

TRANSPORTAVIMO LAIKO PLANAVIMAS LOGISTINIŲ PROCESŲ VALDYME: TOBULINIMO GALIMYBĖS

Odeta DEDŪRAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas: odeta.deduraite@vdu.lt

Santrauka

Straipsnyje analizuojamas transportavimo laiko planavimas gamybos įmonės transporto priemonių logistikoje, pabrėžiant jo įtaką tiekimo grandinės tęstinumui, gamybos tempui ir pristatymo terminų laikymuisi. Mokslinės literatūros tyrimas identifikuoja pagrindines transportavimo proceso valdymo problemas: neefektyvūs maršrutai, vairuotojų trūkumas, krovimo vėlavimai, infrastruktūros ribotumas ir tiekimo grandinės pertraukos, bei parodo, kaip šie veiksniai padidina transportavimo laiką ir logistinių neapibrėžtumą. Siekiant apjungti įprastus transporto valdymo aspektus su šiuolaikinėmis skaitmeninėmis priemonėmis, tokiomis kaip dirbtinis intelektas, daiktų internetas ir transporto valdymo sistemos, tyrime atliekama išsami ir lyginamoji literatūros analizė. Tyrimo rezultatai rodo, kad skaitmeninių sprendimų naudojimas, pakrovimo ir išvykimo grafikų sinchronizavimas bei veiklos procedūrų keitimas yra svarbūs geresnio transporto planavimo komponentai. Tyrimo duomenimis, šių metodų derinimas pagerina sunkvežimių panaudojimą, sumažina vėlavimų tikimybę ir padidina bendrą logistikos procesų valdymo efektyvumą gamybos įmonėse. Be to, tai sudaro pagrindą, leidžiantį tiksliau prognozuoti transportavimo trukmę ir užtikrinti didesnę tiekimo grandinių patikimumą. Tyrimas rodo, kad nuolatinė procesų stebėseną ir duomenimis pagrįstas valdymas yra itin svarbūs siekiant nuolat tobulinti transportavimo laiko planavimą.

Reikšminiai žodžiai: transportavimo laiko planavimas, sunkvežimių logistika, gamybos įmonė.

Įvadas

Transportavimas yra esminė logistikos grandinės sudedamoji dalis, leidžianti pervežti žaliavas, tarpinius produktus tarp tiekėjų, gamintojų, sandėlių ir klientų; todėl transportavimo proceso ir jo trukmės planavimas tiesiogiai veikia tiekimo grandinės vientisumą ir klientų aptarnavimo kokybę (Topolšek et al., 2018). Transportavimo procesas apima produktų pervežimą, užsakymų apdorojimą, maršruto pasirinkimą, transporto priemonių paskirstymą, dokumentų rengimą, pakrovimo ir iškrovimo koordinavimą bei atsiliepimų analizę (Haial, Benabbou & Berrado, 2021; Topolšek et al., 2018). Šiame straipsnyje transporto planavimas suprantamas kaip visapusiškas transporto procesų valdymas, apimantis maršrutų parinkimą, transporto priemonių paskirstymą, pajėgumų ir reisų planavimą, užsakymų administravimą bei krovimo ir iškrovimo operacijų koordinavimą (Ruzgar, 2020; Haial, Benabbou & Berrado, 2021). Transportavimo laiko planavimas apibrėžiamas kaip transporto planavimo dalis, orientuota į kelionės trukmės, išvykimo ir atvykimo laikų, krovimo ir iškrovimo trukmės bei jų suderinimo su gamybos ir sandėliavimo procesais valdymą. Dėl tiesioginės įtakos vėlavimų rizikai, gamybos prastovoms ir pristatymo terminų laikymuisi transportavimo laiko planavimas šiame tyrime laikomas pagrindiniu analizuojamu logistinių procesų valdymo aspektu. Tikslus transportavimo planavimas yra būtinas gamybos įmonėms, priklausomoms nuo pastovaus žaliavų tiekimo ir greito produktų pristatymo, nes jis daro įtaką gamybos tęstinumui ir pristatymo terminų laikymuisi (Haial, Benabbou & Berrado, 2021). Literatūroje pabrėžiama, kad netikslus transportavimo laiko planavimas didina žaliavų tiekimo vėlavimų tikimybę, sutrikdo gamybos grafikus, prailgina laukimo laikotarpius ir mažina įmonės gebėjimą greitai įvykdyti klientų užsakymus (Sirina ir Zubkov, 2021; Smoliarov, 2024; Dorofeev et al., 2024). Pagrindinės problemos susijusios su neoptimaliu planavimu maršrutų, vairuotojų trūkumu, krovimo operacijų vėlavimais, infrastruktūros apribojimais ir tiekimo grandinės sutrikimais, kurie didina neapibrėžtumą ir trukdo logistikos ir gamybos procesų sąveikai (Haial, Benabbou & Berrado, 2021; Haial et al., 2021; Ruzgar, 2020). Pastaraisiais metais vis daugiau dėmesio skiriama skaitmeninių ir analitinių sprendimų taikymui transportavimo laiko planui tobulinti: maršrutų gerinimas, transportavimo trukmės prognozavimo tikslumui didinti ir krovinių vežimo operacijų valdymo tobulinimui (Rejeb et al., 2022). Tai padeda pereiti nuo nuolat vėlavimams reaguojančio prie realiuoju laiku veikiančios, duomenimis pagrįstos ir prognozinės analitika paremtos metodikos, skirtos transportavimo trukmės valdymui gamybos įmonių transporto logistikos srityje.

