės pažangos, daugelis logistikos organizacijų besiformuojančiose rinkose vis dar susiduria su sunkumais įsisavindamos DI persiformavimo potencialą, sėkmės rodikliai nesiekia 65 %, o teorinis organizacinių gebėjimų supratimas išlieka ribotas (Toth et al., 2025). Pasak M. Woschank ir kt. (2022), pažangių sistemų integravimas krovinių transportavime gali būti laikomas didele galimybe stiprinti mikroekonominį subjektų produktyvumą ir tarptautinį konkurencingumą tiek Europos Sąjungoje, tiek pasauliniu mastu. Pažangia sistema galima laikyti tokią sistemą, kuri naudoja žmogaus atliekamus procesus, papildytus realaus laiko duomenimis, gaunamais iš veikėjų ir jutiklių, taikant integruotą požiūrį.

Apibendrinant verta pažymėti, kad technologinės inovacijos suteikia reikšmingų galimybių tobulinti krovinių transportavimo organizavimą, didinant logistikos procesų efektyvumą, skaidrumą ir patikimumą. TVS leidžia optimizuoti maršrutus, automatizuoti operacijas, valdyti užsakymų srautus ir realiuoju laiku stebėti krovinių būseną, taip mažinant sąnaudas ir gerinant paslaugų kokybę. IoT užtikrina nepertraukiamą duomenų mainų tinklą, leidžiantį stebėti transporto priemones ir krovinius realiuoju laiku, sumažinti vėlavimų riziką ir priimti greitesnius sprendimus. DI ir automatizacijos sprendimai padeda optimizuoti maršrutus, prognozuoti paklausą, automatizuoti dokumentų apdorojimą ir mažinti žmogiškųjų klaidų tikimybę. Blokų grandinės technologija didina tiekimo grandinės skaidrumą, saugumą ir duomenų patikimumą, sudarydama prielaidas efektyvesniam bendradarbiavimui tarp logistikos dalyvių. Pažangių sistemų integracija apjungia šias inovacijas į vieningą, duomenimis grįstą valdymo aplinką, kuri pasižymi intelektualumu, lankstumu, procesų integracija ir savireguliacija. Taigi, inovacijų diegimas leidžia logistikos organizacijoms pasiekti didesnę operacinę efektyvumą, sumažinti sąnaudas ir stiprinti konkurencingumą nuolatos besikeičiančioje logistikos rinkoje.

Mokslinės literatūros analizė leido išskirti krovinių transportavimo organizavimo tobulinimo galimybes taikant technologines inovacijas ir suformuoti teorinį tobulinimo modelį (žr. 2 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus
Source: compiled by the author

2 pav. Krovinių transportavimo organizavimo tobulinimo teorinis modelis
Fig.1. Theoretical model for improving the organization of freight transportation

2 paveiksle pateiktas modelis iliustruoja apibendrintą krovinų transportavimo organizavimo sistemą, parodant tarpusavio ryšius ir priklausomybes tarp procesą lemiančių veiksnių, transportavimo organizavimo etapų ir technologinių inovacijų taikymo bei sprendimų priėmimo proceso.

Šiame modelyje išskiriami išoriniai ir vidiniai veiksniai, nulemiantys krovinų transportavimo organizavimo ribojimus, reikalavimus ar kitas sąlygas ir daro didelę įtaką transportavimo organizavimo veiklai. Transportavimo organizavimas apima tokius žingsnius kaip krovinų analizė ir paieška, užsakymo formavimas ir jo suvedimas į sistemą, krovinui tinkamos transporto priemonės paieška bei jos priskyrimas prie krovinio, krovinio pakrovimas ir transportavimas į numatytą vietą, krovinio vežimo stebėjimas, ir galiausiai jo pristatymas adresatui bei dokumentų suforminimas apie krovinio pristatymą. Kokybiškam ir greitam krovinio transportavimo organizavimui atlikti įvairiuose jo žingsniuose gali padėti įvairūs valdymo, sekimo, optimizavimo ar analitiniai technologiniai sprendimai ir inovacijos, tokios kaip transporto valdymo sistemos, daiktų internetas, automatizuotos sistemos bei dirbtinis intelektas, blokų grandinės ar pažangių sistemų integracija.

