EFOS
Ekonomski fakultet
u Osijeku

Model učinkovitosti logističkih procesa poduzeća u opskrbnom lancu

Adam Kolíński

Adam Koliński

Model učinkovitosti logističkih procesa poduzeća u opskrbnom lancu

Osijek 2026

Autor:
dr. hab. inż. Adam Koliński, prof.

Izdavač:
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Ekonomski fakultet u Osijeku
Trg Ljudevita Gaja 7, 31 000 Osijek

Nakladnička cjelina: EKONOMIJANA

Za izdavača:
prof. dr. sc. Sunčica Oberman Peterka, dekanica, Ekonomski fakultet u Osijeku

Urednik:
Prof. dr. sc. Davor Dujak

Recenzenti:
Prof. dr. hab. Jarosław Witkowski
Prof. dr. hab. Artur Świerczek

Slog, prijelom, dizajn korica i tisak:
Adam Koliński

Prijevod:
Konrad Komorniczak

Lektura hrvatskoga teksta:
Konrad Komorniczak

ISBN 978-953-253-228-9
e-ISBN 978-953-253-229-6

CIP zapis dostupan je u računalnom katalogu Gradske i sveučilišne knjižnice Osijek pod brojem 991006044845709366.

Odobreno Odlukom Fakultetskog vijeća Ekonomskog fakulteta u Osijeku, KLASA 007-02/20-01/02, URBROJ: 2158-96-01-26-83 na 3. izvanrednoj sjednici Fakultetskog vijeća u akademskoj 2025./2026. godini održanoj dana 15. lipnja 2026. godine.

Za stavove iznesene u ovoj knjizi odgovoran je autor i ti stavovi ne moraju izražavati stavove izdavača.
© Sva prava pridržana. Nijedan dio ovog djela ne smije se reproducirati ni prenositi ni u kojem obliku bez prethodne pisane suglasnosti autora.

SADRŽAJ

Uvod 5

1. Tipologija učinkovitosti logističkih procesa u znanosti o menadžmentu . .13
   1.1. Problem definiranja učinkovitosti logističkih procesa 13
   1.2. Financijska likvidnost i učinkovitost poduzeća i opskrbnog lanca 22
   1.3. Učinkovitost opskrbnih lanaca na strateškoj razini 31
2. Učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu 47
   2.1. Učinkovitost opskrbnih procesa. 50
   2.2. Učinkovitost proizvodnih procesa 69
   2.3. Učinkovitost distribucijskih procesa 89
3. Tokovi informacija koji određuju učinkovitost opskrbnog lanca 117
   3.1. Uloga podataka i informacija u procesu donošenja odluka 117
   3.2. Identifikacija prepreka i problema u integraciji protoka informacija u opskrbnom lancu 125
   3.3. Potrebe za procjenom učinkovitosti u slučaju nedostatka protoka informacija 138
4. Modeliranje analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima 153
   4.1. Osnovne pretpostavke modeliranja analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu 153
   4.2. Referentni model za učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu . 156
   4.3. Organizacijski model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu 160
5. Provjera modela učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu . . 189
   5.1. Metodologija provođenja verifikacijskih ispitivanja. 189
   5.2. Učinkovitost intermodalnih opskrbnih lanaca – strateški pristup. 195
   5.3. Analiza učinkovitosti procesa narudžbe za gotovinu u opskrbnom lancu . 209

5.4. Analiza učinkovitosti nabave rezervnih dijelova u proizvodnji 222
5.5. Analiza učinkovitosti aktivnosti u području proizvodnih procesa 230
5.6. Učinkovitost provedbe distribucijskih procesa od strane 4PL logističkog operatera 238

Zaključak 247

Rječnik najvažnijih pojmova 251

Popis tablica 257

Popis slika 261

Literatura 267

UVOD

Provedba logističkih procesa usmjerena je na poboljšanje i racionalizaciju protoka roba i usluga u opskrbnom lancu. To je osnova za učinkovito funkcioniranje poduzeća u tržišnom okruženju. Osnovno mjerilo provedbe logističkih procesa je razina usluge krajnjem kupcu, koja ima izravan utjecaj na aktivnosti u cijelom opskrbnom lancu. To je povezano s vodećom ulogom klijenta u specificiranju potreba, što je neophodno za pravilan protok informacija u cilju plaćanja roba ili usluga.