Tyrimo tikslas – pasiūlyti transportavimo laiko planavimo tobulinimus logistikos procesų valdyje.

Iškeltam tikslui pasiekti išsikelti šie **uždaviniai**:

1. Atskleisti transportavimo laiko planavimo aktualumą ir problemas logistikos sektoriuje.
2. Išanalizuoti transportavimo laiko planavimo tobulinimo priemones ir jų taikymo sąlygas.

Tyrimų objektas ir metodai

Darbo objektas – transportavimo laiko planavimas logistinių procesų valdyje.

Tyrimo metodai: tyrime taikyta mokslinės literatūros ir informacijos šaltinių analizė, naudojant palyginimo, apibendrinimo ir teminės analizės metodus. Literatūros paieška atlikta Vytauto Didžiojo universiteto, „Google“ Mokslinčiaus elektroninėse bibliotekose ir tarptautinėse duomenų bazėse. Tyrimo metu buvo atrinkta 13 aktualiausių

straipsnių, kurie buvo publikuoti 2015–2025 m. laikotarpiu bei kuriuose aptariamas transportavimo laiko planavimas ir valdymas. Teminė analizė leido išskirti pagrindines transporto laiko planavimo problemas ir tobulinimo strategijas, taip pat susieti jas su jų poveikiu transportavimo trukmei ir logistikos procesų efektyvumui.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Literatūroje, pasak Topolšek et al., (2018) nurodoma, kad transportas yra esminis logistikos grandinės elementas, palengvinantis žaliavų, produktų ir gaminių pervežimą tarp tiekėjų, gamintojų, sandėlių ir klientų. Kaip teigia A. Haial ir kt. (2021) bei Topolšek ir kt. (2018), transporto procesų valdymas apima užsakymų priėmimą, maršruto pasirinkimą, transporto priemonių paskirstymą, dokumentų rengimą, pakrovimą, pristatymą, atsiliepimų rinkimą ir rezultatų analizę be fizinio prekių gabenimo. Transporto planavimas laikomas kritine logistikos valdymo strategija gamybos organizacijoje, nes jis daro įtaką tiekimo grandinės tęstinumui, gamybos ritmui ir klientų aptarnavimo kokybei (Haial, Benabbou & Berrado, 2021). Gamybos organizacijos paprastai naudoja sunkvežimius žaliavų pristatymui ir produktų išsiuntimui, siekdamos užtikrinti nepertraukiamą gamybos procesą. Netikslus transporto planavimas didina žaliavų pristatymo vėlavimų tikimybę, sutrikdo gamybos grafiką, prailgina laukimo laiką ir sumažina įmonės gebėjimą laiku įvykdyti klientų užsakymus (Sirina ir Zubkov, 2021). Transporto planavimas turi būti laikomas pagrindine logistikos ir visapusiško verslo valdymo dalimi, o ne izoliuota operacine funkcija (Ruzgar, 2020).