Šis technologijų sąrašas yra galimų pasirinkimų rinkinys, iš kurio įmonė gali pasirinkti tinkamiausias technologijas pagal išorinius ir vidinius veiksnius bei procesų struktūrą. Siekdamas tobulinti krovinų transportavimo organizavimą taikant technologines inovacijas, įmonės pirmiausia turi atlikti esamos krovinų transportavimo organizavimo situacijos analizę, ir išsiaiškinti kokias veiklas svarbu tobulinti technologinėmis inovacijomis, kokios jų taikymo spragos, kokius strateginius tikslus turi įmonės vadovybė dėl jų taikymo

Išsiaiškinus problemines vietas, būtina atlikti tinkamų technologinių inovacijų atranką, kaštų ir naudos analizę, įsivertinti rizikas ar integracijos su turima IT infrastruktūra galimybes. Tik atlikus šį vertinimą galutinai pasirenkama tinkamiausia technologinė inovacija ar kelių inovacijų alternatyva ir ji įgyvendinama, parengus jos diegimo planą. Atlikus šį žingsnį kiekvienai įmonei aktualu įsivertinti kokią naudą transporto organizavimo procesui davė priimtas sprendimas dėl technologinių inovacijų diegimo. Atsižvelgiant į tai, kad transportavimo procesai sudėtingėja, o technologijos sparčiai tobulėja, vadinasi, situacijos analizė ir tobulintinių vietų paieška yra nepertraukiamas procesas.

Išvados

1. Krovinų transportavimo organizavimas yra kompleksinis ir daugialypis logistikos procesas, apimantis strateginį planavimą, krovinų poreikio analizę, pakrovimą, transportavimą, stebėseną ir pristatymą, kuris daro tiesioginę įtaką tiekimo grandinės efektyvumui, sąnaudų optimizavimui bei klientų aptarnavimo kokybei. Mokslinės literatūros analizė parodė, kad šį procesą lemia įvairūs vidiniai ir išoriniai veiksniai: įmonės veiklos mastas, organizacinė struktūra, logistikos strategija, informacinių sistemų išvystymo lygis, darbuotojų kompetencijos, taip pat žaliavų ir rinkų geografinis išsidėstymas, ekonominė aplinka, kuro kainos, politiniai ir teisiniai sprendimai bei infrastruktūros būklė. Transporto paklausą ir paslaugų efektyvumą reikšmingai veikia ekonominiai, technologiniai ir konkurenciniai pokyčiai, o didėjant globalizacijai ir tiekimo grandinių sudėtingumui, auga poreikis užtikrinti skaidrų, patikimą ir tvarų krovinų judėjimą. Apibendrinant galima teigti, kad efektyvus krovinų transportavimo organizavimas reikalauja sisteminio požiūrio, nuolatinio procesų tobulinimo, procesų automatizavimo, informacinių sistemų diegimo bei darbuotojų kompetencijų stiprinimo, siekiant išlaikyti konkurencingumą ir prisitaikyti prie dinamiškos verslo aplinkos.

2. Mokslinės literatūros analizė parodė, kad krovinų transportavimo organizavimo tobulinimas yra neatsiejamas nuo technologinių inovacijų diegimo, kurios sudaro prielaidas efektyvesniam, skaidresniam ir tvaresniam logistikinių procesų valdymui. Nustatyta, kad reikšmingiausios inovacijos šioje srityje yra transporto valdymo sistemos, leidžiančios optimizuoti maršrutus, automatizuoti operacijas ir valdyti užsakymų srautus realiuoju laiku, daiktų interneto technologijos, užtikrinančios nuolatinę transporto priemonių ir krovinų stebėseną bei operatyvų duomenų apsaugą, taip pat dirbtinis intelektas ir automatizavimo sprendimai, sudarantys galimybes tiksliau prognozuoti paklausą, optimizuoti išteklį paskirstymą ir mažinti žmogiškųjų klaidų tikimybę. Blokų grandinės technologijos prisideda prie duomenų saugumo, skaidrumo ir patikimumo didinimo tiekimo grandinėje, o pažangių sistemų integracija leidžia sujungti skirtingas technologijas į vieningą, duomenimis grįstą valdymo aplinką. Apibendrinant galima teigti, kad technologinių inovacijų taikymas sudaro esmines prielaidas didinti operacinį efektyvumą, mažinti sąnaudas, gerinti paslaugų kokybę ir stiprinti logistikos organizacijų konkurencingumą dinamiškoje rinkos aplinkoje.

