

HYBRID (LEAGILE) TIEKIMO GRANDINĖS EFEKTYVUMO VERTINIMAS

Marius MARKAUSKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas,
el. paštas: marius.markauskas@vdu.lt

Santrauka

Šiame straipsnyje nagrinėjamas Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės valdymo modelis, kai įmonė savo logistikos procesuose derina nuosavų sandėlių ir transporto naudojimą su trečiųjų šalių logistikos (3PL) paslaugomis. Aptariamos pagrindinės problemos, susijusios su užsakymų paskirstymu, transportavimo kaštais bei sandėliavimo optimizavimu. Tyrime taikomi ekonominės analizės metodai, siekiant nustatyti optimalų prekių paskirstymo tarp nuosavų sandėlių ir 3PL tiekėjų modelį. Rezultatai rodo, kad tinkamai suplanuotas Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės modelis gali sumažinti logistikos kaštus iki 15–30 proc. ir pagerinti užsakymų įvykdymo efektyvumą.

Reikšminiai žodžiai: Hybrid (Leagile), tiekimo grandinė, logistikos kaštai, 3PL, sandėliavimas, transportavimo optimizavimas.

Įvadas

Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės taikymas įmonėse, kurios naudoja savo logistikos infrastruktūrą ir išorinių tiekėjų paslaugomis, tampa vis populiariesnis (Christopher, 2016). Toks modelis leidžia pasiekti veiklos rezultatų optimalumą, kai įmonė gali efektyviai paskirstyti atsargas pagal poreikį ir rinkos dinamiką (Ivanov et al., 2019). Hybrid tiekimo grandinė apjungia Lean (taupią) ir Agile (lanksčią) tiekimo strategijas, todėl kompanija gali užtikrinti aukštą operacijų efektyvumą, sumažinti nereikalingų atsargų kiekį ir optimizuoti logistikos kaštus. Šis modelis yra ypač aktualus verslams, kurių veikla priklauso nuo svyruojančios paklausos ir sezoniškumo.

Be to, Hybrid tiekimo grandinės modelis sumažina priklausomybę nuo vieno tiekimo metodo ir padeda diversifikuoti rizikas, susijusias su rinkos pokyčiais, tiekimo sutrikimais ar netikėtais kaštų svyravimais. Šis modelis įmonėms suteikia galimybę operatyviai reaguoti į kintančias rinkos sąlygas ir pritaikyti optimalias logistikos strategijas.

Tyrimo tikslas – įvertinti, kaip Hybrid (Leagile) tiekimo grandinė gali padidinti tiekimo grandinės ekonominę ir procesinę efektyvumą.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti esminius logistikos kaštus Hybrid (Leagile) tiekimo grandinėje.
2. Išanalizuoti prekių paskirstymo strategijų skirtumus tarp nuosavų sandėlių ir 3PL tiekėjų.
3. Nustatyti optimalius prekių pasiskirstymo metodus, o tai leis pasiekti didesnę lankstumą ir užtikrintų sąnaudų kontrolę.
4. Pateikti rekomendacijas dėl optimalaus Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės taikymo.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas yra **hibridinės tiekimo grandinės valdymas** įmonėje, kuri naudoja tiek nuosavomis logistikos pajėgumais (sandėliais ir transportu), tiek 3PL paslaugų tiekėjais. Analizuojama, kaip galima optimaliai paskirstyti užsakymų įvykdymą, siekiant sumažinti kaštus ir padidinti tiekimo operacijų efektyvumą.

Tyrimo metu naudojami keli pagrindiniai **empiriniai metodai**, kurie leidžia kiekybiškai įvertinti tiekimo grandinės valdymo efektyvumą.

ABC analizė – prekių klasifikavimas pagal jų judėjimo greitį ir svarbą. Prekės skirstomos į tris kategorijas (A, B, C), siekiant nustatyti optimalų jų laikymo būdą. **A kategorija** (greitai judančios prekės) turėtų būti laikomos 3PL tiekėjų sandėliuose, kad užtikrintų operatyvų paskirstymą. **B kategorija** gali būti laikoma tiek nuosavyse, tiek 3PL sandėliuose. **C kategorija** (lėtai judančios prekės) turėtų būti laikomos nuosavyse sandėliuose, kad sumažintų saugojimo kaštus.

Kaštų analizė – įvairių logistikos kaštų modeliavimas ir jų įvertinimas. Vertinamos transportavimo, sandėliavimo, užsakymų vykdymo išlaidos. Kaštai skaičiuojami skirtingoms paskirstymo strategijoms (pavyzdžiui, daugiau sandėliuoti pas 3PL ar labiau naudoti nuosavais sandėliais).