Mokslinėje literatūroje (Smoliarov, 2024; Dorofeev et al., 2024) nurodoma, kad didėjantys vartotojų reikalavimai, rinkos svyravimai, infrastruktūros apribojimai, reguliavimo įsipareigojimai ir būtinybė suderinti kainodarą su paslaugų kokybe prisideda prie transporto procesų valdymo sudėtingumo. Strateginis planavimas, veiklos priežiūra, technologinė integracija ir sumanus išteklių paskirstymas yra būtini veiksmingam transporto valdymui. Tai ypač svarbu pramonės įmonėms, kurių logistika priklauso nuo tikslaus krovimo veiklos, sunkvežimių išvykimo ir gamybos užbaigimo laiko suderinimo (Smoliarov, 2024).

Pagrindinė transportavimo laiko planavimo problema (žr. 1 lentelę) yra neveiksmingas maršrutų planavimas (Haial, Benabbou & Berrado, 2021; Sirina & Zubkov, 2021). Tyrimai rodo, kad neoptimalūs maršrutai pailgina transportavimo trukmę, didina veiklos išlaidas ir vėlavimų tikimybę. Kai maršrutai planuojami neatsižvelgiant į realaus laiko eismo sąlygas, kelių spūstis, klientų aptarnavimo laiko apribojimus ar transporto priemonių krovimo galimybes, sunkvežimių kelionės tampa neefektyvios, o tai daro neigiamą poveikį visai tiekimo grandinei (Topolšek et al., 2018; Sirina & Zubkov, 2021). Todėl maršrutų planavimo efektyvumas yra neatskiriama susijęs su galimybe sumažinti tiek nuvažiuojamą atstumą, tiek bendrą kelionės trukmę.

1 lentelė. Transportavimo procesų valdymo problemos.

Table 1. Problems of transportation process management.

Problema <i>Problem</i>	Poveikis transportavimo laikui <i>Impact on transportation time</i>	Pasekmės gamybos įmonei <i>Consequences for the manufacturing company</i>	Galima sprendimo kryptis <i>Possible solution direction</i>
Neoptimalūs maršrutai <i>Suboptimal routes</i>	Ilgėja reiso trukmė, vėlavimų tikimybė <i>Journey duration increases, probability of delays rises</i>	Vėluoja žaliavų tiekimas ir produkcijos pristatymas <i>Delays in raw material supply and finished goods delivery</i>	Maršrutų optimizavimas ir realaus laiko duomenų naudojimas <i>Route optimization and use of real-time data</i>
Vairuotojų trūkumas <i>Driver shortage</i>	Sunku laikytis suplanuotų grafikų <i>Difficult to adhere to planned schedules</i>	Mažėja pristatymo stabilumas <i>Decrease in delivery reliability</i>	Tikslesnis reisų planavimas ir išteklių paskirstymas <i>More accurate trip planning and resource allocation</i>
Pakrovimo vėlavimai <i>Loading delays</i>	Vėluoja išvykimas <i>Departure is postponed</i>	Sutrikdomas gamybos ir tiekimo ritmas <i>Disruption of production and supply rhythm</i>	Pakrovimo grafikų derinimas <i>Coordination of loading schedules</i>
Infrastruktūros apribojimai <i>Infrastructure constraints</i>	Didėja kelionės trukmė <i>Travel time increases</i>	Išlaidos didėja, o darbų atlikimo laiku rodikliai blogėja. <i>Expenditures are increasing and timeliness is deteriorating.</i>	Alternatyvių maršrutų planavimas <i>Planning alternative routes</i>

Sudaryta autoriaus pagal Smoliarov, 2024; Sirina ir Zubkov, 2021; Haial, Benabbou ir Berrado, 2021; Dorofeev et al., 2024.