Upravljanje logistikom je element upravljanja opskrbnim lancem usmjeren na planiranje, upravljanje i implementaciju poboljšanja i kontrolu učinkovitog protoka robe duž lanca opskrbe (uzimajući u obzir i obrnuti tok), kao i na skladištenje robe i integraciju informacija u implementiranim procesima (uzimajući u obzir očekivanja krajnjih kupaca). Upravljanje logistikom ima integrativnu funkciju koja se sastoji od koordinacije i optimizacije svih logističkih aktivnosti, kao i kombiniranja logističkih aktivnosti s drugima, uključujući upravljanje, proizvodnju, prodaju, financije i informacijske tehnologije (Vitasek, 2003, str. 74).

Znanstvenim istraživanjem mogu se identificirati mnogi čimbenici koji izravno ili neizravno utječu na poboljšanje cjelokupnog logističkog procesa u opskrbnim lancima. Što se tiče obilježja menadžmenta koje je definirao P. Drucker (2012, str. 3–5), može se ustvrditi da je jedan od temeljnih ciljeva menadžmenta kontinuirano praćenje i prepoznavanje prilika za poboljšanje. Upravljanje logistikom u opskrbnim lancima stoga treba biti usmjereno na načine poboljšanja učinkovitosti aktivnosti, kako u poduzećima koja su poslovni partneri tako i u cjelokupnom opskrbnom lancu, kao i na kontinuirano praćenje i evaluaciju postignutih rezultata.

U znanstvenoj literaturi postoje pokušaji da se odredi opseg istraživanja učinkovitosti logističkih procesa u smislu kako upravljanja poduzećem (Borowiec, 2010) tako i cjelokupnog opskrbnog lanca (Li & O'Brien, 1999), ali nisu rezultirati razvojem sveobuhvatnog modela za analizu učinkovitosti procesa. Uzimajući u obzir specifičnost logističkih procesa implementiranih u opskrbnom lancu, upravljanje logistikom treba uključiti ne samo ključne procese koji su temelj poslovanja i jamče kontinuitet protoka roba i usluga, već i pomoćne procese koji također utječu na potencijalna poboljšanja.

Zbog utjecaja pojedinih logističkih procesa na cjelokupni opskrbni lanac, potrebno je razlikovati sljedeće ciljeve upravljanja logistikom:

- osiguranje kontinuiteta protoka roba i usluga,
- održavanje visoke kvalitete isporučene robe i usluga,
- minimizacija zaliha,
- učinkovito i pravedno korištenje resursa,
- povećanje pouzdanosti i pravodobnosti isporuka i skraćivanje vremena njihove provedbe,
- racionalizacija nastalih troškova,
- eliminacija otpada u logističkim procesima.

U eri kontinuiranog tehnološkog napretka i informatizacije procesa koji se odvijaju u poduzećima, treba istaknuti da su najvažniji ciljevi sa stajališta donošenja upravljačkih odluka sljedeći:

- praćenje procesa protoka roba i usluga,
- stalna kontrola pojavnih odstupanja od planova i standarda,
- nadziranje protoka informacija o učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

Analiza učinkovitosti zahtijeva kako operativne podatke o organizacijskom procesu, podržane pomoćnim i servisnim procesima, tako i podatke koje generira informacijski sustav kako bi se zajamčila njihova pouzdanost i pravovremenost. Iz tog razloga, analiza učinkovitosti trebala bi u konačnici uzeti u obzir i fizički i protok informacija, kao i povratne sprege koje se pojavljuju.