Imitacinis modeliavimas – skaitmeninis tiekimo grandinės valdymo scenarijų testavimas. Analizuojama, kaip skirtingi prekių paskirstymo metodai veikia logistikos kaštus. Modeliuojami scenarijai, kada gamyba nespėja pagaminti reikiamo kiekio ir reikia lanksčiai perskirstyti užsakymus.

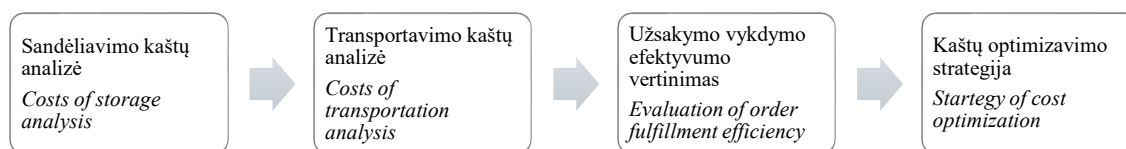
Statistinė duomenų analizė – istorinių užsakymų, atsargų judėjimo ir klientų paklausos duomenų analizė. Vertinama, kaip sezoniškumas, tiekimo trikdžiai ir sandėlio pajėgumai veikia hibridinę tiekimo grandinę.

Duomenų analizė su dirbtiniu intelektu (AI-based predictive analytics) – taikant pažangius duomenų analizės modelius, leidžiančius prognozuoti atsargų poreikį. Dirbtinio intelekto sprendimai padeda optimizuoti užsakymų vykdymą, sumažinti per dideles ar per mažas atsargas. Šie modeliai leidžia analizuoti istorinius duomenis ir pateikti rekomendacijas dėl efektyviausios tiekimo grandinės konfigūracijos.

Visi naudojami metodai leidžia ne tik identifikuoti esamas problemas, bet ir parinkti tinkamiausią sprendimą tiekimo grandinės optimizavimui.

Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės kaštų analizė

Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės modelis leidžia įmonėms lanksčiai derinti Lean (taupią) ir Agile (lanksčią) tiekimo grandinės strategijas, optimizuojant logistikos kaštus bei tiekimo efektyvumą. Tyrime atlikta analizė apima nuosavų sandėlių ir 3PL paslaugų kaštų struktūrą, transportavimo kaštus bei bendrą tiekimo efektyvumo vertinimą (žr. 1 pav.):



Šaltinis: sudarytas darbo autoriaus
Source: created by the author

1 pav. Hybrid tiekimo grandinės optimizavimo analizės etapai
Fig. 1. Stages of Hybrid supply chain optimization analysis

Sandėliavimo kaštų analizė. Lyginant nuosavų sandėlių ir 3PL paslaugų naudojimą, pastebėta, kad naudojant nuosavus sandėlius atsiranda pastovūs fiksuoti kaštai (tokie kaip: pastatų išlaikymas, darbuotojų atlyginimai, energijos sąnaudos), tačiau nuosavybės turėjimas suteikia daugiau kontrolės ir greitesnių sprendimų laisvės. Naudojantis 3PL tiekėjų paslaugomis išauga kintami kaštai, mokami už kiekvieną sandėliuojamą paletę. Tai iš vienos pusės suteikia lankstumą kaštų atžvilgiu, nes kaštų apimtis priklauso nuo sandėliavimo poreikio. Iš kitos pusės 3PL paslaugos naudojimas didina ilgalaikės sąnaudas ilguoju periodu.

Tyrimo metu buvo atlikti skaičiavimai, kurie pateikiami 1 lentelėje:

1 lentelė. Sandėliavimo kaštų vertinimas
Table 1. Evaluation of storage costs

	Didelis sandėliavimo poreikis High demand of storage			Mažas sandėliavimo poreikis Low demand of storage		
	Vienos paletės sandėliavimo kaina per mėnesį Storage costs per month for 1 pallet	Palečių kiekis Amount of pallets	Sandėliavimo kaštai per mėnesį Storage costs per months	Vienos paletės sandėliavimo kaina per mėnesį Storage costs per month for 1 pallet	Palečių kiekis Amount of pallets	Sandėliavimo kaštai per mėnesį Storage costs per months
Nuosavi sandėliai Own warehouse	-	1000 vnt. 1000 units	3000 EUR	-	500 vnt. 500 units	3000 EUR
3PL 3PL	5 EUR	1000 vnt. 1000 units	5*1000=5000 EUR	5 EUR	500 vnt. 500 units	5*500=2500 EUR