Compiled by the author based on Smoliarov, 2024; Sirina and Zubkov, 2021; Haial, Benabbou and Berrado, 2021; Dorofeev et al., 2024.

Literatūroje (Haial, Benabbou ir Berrado, 2021) nuolat pabrėžiama problema – vairuotojų trūkumas, kuris apsunkina reisų organizavimą ir mažina planavimo lankstumą. Nenumatyti sutrikimai apsunkina numatytų išvykimo laikų laikymąsi, greitą reagavimą į pokyčius ir užduočių perskirstymą vairuotojų trūkumo sąlygomis. Šios aplinkybės tiesiogiai veikia pristatymo patikimumą ir gali lemti tiek logistikos, tiek gamybos prastovas pramonės įmonėse.

Vienas iš svarbiausių veiksnių, nagrinėjamų transporto procesų valdymo ir logistikos tyrimuose, yra krovimo ir iškrovimo procesų nepastovumas (Sirina ir Zubkov, 2021). Efektyviai suplanuota kelionė tampa neveiksminga, jeigu transporto priemonė išvyksta pavėluotai dėl uždelsto pakrovimo, netinkamų dokumentų ar vidinių koordinavimo problemų. Tai reiškia, kad transportavimo laiko planavimas turi būti suderintas ne tik su maršruto planavimu, bet ir su gamybos bei sandėliavimo operacijomis; jeigu to nebus padaryta, tai sukels išorinės logistikos sutrikimus (Ruzgar, 2020). Transportavimo trukmę veikia infrastruktūros apribojimai ir tiekimo grandinės pertraukos. V. Smoliarov (2024) teigia, kad netinkami keliai, eismo spūstys, geopolitiniai pokyčiai ar infrastruktūros tinklo trūkumai prailgina kelionės trukmę,

didina neapibrėžtumą ir verčia įmones dažniau keisti suplanuotus maršrutus ir tvarkaraščius. Šie kintamieji kelia didelę grėsmę įmonėms, nes gali sutrikdyti žaliavų tiekimą ir produktų pristatymą (Haial et al., 2021).

Mokslinėje literatūroje (Sirina ir Zubkov, 2021; Dorofeev et al., 2024) pabrėžiama, kad norint užtikrinti transporto operacijų efektyvumą, būtina ne tik paskirstyti ir optimizuoti išteklius, bet ir prognozuoti krovinių srautus. Tai rodo, kad transporto planavimo efektyvumas priklauso ne tik nuo operacinių sprendimų, bet ir nuo organizacijų gebėjimo įgyvendinti duomenimis pagrįstas analitines ir valdymo praktikas (Toorajipour et. al., 2021). Taigi, gamybos įmonės sunkvežimių transporto planavimas turi priklausyti nuo nuolatinės procesų stebėsenos, rezultatų vertinimo ir sprendimų koregavimo.

Empiriniai tyrimai rodo, kad netinkamas maršruto planavimas daro didelę įtaką transportavimo laikui ir išlaidoms. Maršrutų optimizavimo tyrimai rodo, kad sudėtingų optimizavimo algoritmų ir realaus laiko eismo duomenų taikymas transporto priemonių kelionės laiką gali sutrumpinti maždaug 10–15 proc., o transportavimo išlaidas – apie 10 proc. (Ping et al., 2024; Meng, 2024). Tyrimų rezultatai rodo, kad išvykimo laiko ir maršruto pasirinkimo tobulinimas remiantis realaus laiko informacija gali sumažinti bendras kelionės laiko išlaidas visame tinkle keliais procentiniais punktais, ypač didelio eismo intensyvumo laikotarpiais. Šiame straipsnyje neefektyvūs maršrutai tiksliai įvardijami kaip pagrindinė transporto laiko planavimo problema, nes jų sprendimas yra tiesiogiai susijęs su kelionės trukmės, vėlavimų ir logistikos išlaidų mažinimu (Ping et al., 2024; Meng, 2024).