Istraživački problem koji je identificiran tijekom proučavanja literature te istraživanja i analize gospodarske prakse uočen je metodom procjene učinkovitosti logističkih procesa, uzimajući u obzir analizu ovisnosti koje se javljaju unutar pojedinih faza toka materijala (opskrba, proizvodnja, distribucija) i veze s tim procesima unutar cjelokupnog opskrbnog lanca koji utječu na kontinuitet protoka roba i usluga.

Prema metodologiji znanstvenog istraživanja (Witczak, 2014, str. 73), ovaj problem treba svrstati u normativne kategorije, jer određuje potrebu formuliranja modela uzorka određenog sustava. Normativne probleme treba poduprijeti rješavanjem kognitivnog problema stjecanja znanja o razlozima ponašanja pojedinih sustava. Kognitivno znanstvenu prirodu prikazanog istraživačkog problema određuju sljedeće značajke:

- potreba da se opiše stanje nesigurnosti vezano uz korištenje postojećih znanstvenih spoznaja i da se iste dopune u smislu preciznog definiranja učinkovitosti logističkih procesa i logičke ispravnosti formuliranih koncepata. Definicija učinkovitosti procesa u literaturi je nejasno definirana i često se poistovjećuje s efektivnošću i učinkovitošću, što otežava provođenje pouzdanih istraživanja u ovom području. Dodatno, svaka faza toka materijala u opskrbnom lancu analizira se zasebno, što nosi rizik neuspjeha identificiranja kompromisnih veza između procesa,
- rijetkost korištenja analiza učinkovitosti procesa kako u znanstvenim istraživanjima tako i u poslovnoj praksi unatoč brojnim literaturnim referencama. Dugi niz godina pitanje učinkovitosti procesa u literaturi se obrađuje fragmentarno, u smislu navedenih faza toka materijala, kao i opsega provedenih analiza.

Cilj istraživanja bio je provesti višesmjernu analizu i procjenu učinkovitosti logističkih procesa poduzeća te razviti referentni model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima, uzimajući u obzir faze toka materijala i popratnih informacija i financijskih tokova.

Treba napomenuti da je razvijeni referentni model usmjeren na pretvorbu strateških ciljeva u operativne aktivnosti, uvažavajući važnost pokazatelja uspješnosti i potrebu standardizacije logističkih procesa u pojedinim fazama toka materijala. Također, provedenim istraživanjem razvijen je organizacijski model koji omogućuje primjenu i provjeru koncepta kreiranog referentnog modela u gospodarskoj praksi poduzeća.

Specifičnost analize učinkovitosti logističkih procesa tiče se problema međuovisnosti između specifičnih varijabli i pojava, što određuje formuliranje istraživačkih pitanja kao dijela istraživačkog procesa (Apanowicz, 2002, str. 106). Testovi koje je autor proveo u sklopu brojnih istraživačko-razvojnih projekata, kao i suradnja s gospodarskom praksom na području reorganizacije logističkih procesa poduzeća u opskrbnim lancima, omogućila je formuliranje osnovnih istraživačkih pitanja:

P1. Kako treba definirati analizu i procjenu učinkovitosti logističkih procesa poduzeća u smislu cjelokupnog opskrbnog lanca?

P2. Koji bi trebao biti opseg analize i procjene učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima?
P3. Koje elemente treba sadržavati referentni model učinkovitosti logističkih procesa poduzeća u opskrbnom lancu?

Istraživačka pitanja ilustriraju istraživački jaz uočen tijekom višegodišnjeg istraživanja. U znanstvenoj literaturi ne postoji jasno rješenje o opsegu i načinu analize i procjene učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima. Nedostatak preciznih teorijskih naznaka stoga onemogućuje izradu i provedbu analize učinkovitosti logističkih procesa u poslovnoj praksi.