Jeigu 3PL sandėliavimo kaina yra 5 Eur/paletė per mėnesį, o įmonė laiko 1 000 palečių, bendros sandėliavimo išlaidos sudaro 5 000 Eur per mėnesį. Jeigu įmonė perkeltų 40 proc. atsargų į nuosavus sandėlius, išlaidos sumažėtų iki 3 000 Eur, nes nuosavuose sandėliuose šios išlaidos yra fiksuotos. Taigi, daroma išvada, kad modeliujamu atveju per mėnesį vidutiniškai turint 1 000 palečių, nuosavų sandėlių naudojimas būtų efektyvesnis nei 3PL paslauga. Tačiau jeigu sandėliuojamų palečių skaičius mažesnis, pavyzdžiui, 500 vnt., tuomet efektyvesnis 3PL paslaugos pasirinkimas.

Transportavimo kaštų analizė. Hybrid modelyje transportavimo strategija priklauso nuo tinkamo maršrutų ir pristatymo būdų pasirinkimo. Naudojimasis nuosavu transportu leidžia užtikrinti pastovų tiekimą, tačiau reikalauja didelių investicijų į transporto priemones, vairuotojus ir degalus. Pasirinkti 3PL logistikos partneriai suteikia lankstumą ir galimybę mažinti transporto kaštus, tačiau kyla rizika dėl pristatymų kontrolės ir paslaugų kokybės.

Pasirinkti 3PL logistikos partneriai suteikia lankstumą ir galimybę mažinti transporto kaštus, tačiau kyla rizika dėl pristatymų kontrolės ir paslaugų kokybės. Skaičiavimų rezultatai rodo, kad įmonės transportavimo kaštai vidutiniškai siekia apie 65 000 Eur per mėnesį. Taikant maršrutų optimizavimą, šiuos kaštus galima sumažinti iki maždaug 53 300 Eur (sutaupoma apie 11 700 Eur per mėnesį). Papildomai konsoliduojant siuntas su 3PL partneriais, kaštai dar sumažėtų apie 10 proc. – iki maždaug 46 800 Eur (dar apie 6 500 Eur mažiau) (Chopra, Meindl, 2021). Bendrai šios priemonės leistų sumažinti transportavimo išlaidas apie 28 proc., taip sudarant galimybę efektyviau paskirstyti kaštus tarp nuosavo transporto ir 3PL paslaugų.

Skaičiavimai. Jeigu įmonės transportavimo kaštai vidutiniškai siekia 65 000 Eur per mėnesį, taikant maršrutų optimizavimą galima sutaupyti iki 11 700 Eur per mėnesį. Siuntų konsolidavimas su 3PL tiekėjais gali dar labiau sumažinti kaštus iki 10 proc. arba 6 500 Eur (Chopra, Meindl, 2021). Tai reiškia, kad taikant maršrutų optimizavimą ir siuntų konsolidaciją, galima sumažinti transportavimo išlaidas apie 28proc., kas leidžia efektyviau paskirstyti kaštus tiek nuosavam transportui, tiek 3PL paslaugoms.

Užsakymų vykdymo efektyvumo vertinimas. Efektyvus užsakymų vykdymas Hybrid tiekimo grandinėje priklauso nuo optimalios atsargų paskirstymo strategijos – ABC analizės. Remiantis šia analize, siūlomas prekių skirstymas pagal jų apyvartumo greitį. A kategorijos produktai (didžiausios apyvartos) laikomi 3PL sandėliuose, kad būtų užtikrintas greitas išsiuntimas. B kategorijos produktai derinami tarp nuosavų ir 3PL sandėlių. C kategorijos produktai (mažos apyvartos) laikomi nuosavuose sandėliuose, nes jiems nereikia greito judėjimo. Įmonės, kurios taiko ABC analizę ir tinkamai paskirsto atsargas, gali sumažinti užsakymų vykdymo laiką iki 25 proc. ir išvengti atsargų pertekliaus iki 15 proc. Skaičiavimai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė. Užsakymo vykdymo kaštų vertinimas