Apibendrinant galima teigti, kad transporto planavimo svarba gamybos įmonės sunkvežimių logistikai kyla iš jo tiesioginės įtakos tiekimo grandinės veiklai, pristatymo terminams ir logistikos efektyvumui. Pagrindinės šio proceso kliūtys susijusios su neefektyviais maršrutais, vairuotojų trūkumu, krovimo vėlavimais, infrastruktūros apribojimais ir tiekimo grandinės sutrikimais; todėl jų nustatymas ir analizė sudaro pagrindą tolesniam transporto planavimo metodų vertinimui.

Transporto trukmės sutrumpinimas, pasiekiamas valdant logistikos procesus, vis labiau siejamas su skaitmeninių ir analitinių sprendimų diegimu. Skaitmeninių logistikos sprendimų tyrėjai teigia, kad šiuolaikinės technologijos didina procesų efektyvumą, užtikrina tikslumą, sumažina operacinių užduočių skaičių ir pagerina klientų aptarnavimo kokybę (Verbivska et. al., 2023; Baimukhanbetova et al., 2023). Gamybos įmonėms, naudojančioms sunkvežimių transportą, tai užtikrina didesnį maršrutų planavimo tikslumą, efektyvesnį transporto priemonių naudojimą (žr. 2 lentelę) ir greitesnį reagavimą į tvarkaraščių nesuderinamumus (Toorajipour et. al., 2021; Soumpenioti, 2023).

2 lentelė. Transportavimo laiko planavimo tobulinimo priemonės.

Table 1. Improvement measures for transportation time planning.

Priemonė <i>Measure</i>	Taikymas vilkikų transporte <i>Application in truck transport</i>	Nauda laiko planavimui <i>Benefit for time planning</i>	Ribojimas <i>Limitation</i>
Maršrutų optimizavimas <i>Route optimization</i>	Efektyviausio reiso pasirinkimas <i>Selection of the most efficient trip</i>	Trumpėja reiso trukmė, mažėja vėlavimai <i>Shorter trip duration, fewer delays</i>	Reikia tikslių duomenų <i>Requires accurate data</i>
Dirbtinis intelektas <i>Artificial intelligence</i>	Paklausos prognozavimas, maršrutų analizė <i>Demand forecasting, route analysis</i>	Tikresnis planavimas, mažiau tuščių reisų <i>More accurate planning, fewer empty trips</i>	Didelės investicijos ir duomenų poreikis <i>High investment and data requirements</i>
Daigtų internetas ir telematika <i>Internet of Things and telematics</i>	Transporto stebėseną realiu laiku <i>Real-time monitoring of transport</i>	Greitesnė reakcija į nukrypimus nuo plano <i>Faster response to deviations from the plan</i>	Diegimo ir palaikymo kaštai <i>Implementation and maintenance costs</i>
Transporto valdymo sistemos <i>Transport management systems</i>	Reisų, vilkikų ir užsakymų koordinavimas <i>Coordination of trips, trucks and orders</i>	Geresnis išteklių paskirstymas ir kontrolė <i>Better resource allocation and control</i>	Integravimo sudėtingumas <i>Integration complexity</i>
Pakrovimo grafikų derinimas <i>Loading schedule coordination</i>	Pakrovimo laiko suderinimas su išvykimu <i>Alignment of loading time with departure</i>	Mažėja prastovos ir vėlavimai <i>Reduced idle time and delays</i>	Reikia gero vidaus koordinavimo <i>Requires good internal coordination</i>

Parengta autoriaus pagal Toorajipour et. al., 2021; Rejeb ir kt, 2022; Kshetri, 2021; 2022; Hemachandran ir Karthikeyan, 2021