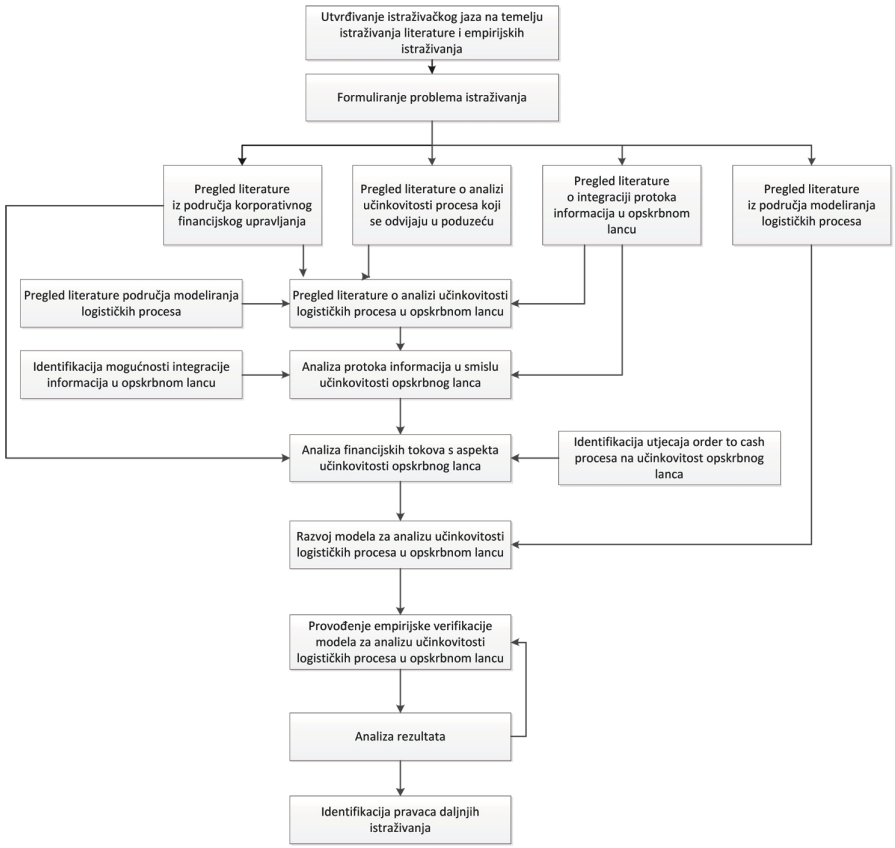
Pri izradi analize utjecaja pojedinih čimbenika na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima, prije svega treba uzeti u obzir vjerodostojnost i učinkovitost istraživačkih metoda koje se koriste u metodologiji upravljačkih znanosti (Miner, 1984). S metodološkog gledišta, vjerodostojnost korištenih istraživačkih metoda može se analizirati u smislu njihove valjanosti i pouzdanosti (Sułkowski, 2015, str. 33). Razina bitnosti uključuje utvrđivanje je li određena metoda ili istraživački alat razvijen na takav način da mjeri ono što je bila svrha mjerenja, dok se pouzdanost odnosi na točnost mjerenja (Hornowska, 2007, str. 45–54). Istraživačke metode korištene za provjeru istraživačkih pitanja uključivale su kako metode preuzete iz drugih znanosti, tako i metode specifične za znanost o menadžmentu (Bednarski, 2001, str. 21). U predstavljenoj monografiji korištene su sljedeće metode istraživanja:

- kritička analiza domaće i inozemne literature o predmetu, koja je imala za cilj procijeniti stanje teorijskih spoznaja i njihovu korisnost u procesu rješavanja problema istraživanja te dobiti znanstvena objašnjenja vezana uz postavljeni spoznajni problem,
- promatranja u poduzećima koja provode logističke procese u opskrbnim lancima, a koja su bila usmjerena na sučeljavanje stanja teorijskih znanja s gospodarskom praksom i specifičnostima promatranih poduzeća,
- metode kvalitativne i kvantitativne analize u obliku ankete radi proširenja promatranja procesa koji se odvijaju u poduzećima,
- mapiranje i modeliranje procesa, koje ima za cilj reproducirati procese implementirane u poslovnoj praksi vezane uz identificirani normativni problem,
- studije slučaja za analizu utjecaja pojedinih faktora i ulaznih podataka na proces,
- metode deduktivnog zaključivanja i komparativne analize na promatračkoj i empirijskoj razini.