Table 2. Evaluation of order's fulfillment

Kategorija <i>Category</i>	Reikšmė <i>Quantity</i>	Pokytis <i>Difference</i>
A kategorijos prekės (greitai judančios, laikomos 3PL sandėliuose) <i>A category (fast moving, kept in 3PL warehouses)</i>	2000	-
B kategorijos prekės (vidutinės apyvartos, laikomos tiek nuosavuose, tiek 3PL sandėliuose) <i>B category (medium moving, kept in both own and 3PL warehouses)</i>	3000	-
C kategorijos prekės (lėtai judančios, laikomos nuosavuose sandėliuose) <i>C category (slow moving, kept in own warehouses)</i>	5000	-
Pradinis užsakymų vykdymo laikas <i>Initial order time</i>	10 dienų <i>10 days</i>	-
Optimizuotas užsakymų vykdymo laikas <i>Optimized order fulfillment time</i>	7,5 dienų <i>7,5 days</i>	-25proc.
Pradinis atsargų kiekis <i>Initial amount of goods</i>	10 000	-
Optimizuotas atsargų kiekis <i>Optimized amount of goods</i>	8 500	-15proc.

Užsakymų vykdymo efektyvumo vertinimas. Efektyvus užsakymų vykdymas Hybrid tiekimo grandinėje priklauso nuo optimalios atsargų paskirstymo strategijos – ABC analizės. Remiantis šia analize, siūlomas prekių skirstymas pagal jų apyvartumo greitį. A kategorijos produktai (didžiausios apyvartos) laikomi 3PL sandėliuose, kad būtų užtikrintas greitas išsiuntimas. B kategorijos produktai derinami tarp nuosavų ir 3PL sandėlių. C kategorijos produktai (mažos apyvartos) laikomi nuosavuose sandėliuose, nes jiems nereikia greito judėjimo. Nagrinėjamoje įmonėje A kategorijai priskiriama apie 2 000 prekių, B kategorijai – apie 3 000, o C kategorijai – apie 5 000 prekių.

Rezultatai. Laikantis tokios strategijos, užsakymų įvykdymo laikas sutrumpėja nuo maždaug 10 iki 7,5 dienos (apie 25 proc.), o bendras atsargų lygis sumažėja nuo maždaug 10 000 iki 8 500 vienetų (apie 15 proc.). Tai reiškia, kad tinkamai valdant prekių paskirstymą pagal ABC analizę, įmonė gali reikšmingai sutrumpinti užsakymų įvykdymo laiką ir sumažinti perteklines atsargas, užtikrindama efektyvesnį tiekimo grandinės valdymą.

Tai reiškia, kad tinkamai valdant prekių paskirstymą pagal ABC analizę, įmonė gali sumažinti užsakymų vykdymo laiką ir atsargų perteklių, užtikrindama efektyvesnį tiekimo grandinės valdymą.

Kaštų optimizavimo strategijos. Siekiant optimizuoti Hybrid tiekimo grandinės kaštus, rekomenduojama: mažinti 3PL sandėliavimo apimtis, laikant lėtai judančias prekes nuosavuose sandėliuose. Optimizuoti transporto maršrutus, pasitelkiant dinaminį planavimą. Taikyti AI prognozavimo modelius, kad būtų išvengta per didelių atsargų ir užtikrintas optimalus paskirstymas tarp nuosavų ir 3PL sandėlių.

3 lentelė. Optimizuoto tiekimo grandinės modelio kaštų vertinimas

Table 3. Evaluation of optimized supply chain costs

Rodiklis <i>Measure</i>	Reikšmė, EUR <i>Quantity, EUR</i>	Pokytis, proc. <i>Difference, proc.</i>
Pradiniai 3PL sandėliavimo kaštai <i>Initial 3PL warehousing costs</i>	5 000	-
Sutaupoma dėl sandėliavimo optimizavimo <i>Savings due to optimization of warehouses</i>	-1 500	-30proc.
Pradiniai transportavimo kaštai <i>Initial transportation costs</i>	50 000	-
Sutaupoma dėl maršrutų optimizavimo <i>Savings due to optimization of transportation</i>	-9 000	-18proc.
Sutaupoma dėl AI prognozavimo modelių <i>Savings due to AI forecasting models</i>	-5 500	-10proc.
Bendri kaštai prieš optimizaciją <i>Total costs before optimization</i>	55 000	-
Bendri kaštai po optimizacijos <i>Total costs after optimization</i>	39 000	-29proc.

Hybrid tiekimo grandinės modelis leidžia įmonėms sumažinti tiekimo kaštus, optimizuoti atsargas ir padidinti transportavimo efektyvumą. Tinkamai derinant nuosavus sandėlius ir 3PL tiekėjus, galima pasiekti kaštų mažinimą nuo 15 proc. iki 30 proc., priklausomai nuo įmonės veiklos specifikos ir logistikos strategijų. Skaičiavimai pateikiami 3 lentelėje.