Literatūra

1. Ayasanond, C., Munkongtum, C., & Thriyawanich, C. (2024). Factors Affecting the Service Efficiency of International Freight Forwarding Companies. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 4(2), 645–662. <https://doi.org/10.60027/iarj.2024.275054>
2. Aytėkin, A., Korucuk, S., & Görçün, Ö. F. (2024). Determining the factors affecting transportation demand management and selecting the best strategy: A case study. *Transport policy*, Elsevier, 146, 150-166. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.11.003>
3. Al-Haddad, S., Sharabati, A. A. A., Nasereddin, A. Y., El-Hafez, A., & Al-Rawashdeh, R. (2025). The impact of logistical competences on organizational performance in small and medium enterprises moderated by competitive advantages in social media campaigns. *Sustainability*, 17(13), 5944. <https://doi.org/10.3390/su17135944>
4. Bueno-Pascual, F. E., Martinez-Flores, J. L., Sanchez-Partida, D., & Cano-Olivos, P. (2021). Factors Influencing Transport Productivity of a Freight Transport Company. *Advances and Applications in Statistics*, 71(1), 43-54.

5. Cakmak, M., & Ozerhan, Y. (2022). The effects of internet of things on the transportation cost management: a study of logistics company. *Journal of Business Economics and Finance*, 11(3), 130-142. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2022.1633>
6. Cano, J. A., Gómez, R. A., & Cortés, P. (2021). ICT validation in logistics processes: Improvement of distribution processes in a goods sector company, *Informatics*, 8(4), 75. <https://doi.org/10.3390/informatics8040075>
7. Canon, J. G. F., dos Santos, R. J. R., de Carvalho, V. D. H., Monte, M. B. D. S., & de Barros, T. L. (2025). Integrated Logistics Management Through ERP System: A Case Study in an Emerging Regional Market. *Logistics*, 9(2), 59. <https://doi.org/10.3390/logistics9020059>
8. Carey, R., Coleman, C. G., & White, T. M. (2024). The impact of blockchain on logistics and supply chain management: A review. *Journal of Procurement and Supply Chain Management*, 3(1), 1-11.
9. Chen, W., Men, Y., Fuster, N., Osorio, C., & Juan, A. A. (2024). Artificial intelligence in logistics optimization with sustainable criteria: A review. *Sustainability*, 16(21), 9145. <https://doi.org/10.3390/su16219145>
10. Daios, A., Kladovasilakis, N., Kelemis, A., & Kostavelis, I. (2025). AI applications in supply chain management: A survey. *Applied Sciences*, 15(5), 2775. <https://doi.org/10.3390/app15052775>
11. Farquharson, N., Mageto, J., & Makan, H. (2021). Effect of internet of things on road freight industry. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 15, 11.
12. Heinbach, C., Beinke, J., Kammler, F., & Thomas, O. (2022). Data-driven forwarding: a typology of digital platforms for road freight transport management. *Electronic Markets*, 32(2), 807-828. <https://doi.org/10.1007/s12525-022-00540-4>
13. Karam, A., Jensen, A. J. K., & Hussein, M. (2023). Analysis of the barriers to multimodal freight transport and their mitigation strategies. *European Transport Research Review*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00614-0>
14. Kütahya, C. K., Doğaner Duman, B., & Altuntaş, G. (2025). Multi-Criteria Evaluation of Transportation Management System (TMS) Software: A Bayesian Best–Worst and TOPSIS Approach. *Sustainability*, 17(17), 7691. <https://doi.org/10.3390/su17177691>
15. Kvak, K., & Straka, M. (2024). The use of the internet of things in the distribution logistics of consumables. *Applied Sciences*, 14(8), 3263. <https://doi.org/10.3390/app14083263>
16. Lu, C., Fu, S., Fang, J., Huang, J., & Ye, Y. (2021). Analysis of Factors Affecting Freight Demand Based on Input-Output Model. *Mathematical Problems in Engineering*, 1, 5581742. <https://doi.org/10.1155/2021/5581742>
17. Mvubu, M., & Naude, M. J. (2024). Blockchain in the logistics sector: A systematic literature review of benefits and constraints. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 18, 1-10. doi:<https://doi.org/10.4102/jtscm.v18i0.1068>
18. Navarro, P. (2021). Applying quality concepts to achieve environmental sustainability in the freight transport sector—reviewing process management and lean. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 13(4), 545-562. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-02-2020-0029>
19. Nguyen, T. H. (2025). Research on Factors Influencing the Employees' Digital Transformation Engagement and Job Performance in Logistics Companies. *SAGE Open*, 15(3), 21582440251353391. <https://doi.org/10.1177/21582440251353391>
20. Onstein, A. T., Tavasszy, L. A., & Van Damme, D. A. (2019). Factors determining distribution structure decisions in logistics: a literature review and research agenda. *Transport Reviews*, 39(2), 243-260. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1459929>
21. Pečený, L., Meško, P., Kampf, R., & Gašparík, J. (2020). Optimisation in transport and logistic processes. *Transportation Research Procedia*, 44, 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.003>
22. Plessis, M. J., Gerber, R., Goedhals-Gerber, L. L., & van Eeden, J. (2025). Shaping the Future of Freight Logistics: Use Cases of Artificial Intelligence. *Sustainability*, 17(4), 1355. <https://doi.org/10.3390/su17041355>
23. Rajesh, D., Gupta, S. K., Ilinich, S., & Singh, N. (2023). An assessment of challenges and factor influencing the freight forwarding business in the logistics industry. *Economics, finance and management review*, 2, 4-23. <https://doi.org/10.36690/2674-5208-2023-2-4-23>
24. Russo, F., & Comi, A. (2021). Sustainable urban delivery: The learning process of path costs enhanced by information and communication technologies. *Sustainability*, 13(23), 13103. <https://doi.org/10.3390/su132313103>
25. Sallam, K., Mohamed, M., & Mohamed, A. W. (2023). Internet of Things (IoT) in supply chain management: challenges, opportunities, and best practices. *Sustainable Machine Intelligence Journal*, Vol. 2, Iss. 1. <https://doi.org/10.61185/SMIJ.2023.2210326>.
26. Shabanov, I. (2025). *Enhancing transport management systems education: Evaluating TMS solutions for practical implementation* (Master's thesis, JAMK University of Applied Sciences). Theseus. Prieiga per internetą: <https://www.theseus.fi/handle/10024/884398>.
27. Stoyanova, M. (2023). Document process automation with artificial intelligence for logistics sector. *Известия на Съюза на учените-Варна. Серия Икономически науки*, 12(1), 190-197.
28. Topolšek, D., Čižiūnienė, K., & Ojsteršek, T. C. (2018). Defining transport logistics: a literature review and practitioner opinion based approach. *Transport*, 33(5), 1196-1203. <https://doi.org/10.3846/transport.2018.6965>
29. Toth, Z., Goga, A. S., & Boşcoianu, M. (2025). AI Integration in Fundamental Logistics Components: Advanced Theoretical Framework for Knowledge Process Capabilities and Dynamic Capabilities Hybridization. *Logistics*, 9(4), 140. <https://doi.org/10.3390/logistics9040140>