Prepared by the author based on Toorajipour et. al., 2021; Rejeb et al., 2022; Kshetri, 2021; 2022; Hemachandran and Karthikeyan, 2021

Maršruto optimizavimas yra svarbi tema, siekiant pagerinti transporto laiko planavimą. Tyrimai maršrutų optimizavimo srityje, kuriuose daugiausia dėmesio skiriama transporto priemonių maršrutų planavimui, atsižvelgiant į pajėgumus ir laiko langus, rodo, kad efektyvus maršrutas turi atitikti ne tik trumpiausio atstumo, bet ir greičiausio pristatymo, krovinių paskirstymo, klientų aptarnavimo terminų bei transporto priemonių išnaudojimo kriterijus (Haial, Benabbou ir Berrado, 2021; Topolšek et al., 2018). Realistiškai žiūrint, tai ypač svarbu sunkvežimių transportui, nes tiesiausias maršrutas gali būti neefektyviausias, jeigu neatsižvelgiama į eismo sąlygas, pristatymo tvarką, pakrovimo grafikus ar kitus apribojimus (Ruzgar, 2020).

Dirbtinio intelekto integravimas į logistikos operacijas žymiai pagerino transporto maršrutų planavimą, leidžiant tiksliau apskaičiuoti kelionės trukmę ir optimizuoti maršrutų planus. Dirbtinio intelekto ir tiekimo grandinės valdymo analizė rodo, kad šios technologijos gali prognozuoti paklausos svyravimus, analizuoti didelius duomenų rinkinius, tobulinti logistikos maršrutus ir mažinti transporto išlaidas (Toorajipour et. al., 2021; Soumpenioti, 2023). Dirbtinio intelekto technologijos gali pagerinti gamybos įmonių transporto logistiką, optimizuojant transporto priemonių skaičių, nustatant idealų išvykimo laiką, sumažinant tuščius reisuos ir pagerinant pristatymo tikslumą. Dėl to įmonės gali pereiti nuo daugiausia atliepečio planavimo prie labiau prognozuojamo ir duomenimis pagrįsto valdymo (Toorajipour et. al., 2021).

Daiktų interneto ir telematikos technologijų reikšmė yra ne mažiau svarbi. Transporto ir logistikos srities tyrimai, skirti skaitmeninėms technologijoms ir daiktų internetui, rodo, kad šios technologijos leidžia realiuoju laiku stebėti

transporto priemonių judėjimą ir kaupti duomenis apie sunkvežimių buvimo vietą, maršruto eigą, vėlavimus ir kitus nukrypimus nuo numatyto maršruto (Rejeb et al., 2022; Cannavà, Perotti, & Petrillo, 2021). Procesų skaidrumas leidžia greitai keisti planus, pagreitinti sprendimų priėmimą ir geriau kontroliuoti transportavimo trukmę. Tai ypač svarbu pramonės įmonėse, nes leidžia tiksliau prognozuoti sunkvežimių atvykimo laiką pakrovimui ir iškrovimui, taip sumažinant prastovas (Rejeb et al., 2022; Verbivska et al., 2023).

Transporto valdymo sistemų diegimas laikomas pagrindine priemone transporto tvarkaraščių tobulinimui. Literatūroje transporto valdymo sistemos (TMS) apibūdinamos kaip priemonės, palengvinančios centralizuotą užsakymų apdorojimo, maršrutų planavimo, sunkvežimių paskirstymo ir reisų vykdymo stebėjimo koordinavimą (Dorofeev et al., 2024). Šios technologijos palengvina logistikos procesų etapų integraciją, sumažina žmogiškųjų planavimo klaidų riziką ir skatina veiksmingą laiko valdymą. Pagrindinių planavimo ir kontrolės užduočių integravimas į vieningą sistemą palengvina laiku nustatyti sutrikimus ir leidžia aktyviai prisitaikyti, siekiant sumažinti didelius nuostolius (Dorofeev et al., 2024; Verbivska et al., 2023).