Optimalus prekių paskirstymas

Optimalus prekių paskirstymas Hybrid (Leagile) tiekimo grandinėje yra esminis veiksnys, lemiantis kaštų optimizavimą, pristatymo efektyvumą ir sandėliavimo išteklių valdymą. Tinkamai suplanuotas paskirstymas leidžia sumažinti per dideles atsargas, užtikrinti greitesnį užsakymų įvykdymą ir optimizuoti transportavimo procesus.

Hybrid modelis apjungia tiek Lean (taupią), tiek Agile (lanksčią) tiekimo grandinės strategijas. Tai reiškia, kad prekių paskirstymas priklauso nuo jų apyvartumo, paklausos ir ekonominių sąnaudų. A kategorijos produktai (greitai judančios prekės) turėtų būti laikomi 3PL sandėliuose, kad būtų užtikrintas greitas išsiuntimas klientams. B kategorijos produktai (vidutinės apyvartos prekės) paskirstomi tarp nuosavų ir 3PL sandėlių, priklausomai nuo sezoniskumo ir užsakymų dažnumo. C kategorijos produktai (lėtai judančios prekės) laikomi nuosavuose sandėliuose, kad sumažintų saugojimo kaštus 3PL infrastruktūroje.

Paskirstymo strategijos optimizavimas remiasi ABC analize ir atsargų valdymo modeliais. Paskirstymo strategijos modelis pateikiamas 4 lentelėje. Įmonės prekės pagal apyvartumo greitį suskirstytos į 3 kategorijas. A kategorija pasižymi itin greitu apyvartumu, todėl šioms prekėms reikalingos atitinkamos sandėliavimo sąlygos, kurių pati įmonė neturi. B kategorijos prekes įmonė gali sandėliuoti pas save, tačiau dėl jų apyvartumo įmonei atsiranda papildomų iššūkių jas realizuojant laiku. Optimaliausia dalį šių prekių taip pat perkelti į 3PL tiekėjų sandėlius. Skaičiavimuose laikoma, kad viena paletė talpina 50 prekių vienetų, o vienos paletės saugojimo 3PL sandėliuose kaina 5 EUR/mėn. Vertinimas sandėliavimo kaštų skirtumas į 3PL sandėlius perkeltiant dalį (50 proc.) B kategorijos prekių (I scenarijus) arba visas B kategorijos prekes (II scenarijus).

4 lentelė. Paskirstymo strategijos optimizavimas

Table 4. Optimization of distribution strategy

Prekės kategorija Category of goods	Prekės, vnt. Goods, units	Prekės, proc.. Goods, proc.	Palečių kiekis Number of pallets	I scenarijus Scenario I	II scenarijus Scenario II
A	2000	20 proc.	40	200 EUR	200 EUR
B	3000	30 proc.	60	150 EUR	300 EUR
C	5000	50 proc.	100	- EUR	- EUR

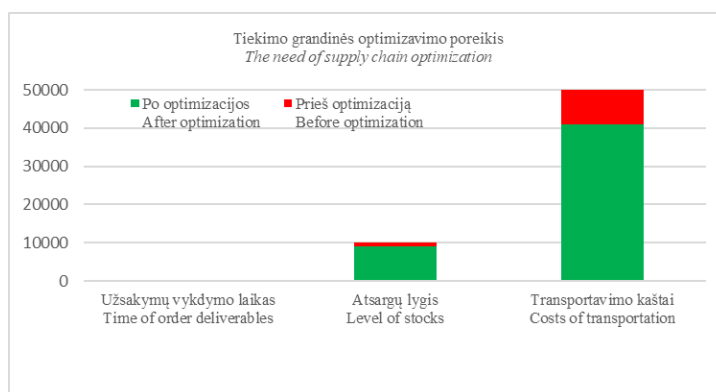
Taigi, apibendrinant, jeigu įmonė perkelia visas A kategorijos prekes į 3PL sandėlius, o B paskirsto per pusę, bendra sandėliavimo kaina būtų 350 Eur/mėn. vietoj 500 Eur/mėn., jeigu viskas būtų 3PL infrastruktūroje.