Navedene istraživačke metode autor je koristio u okviru istraživačkog rada na Sveučilištu za logistiku u Poznanju i u Istraživačkoj mreži Łukasiewicz – Institut za tehnologiju u Poznanju (bivši Institut za logistiku i skladištenje) u godinama od 2011 do 2022. Istraživanja i promatranja poslovne prakse omogućila su provjeru cjelovitosti opsega provedenih analiza te utvrđivanje utjecaja organizacijskih, informacijskih i financijskih čimbenika na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu. Rezultat ovog istraživanja bio je razvoj koncepta za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, čija je upotrebljivost pojedinih elemenata verificirana u poslovnoj praksi.

Razvijen je model za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, koji omogućuje sintezu pojedinih elemenata važnih sa stajališta specifične prirode istraživanja (Lisiński, 2016, str. 229). Usvojena metodologija istraživanja (slika A) ima za cilj sistematizirati postupke koji se temelje na načelima znanstvenog istraživanja.

Slika A. Metodologija istraživanja



Izvor: vilastita studija.

Korištena metodologija istraživanja predviđa metodološku triangulaciju u obliku kombinacije kvalitativnih i djelomično kvantitativnih metoda dobivanja podataka za analizu. Metodološka triangulacija temelji se na potrebi korištenja međusobno komplementarnih, ali i korektivnih i verifikacijskih metoda (Denzin, 2017, str. 3), što se potvrđuje i u pristupu istraživanjima koja se provode u području analize učinkovitosti logističkih procesa u lanac opskrbe. Pregledom literature o ovoj temi mogu se naći brojne reference na istraživanja koja kombiniraju kvantitativne i kvalitativne metode u jedan istraživački proces (Bryman, 2006; Mangan, Lalwani & Gardner, 2004; Maxwell & Loomis, 2003; Sachan & Datta, 2005; Seuring i Reiner, 2005; Shah i Corley, 2006; Stock, Boyer i Harmon, 2010). Spremnost korištenja različitih metoda preuzetih iz drugih znanstvenih disciplina za objašnjenje istraživačkog problema definira se i kao metodološki pluralizam, što je epistemološki tolerantan pristup istraživanju u području znanosti o upravljanju i kvaliteti (Sułkowski, 2015, str. 35–36). Korištenje različitih istraživačkih metoda i tehnika prikladno je za provođenje analiza u mnogim poddisciplinama menadžmenta i znanosti o kvaliteti, uključujući mjerenje učinkovitosti i učinkovitosti menadžmenta (Armstrong, 2001, str. 3–6), što također određuje odluku o usvajanju takvih pristupa.

Kako bi se postigao željeni rezultat istraživanja, monografija je podijeljena u pet poglavlja. Njezina struktura prikazana je na slici B.