Transporto laiko valdymo efektyvumą galima padidinti suderinus krovimo ir išvykimo grafikus. Problemos dažnai kyla ne dėl paties maršruto, o dėl to, kad sunkvežimis nėra pasirengęs laiku išvykti: užsakymas lieka neįvykdytas, krovinys nėra paruoštas pakrovimui arba vėluoja dokumentai (Sirina ir Zubkov, 2021). Todėl būtina tobulinti transporto planavimą ir sujungti išorinę logistiką su vidiniu procesų valdymu, siekiant užtikrinti gamybos užbaigimo, pakrovimo trukmės ir išvykimo laiko sinchronizaciją. Todėl būtina tobulinti transportavimo laiko planavimą ir sujungti išorinę logistiką su vidiniu procesų valdymu, siekiant užtikrinti gamybos užbaigimo, pakrovimo trukmės ir išvykimo laiko sinchronizaciją.

Mokslinėje literatūroje pabrėžiama, kad skaitmeninių technologijų integravimas į logistikos procesus yra naudingas, nors ir susiduria su tam tikrais apribojimais. Pagrindiniai nustatyti iššūkiai apima dideles pradines investicijas, sudėtingų sistemų integravimą į esamą infrastruktūrą, duomenų saugumo trūkumus ir būtinybę darbuotojams įgyti naujų kompetencijų (Kshetri, 2021; Rejeb et al., 2022; Cannavà et al., 2021). Norint pagerinti tranzito laiko planavimą, reikia atsižvelgti ne tik į technologijas, bet ir į organizacinį pasirengimą, aiškiai įgyvendinimo planą bei personalo mokymą (Liudmyla et al., 2023).

Nepaisant minėtų kliūčių, skaitmeninės technologijos logistikos vadyboje laikomos viena iš perspektyviausių sričių, padedančių didinti pristatymo tikslumą, mažinti išlaidas ir patobulinti tiekimo grandinės priežiūrą (Toorajipour et al., 2021; Verbivska et al., 2023). Sunkvežimių krovinių planavimo svarba labiausiai atsiskleidžia, kai jis naudojamas kartu su maršruto optimizavimu, stebėjimu realiuoju laiku, išteklių paskirstymu ir vidinių veiklų koordinavimu. Tai padidina kelionių planavimo efektyvumą, sumažina vėlavimų tikimybę ir pagerina bendrą logistikos procesų valdymo kokybę.

Apibendrinant, pagrindinės priemonės, skirtos transportavimo laiko planavimui gamybos įmonių sunkvežimių transporto operacijose tobulinti, apima maršruto optimizavimą, dirbtinio intelekto, daiktų interneto ir telematikos sprendimų naudojimą, transporto sistemos valdymo įdiegimą ir krovimo grafikų sinchronizavimą. Šių metodų įgyvendinimas sudaro prielaidas geresniam transportavimo laiko prognozavimui, vėlavimų sumažinimui, racialesniam transporto priemonių naudojimui ir logistikos operacijų efektyvumo didinimui.

Išvados

1. Transportavimo laiko planavimas gamybos įmonėse yra svarbi logistikos procesų valdymo sudedamoji dalis, turinti įtakos tiekimo grandinės tęstinumui, gamybos tempui ir produktų pristatymui. Pagrindinės su šia procedūra susijusios problemos yra neefektyvūs maršrutai, vairuotojų trūkumas, krovimo vėlavimai, infrastruktūros apribojimai ir tiekimo grandinės sutrikimai.

2. Transporto laiko planavimo tobulinimui didžiausią įtaką daro maršrutų optimizavimas, dirbtinis intelektas, daiktų internetas, telematika, transporto valdymo sistemos ir krovimo grafikų sinchronizavimas. Šios priemonės palengvina tikslų darbuotojų kelionių planavimą, sumažina vėlavimus, padidina sunkvežimių panaudojimą ir optimizuoja logistikos procesų vykdymą, taip didindamos tiekimo grandinės ir logistikos valdymo bei investicijų valdymo efektyvumą.