Prekių judėjimas tarp sandėlių ir klientų taip pat turi būti optimizuotas pagal užsakymų dažnumą ir pristatymo sąlygas. Tiesioginiai pristatymai iš gamyklos efektyviausi, kai gamyba nespėja pagaminti atsargų sandėliavimui. 3PL sandėlių paskirstymas turėtų būti naudojamas, kai užsakymai yra skubūs ir reikalauja greito įvykdymo. Konsoliduotas pristatymas naudingas, kai galima sujungti kelis mažesnius užsakymus į vieną didelę siuntą. Efektyvus prekių paskirstymas leidžia sumažinti vidutinį užsakymo vykdymo laiką 25 proc., šie skaičiavimai pagrįsti įvairiais atsargų valdymo metodais, tarp jų ir ABC analize. ABC analizė, pagrįsta Pareto principu, leidžia įmonėms suskirstyti atsargas į tris kategorijas (A, B ir C) pagal jų apyvartumą, taip sumažinant atsargų lygį ~15 proc. per metus, o transportavimo kaštus sumažinti 18 proc., taikant maršrutų optimizavimą (žr. 5 lentelę).

5 lentelė. Prekių paskirstymo optimizacija

Table 5. Optimization of goods distribution

	Pradinė reikšmė Initial value	Po optimizacijos After optimization	Pokytis, proc. Difference, proc.
Vidutinio užsakymo vykdymo laikas (dienos) Average order fulfillment time (in days)	10	7,5	-25 proc.
Atsargų lygis (vnt.) Amount of goods (units)	10 000	8 500	-15 proc.
Transportavimo kaštai (EUR) Transportation costs	50 000	41 000	-18 proc.



Šaltinis: sudarytas darbo autoriaus
Source: created by the author

2 pav. Tiekimo grandinės optimizavimo poveikis

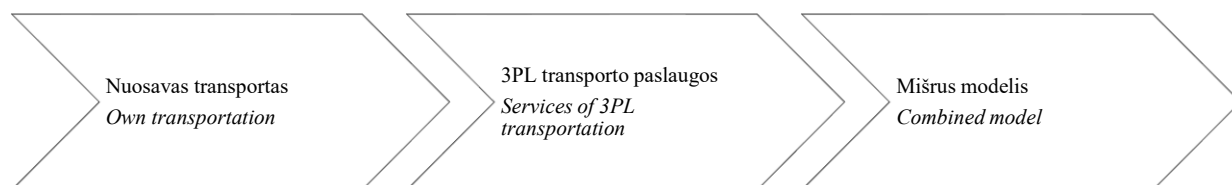
Fig. 2. Impact of supply chain optimization

Taigi, Hybrid tiekimo grandinės modelis leidžia subalansuoti prekių paskirstymą tarp 3PL ir nuosavų sandėlių, taip sumažinant logistikos kaštus ir padidinant užsakymų įvykdymo greitį. Skaičiavimai rodo, kad tinkamai pritaikius Hybrid modelį, įmonė gali sumažinti sandėliavimo kaštus nuo 15 proc. iki 30 proc., priklausomai nuo prekių grupių ir jų laikymo strategijos.

Transportavimo optimizavimas

Transportavimo optimizavimas Hybrid (Leagile) tiekimo grandinėje yra vienas svarbiausių veiksnių, leidžiančių sumažinti logistikos kaštus, pagerinti pristatymo efektyvumą ir optimizuoti išteklių paskirstymą. Efektyvus transporto valdymas apima tinkamų transporto priemonių naudojimą, dinaminį maršrutų planavimą, transporto konsolidavimą ir inovatyvių technologijų taikymą.

Hybrid (Leagile) modelis remiasi tiek Lean (taupios), tiek Agile (lanksčios) tiekimo strategijomis, todėl transporto sprendimai priklauso nuo užsakymų pobūdžio ir geografinės paskirties (žr. 3 pav.)



Šaltinis: sudarytas darbo autoriaus
Source: created by the author

3 pav. Galimi transportavimo sprendimai
Fig. 3. Optimal solutions for transportation

Nuosavas transportas užtikrina stabilų tiekimą, tačiau reikalauja didelių investicijų į sunkvežimius, vairuotojus ir kuro sąnaudas. 3PL transporto paslaugos leidžia lanksčiau planuoti pristatymus, tačiau gali kelti riziką dėl ilgalaikių sutarčių kaštų ir pristatymo patikimumo. Mišrus modelis pasižymi tuo, kad dalis prekių pristatoma naudojant nuosavą transportą, o piko metu arba didesniems užsakymams naudojamos 3PL paslaugos.

Transportavimo kaštų optimizavimas priklauso nuo kelio maršrutų, transporto priemonių išnaudojimo ir siuntų konsolidavimo. Modeliuojama, kad įmonės mėnesiniai transportavimo kaštai sudaro 50 000 Eur, o optimizavimo tikslas yra sumažinti šias išlaidas 15–20 proc.