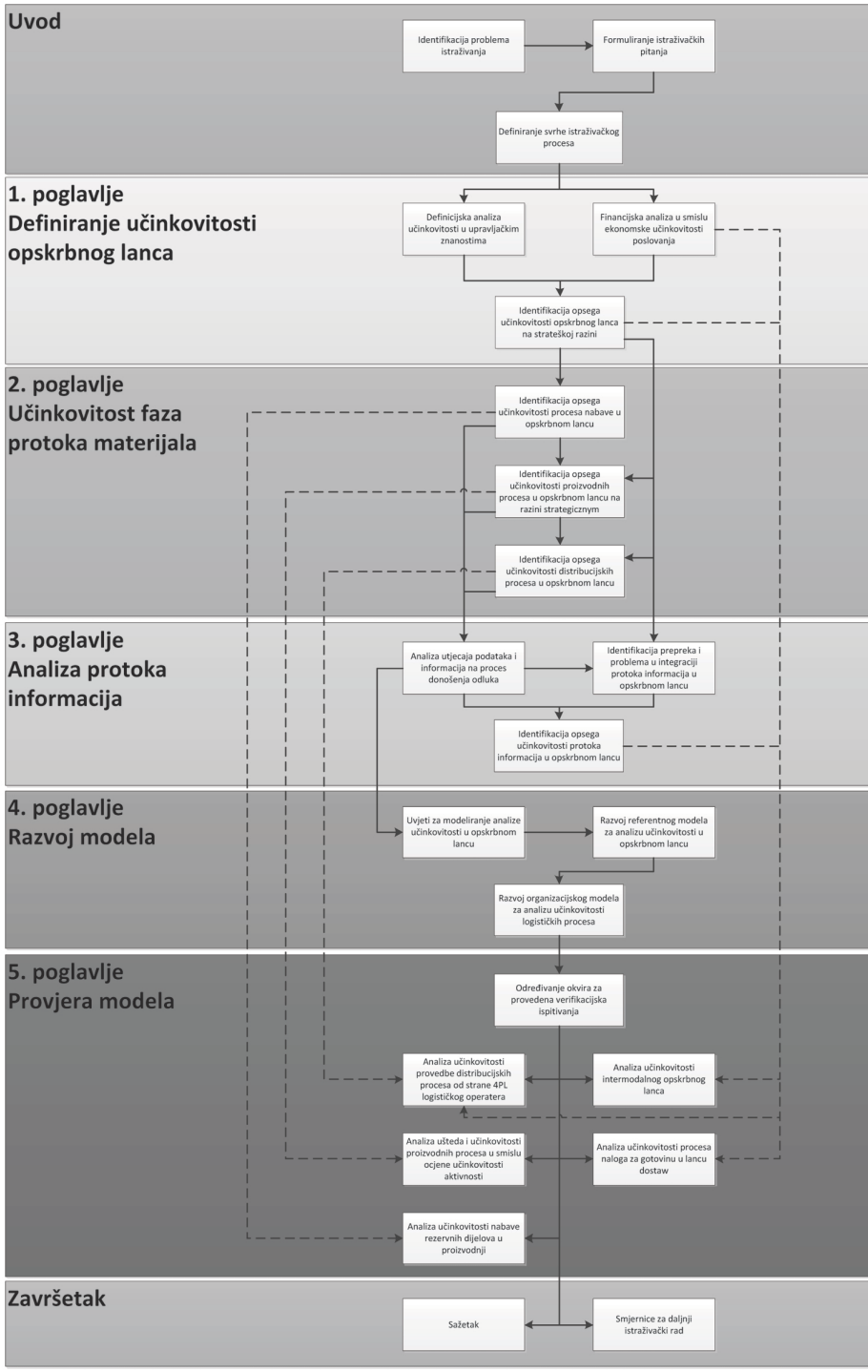
Istraživanje je bilo podređeno prikazanoj logici strukture rada. U prvom poglavlju prikazani su ključni problemi vezani uz definiranje pojma učinkovitosti u menadžmentu i znanostima o kvaliteti, potkrijepljeni detaljnom analizom utjecaja financijskog menadžmenta na učinkovitost poslovnih aktivnosti. Polazište analize bilo je definiranje opsega učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu na strateškoj razini.

Poglavlje 2 sadrži prikaz specifične učinkovitosti procesa koji se odvijaju u pojedinim fazama toka materijala u opskrbnom lancu. Ovo poglavlje, osim kritičkog pregleda literature, sadrži i istraživanja provedena u sklopu različitih istraživačkih i istraživačko-razvojnih projekata, koja su bila usmjerena na prepoznavanje potreba poslovne prakse u transponiranju strateških ciljeva u operativne aktivnosti, stupanj važnosti pokazatelja uspješnosti i potrebe za standardizacijom logističkih procesa u pojedinim fazama toka materijala.