Literatūra

1. Rejeb, A., Suhaiza, Z., Rejeb, K., Seuring, S., & Treiblmaier, H. (2022). The Internet of Things and the circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Journal of cleaner production*, 350, 131439. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131439>
2. Cannavà, L., Perotti, S., & Petrillo, S. (2023). The role of digital technologies in improving energy efficiency at logistics facilities: a state-of-the-art. ... *Summer School Francesco Turco. Proceedings*, 1-7.
3. Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of business research*, 122, 502-517.
4. Dorofeev, A., Kurganov, V., Filippova, N., Petrov, A., Zakharov, D., & Iarkov, S. (2024). Improving Transportation Management Systems (TMSs) Based on the Concept of Digital Twins of an Organization. *Applied Sciences*, 14(4), 1330. <https://doi.org/10.3390/app14041330>
4. Haial, A., Benabbou, L., & Berrado, A. (2021). Designing a Transportation-Strategy Decision-Making Process for a Supply Chain: Case of a Pharmaceutical Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 2096. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042096>

5. Kshetri, N. (2021). Blockchain and sustainable supply chain management in developing countries. *International journal of information management*, 60, 102376.
6. Verbivska, L., Zhygalkevych, Z., Fisun, Y., Chobitok, I., & Shvedkyi, V. (2023). Digital technologies as a tool of efficient logistics. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(39), 492-508.
7. Meng, Y. (2024). Logistics transportation route optimization algorithm based on big data analysis. *Journal of Electrical Systems*, 20(9s), 575–581. <https://journal.esrgroups.org/jes/article/view/4363/3206>
8. Ping, G., Zhu, M., Ling, Z., & Niu, K. (2024). Research on optimizing logistics transportation routes using AI large models. *Spectrum of Research*, 4(1), 14–27. <https://asejar.singhpublication.com/index.php/ojs/article/view/106/203>
9. Rüzgar, N. (2020). Management and Organization in Transportation and Logistics. In *Handbook of Research on the Applications of International Transportation and Logistics for World Trade* (pp. 224-235). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1397-2.ch013>
10. Sirina, N., & Zubkov, V. (2021). Transport services management on transport and logistic methods. *Transportation Research Procedia*, 54, 263-273. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.072>
11. Smoliarov, V. (2024). Enhancing the efficiency of management of transport enterprises: modern trends and challenges. *Journal of Economics, Innovative Management and Entrepreneurship*, 2(3). <https://doi.org/10.59652/jeime.v2i3.305>
12. Soumpenioti, V., & Panagopoulos, A. (2023, September). AI Technology in the Field of Logistics. In *2023 18th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation & Personalization (SMAP) 18th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation & Personalization (SMAP 2023)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMAP59435.2023.10255203>

TRANSPORTATION TIME PLANNING IN LOGISTICS PROCESS MANAGEMENT: OPPORTUNITIES FOR IMPROVEMENT

Abstract

This article analyzes transportation time planning in the logistics of a manufacturing company's vehicles, emphasizing its impact on supply chain continuity, production pace, and delivery deadlines. A review of the scientific literature identifies the main problems in transport process management: inefficient routes, driver shortages, loading delays, infrastructure limitations, and supply chain disruptions, and shows how these factors increase transport time and logistical uncertainty. The research employs a systematic and comparative literature review to connect conventional transport management components with contemporary digital technologies, such as route optimization, artificial intelligence, the Internet of Things, telematics, and transport management systems. The results of the study show that improving transport time planning should involve not only modifying operational processes, but also using digital solutions and synchronizing loading and departure schedules. The research indicates that the integration of these methodologies establishes conditions that mitigate the risk of delays, enhance truck utilization, and improve the overall efficiency of logistics process management in manufacturing firms.

Keywords: transportation time planning; truck logistics; manufacturing company.