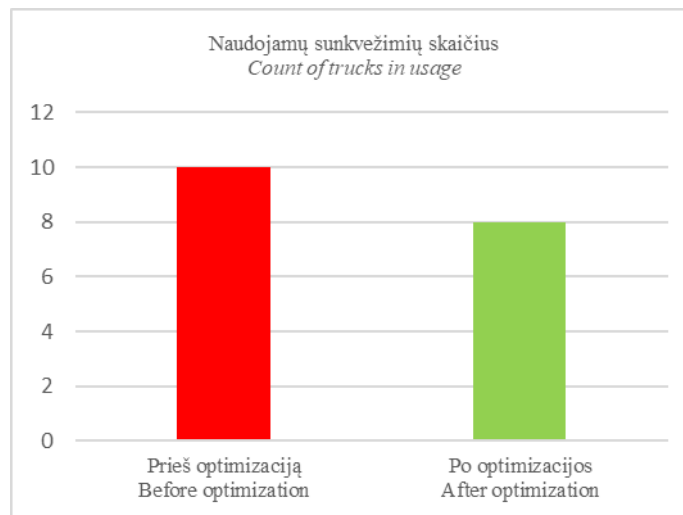
Dinaminis maršrutų planavimas leidžia ne tik sumažinti tuščius reisus ir maksimaliai išnaudoti transporto priemonių pajėgumus, bet ir optimizuoti pristatymo taškų seką pagal geografinius ir eismo duomenis. Be to, tai padeda sumažinti degalų sąnaudas ir CO₂ emisijas. Skaičiavimai pateikiami 6 lentelėje.

Modeliuojama, kad vidutinis vieno maršruto atstumas yra 300 km, kuro sąnaudos 30 l/100 km, o vidutinė degalų kaina 1,7 Eur/l. Įmonė per mėnesį įvykdo 500 reisų. Pastovios transporto priemonių parko išlaikymo išlaidos siekia 12 000 Eur/mėn. Vairuotojų atlyginimams skiriama 12 400 Eur. Modeliuojami scenarijai, kai: I – visas transportavimą vykdo pati įmonė, II – 20proc., t.y. 300 maršrutų perduodama 3PL tiekėjams ir III – 50 proc. arba 750 maršrutų perduodama.

6 lentelė. Transportavimo optimizavimas
Table 6. Optimization of transportation

	I scenarijus (nuosavas transportas) <i>Scenario I (Own transportation)</i>	II scenarijus (tik 3PL) <i>Scenario II (3 PL)</i>	III scenarijus (mišrus modelis) <i>Scenario III (combined model)</i>
Nuosavas transportas, EUR <i>Own transportation, EUR</i>	50 000	0	25 000
3PL paslauga, EUR <i>3PL service, EUR</i>	0	48 000	20 000
Mišrus modelis, EUR <i>Combined model, EUR</i>	0	0	0
Bendri kaštai, EUR <i>Total costs, EUR</i>	50 000	48 000	45 000

Transporto konsolidavimas leidžia sujungti kelis krovinius į vieną didesnę vežimą, taip mažinant pristatymo dažnumą ir mažinant krovinių gabenimo išlaidas.



Šaltinis: sudarytas darbo autoriaus
Source: created by the author

4 pav. Transportavimo poreikio mažėjimas
Fig. 4. Decrease of transportation needs

Transportavimo optimizavimą galima sustiprinti remiantis technologijomis. Transporto valdymo sistemos (arba TMS) leidžia realiuoju laiku stebėti maršrutus, transporto užimtumą ir pristatymo efektyvumą. GPS sekimo sistemos užtikrina transporto stebėjimą ir maršrutų analizę. Dirbtinio intelekto (angl. Artificial Intelligence, toliau – AI) algoritmai padeda prognozuoti paklausą ir optimaliai paskirstyti siuntas.

Tyrimai rodo, kad įmonės, įdiegusios TMS sistemas, sumažina transportavimo kaštus vidutiniškai 10–15 proc. (Ivanov et al., 2020).

Remiantis atlikta analize, galima daryti išvadas, kad dinaminis maršrutų planavimas sumažina kuro sąnaudas ir transportavimo laiką, leidžiant sutaupyti iki 9 200 Eur per mėnesį. Transporto konsolidavimas mažina vežimų skaičių ir taupo vidutiniškai 9 000 Eur per mėnesį. Technologijų taikymas leidžia sumažinti bendras transportavimo išlaidas iki 15 proc., o tai per metus sudaro apie 90 000–100 000 Eur. Efektyviai valdant transporto išteklius Hybrid (Leagile) tiekimo grandinėje, galima sumažinti bendras transportavimo išlaidas nuo 15 proc. iki 25 proc., priklausomai nuo optimizavimo strategijų ir technologijų taikymo.