Poglavlje 3 predstavlja problem protoka informacija u opskrbnom lancu. Uz analizu literature o ulozi podataka i informacija u procesu donošenja odluka, predstavljeno je i istraživanje o identifikaciji problema integracije opskrbnog lanca i stupnju važnosti pokazatelja učinkovitosti protoka informacija.

Struktura prva tri poglavlja u skladu je s logikom traženja odgovora na istraživačka pitanja P1 i P2.

Slika B. Struktura istraživačkog rada



Izvor: vilastita studija.

U poglavlju 4 prikazan je referentni model za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, uzimajući u obzir pojedine faze materijalnog toka, kao i opseg integracije informacijskih i financijskih tokova između pojedinih faza opskrbnog lanca. U ovom poglavlju fokus je bio na aspektu modeliranja logističkih procesa u opskrbnom lancu te je prikazan organizacijski model koji omogućuje primjenu i provjeru koncepta razvijenog referentnog modela u gospodarskoj praksi poduzeća.

Cilj 5. poglavlja bio je verificirati razvijeni referentni i organizacijski model korištenjem studija slučaja kao istraživačke metode usmjerene na objašnjavanje procesa koji se odvijaju u poduzećima. Ovo poglavlje analizira učinkovitost i na strateškoj razini – uzimajući u obzir specifičnosti intermodalnog opskrbnog lanca i procesa narudžbe za gotovinu (O2C) i na operativnoj razini – odvajajući specifične čimbenike koji utječu na procese opskrbe, proizvodnje i distribucije. Korelacija i tematska povezanost provedenog istraživačkog rada omogućila je postizanje sinergijskog učinka i razvoj strukture prikazanog referentnog modela te njegovu naknadnu empirijsku provjeru.

Model prikazan u poglavlju 4 i verifikacija njegovog analitičkog opsega provedena u sklopu analize logističkih procesa u pojedinim fazama toka materijala u opskrbnim lancima imali su za cilj odgovoriti na istraživačko pitanje P3.

1.

Tipologija učinkovitosti logističkih procesa u znanosti o menadžmentu

1.1. Problem definiranja učinkovitosti logističkih procesa

Učinkovitost je pojam koji je prilično teško jasno definirati. Osobito u poljskoj literaturi možete pronaći sinonimne koncepte kao što su učinkovitost, efektivnost, racionalnost, produktivnost, prednost, profitabilnost, pouzdanost i efikasnost. Međutim, poistovjećivanje gore navedenih pojmova s pojmom učinkovitosti nije prikladno, jer učinkovitost i djelotvornost ne mjere i ne znače uvijek isto. Učinkovitost je općenitiji koncept (Juzwiszyn, Rybicki & Smoluk, 2005). Tablica 1.1 prikazuje temeljnu razliku između učinkovitosti i gore navedenih pojmova – u znanostima upravljanja i kvalitete, koji se pogrešno tretiraju kao sinonimi.

Tablica 1.1. Razlike u definicijama pojmova usko povezanih s učinkovitošću

Pojmovi	Definicija
Efektivnost	Kvocijent učinka i izdataka za njegovo postizanje
Djelotvornost	Omjer ukupne proizvodnje (proizvoda ili usluga) koju je ostvario neki objekt (zaposlenik ili grupa zaposlenika, tehnički uređaj, pogon i sl.) prema ukupnom vremenu njegovog rada. Učinkovitost je svojstvo objekta koji je uključen u proizvodni proces (npr. zaposlenik, stroj) i na to nema utjecaja hoće li se proizvedeni proizvodi prodati ili ne.
Produktivnost	Omjer obujma proizvodnje proizvedene i prodane (isporučene kupcu) u dotičnom razdoblju i količine ulaznih resursa koji su korišteni i/ili potrošeni u ovom razdoblju
Efikasnost	Stupanj do kojeg proces postiže predviđeni cilj. Učinkovitost se mjeri omjerom postignutog rezultata (npr. proizvodnje) i planiranog rezultata (npr. planiranog obujma proizvodnje).