30. Wannawong, S., Supaphol, S., Someran, L., & Nakwong, B. (2024). Logistics Factors Affecting the Efficiency of Transportation Services and Customer Satisfaction of a Freight Company in Suphan Buri Province. *Journal of Social Science and Multidisciplinary Research (JSSMR)*, 1(3), 42-52.
31. Woschank, M., Steinwiedder, D., Kaiblinger, A., Miklautsch, P., Pacher, C., & Zsifkovits, H. (2022). The integration of smart systems in the context of industrial logistics in manufacturing enterprises. *Procedia computer science*, 200, 727-737. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.271>
32. Zrelli, I., & Rejeb, A. (2024). A bibliometric analysis of IoT applications in logistics and supply chain management. *Heliyon*, 10(16). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36578>

INNOVATIVE SOLUTIONS IN ORGANIZATION OF FREIGHT TRANSPORTATION

Abstract

Logistics remains one of the most important sectors, strongly influenced by advances in various technologies and innovations, growing consumer expectations, and ever-increasing digitization. The diversity of innovations being implemented provides an opportunity to optimize supply chains, reduce various costs, and at the same time increase efficiency by ensuring higher quality services. This article analyzes the process of freight transport organization from a theoretical perspective, the factors influencing it, and presents opportunities for improving freight transport organization through technological innovations. After synthesizing the scientific literature, a theoretical model was formed that illustrates the freight transport organization system, showing the interrelationships and dependencies between the factors that determine the process, the stages of transport organization, and the application of technological innovations and the decision-making process.

Keywords: innovation, transportation organization, technology, innovative solutions, logistics, freight transportation.