Išvados

1. Esminius logistikos kaštus Hybrid (Leagile) tiekimo grandinėje sudaro: transportavimo ir sandėliavimo kaštai. Transportavimo kaštus sudaro įskaitant kuro sąnaudas, vairuotojų darbo užmokestį, maršrutų optimizavimo išlaidas ir 3PL paslaugų tarifai. Sandėliavimo kaštai susiję su nuosavų sandėlių priežiūra, nuoma, energijos sąnaudomis bei 3PL tiekėjų sandėliavimo mokesčiais už vienetą prekių.

2. Pagrindiniai prekių paskirstymo strategijų skirtumai tarp nuosavų sandėlių ir 3PL tiekėjų yra: lankstumas – 3PL tiekėjai suteikia didesnę gebėjimą prisitaikyti prie paklausos svyravimų, tačiau mažina kontrolę, taip pat kaštų struktūra – nuosavi sandėliai reikalauja fiksuotų ilgalaikių investicijų, o 3PL paslaugos turi kintamus kaštus, priklausančius nuo naudojamos talpos ir logistikos srutų. Svarbu paminėti ir užsakymų įvykdymo greitį – 3PL sandėliai gali būti strategiškai išdėstyti arčiau klientų, taip sutrumpinant pristatymo laiką.

3. Efektyviausias pasiskirstymas pasiekiamas taikant ABC analizę ir Hybrid (Leagile) modelį – A kategorijos prekės laikomos 3PL sandėliuose dėl greito pristatymo, B kategorijos prekės paskirstomos mišriai, o C kategorijos – nuosavuose sandėliuose dėl mažo apyvartumo. Toks paskirstymas padeda sumažinti užsakymų vykdymo laiką iki 25 proc., atsargų kiekį – iki 15 proc. ir užtikrinti kaštų kontrolę bei tiekimo lankstumą.

4. Dėl optimalaus Hybrid (Leagile) tiekimo grandinės taikymo rekomenduojama: didžiausios apyvartos prekes laikyti 3PL sandėliuose, kad užtikrintų greitą užsakymų vykdymą, vidutinės apyvartos prekes paskirstyti tarp nuosavų ir 3PL sandėlių, atsižvelgiant į sezoniskumą, o lėtai judančias prekes laikyti nuosavuose sandėliuose, siekiant sumažinti 3PL sandėliavimo kaštus. Tokiu būdu galima sutaupyti iki 15–30proc. bendrų logistikos kaštų, priklausomai nuo užsakymų apimtys ir tiekimo grandinės efektyvumo.

Literatūra

- 1.Christopher, M. (2019). *Logistics & Supply Chain Management*. Pearson Education.
- 2.Chopra, S., & Meindl, P. (2001). Strategy, planning, and operation. *Supply Chain Management*, 15(5), 71-85..
- 3.Ivanov, D., Tsipoulaidis, A., Schönberger, J., Ivanov, D., Tsipoulaidis, A., & Schönberger, J. (2021). *Basics of supply chain and operations management* (pp. 3-19). Springer International Publishing

4. Ross, D. F. (2020). *Distribution Planning and Control: Managing in the Era of Supply Chain Management*. Springer.
5. Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2019). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*. McGraw-Hill.
6. Stadtler, H. (2021). *Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts, Models, Software, and Case Studies*. Springer.
7. Wanke, P., & Zinn, W. (2022). *Strategic Logistics Management: A Supply Chain Perspective*. Routledge.

EVALUATION OF HYBRID (LEAGILE) SUPPLY CHAIN EFFICIENCY

Abstract

In this article there is presented analysis of management approach of Hybrid (Leagile) supply chain when the company combines own storage and transportation with third party services (also known as – 3PL). There are discussed main issues related to order distribution, costs of transportation and optimization of storage. Economic analysis methods are used in the article with purpose to distinguish optimal distribution model between own storage and 3PL suppliers. The results reveal that if Hybrid (Leagile) supply chain model is planned accurately it might reduce costs of logistics by 15-30proc. and increase deliverables efficiency.

Keywords: Hybrid (Leagile), supply chain, costs of logistics, 3PL, storage, warehouses, optimization of transportation