Pojmovi	Definicija
Profitabilnost	Omjer dobiti koju je zaradilo poduzeće i vrijednosti prodaje, vrijednosti imovine ili vrijednosti kapitala. Zatim govorimo o stopi dobiti (rentabilnosti prodaje), povratu na uloženi kapital odnosno povratu na kapital. Analizirani pokazatelji profitabilnosti mogu uključivati različite vrste dobiti: bruto dobit, neto dobit i operativnu dobit. Budući da je glavni cilj vođenja poduzeća stvaranje dobiti, pokazatelji profitabilnosti imaju vrlo važnu ulogu u ocjeni funkcioniranja poduzeća.
Pouzdanost	Sposobnost obavljanja zadataka podrške bez kvara u utvrđenim uvjetima tijekom određenog vremenskog razdoblja
Učinkovitost	Univerzalna mjera koja se koristi za ocjenu funkcioniranja organizacije u smislu učinkovitosti, profitabilnosti i ekonomičnosti
Racionalnost	Implementacija optimalnog ponašanja sa stajališta maksimiziranja stupnja ostvarenja cilja uz raspoložive izdatke, odnosno postizanje određenog stupnja cilja uz minimiziranje nastalih izdataka
Prednost	Razlika između korisnog rezultata i nastalih troškova aktivnosti. Korisni rezultat i troškovi djelovanja uzimaju u obzir, za razliku od ekonomije, materijalne i moralne aspekte

Izvor: vlastita studija prema: Chojnacka, 2014; Kosieradzka, 2012; Lis 1999; Nowakowski, 2011; Rudnički, 2000; Zieleniewski, 1969.

U ekonomskom smislu, učinkovitost je rezultat ekonomske aktivnosti poduzeća, što je omjer dobivenog učinka i nastalih izdataka (Szafrański, 2007, str. 47):

$$E = \frac{e}{n} \tag{1}$$

Gdje:
E – učinkovitost,
e – učinci,
n – rashod.

Stoga možemo reći da je učinkovitost mjerenje (obično izraženo u postocima) stvarnog outputa (obujam proizvodnje, obujam proizvoda isporučenih kupcu, itd.) prema standardnom, očekivanom outputu. Učinkovitost mjeri koliko dobro proces funkcionira u odnosu na postojeće standarde. Za razliku od učinkovitosti, produktivnost mjeri output u odnosu na određeni input (npr. obrađene tone po satu rada). Učinkovitost je omjer (American Production and Inventory Control Society, 2010, str. 48):

- jedinice koje su stvarno proizvedene ili isporučene prema standardnoj stopi koja se očekuje u određenom razdoblju (1),
- standardne sate rada (sukladno usvojenim standardima) na stvarni broj sati rada, pri čemu duže vrijeme znači manju učinkovitost (2),

- stvarna vrijednost jedinica proizvedenih/isporučenih prema standardnoj vrijednosti tijekom razdoblja (3)[1].

Učinkovitost se može analizirati u različitim dimenzijama i perspektivama. Analiza literature o ovoj temi ukazuje na različite definicijske osnove, opseg i metode mjerenja učinkovitosti (Dyduch & Kozłowska, 2011). Iz tog razloga, u nastavku se pokušava katalogizirati odabrane pristupe učinkovitosti. Često korišteni pristup učinkovitosti je podjela koju predstavlja E. Skrzypek (2000, str. 216–218), koji razlikuje:

- operativna učinkovitost – u pogledu procjene učinkovitosti rada, smanjenja troškova, smanjenja gubitaka i skraćivanja duljine proizvodnih ciklusa,
- tržišna učinkovitost – određena razlikovanjem elemenata čijom se analizom može procijeniti ova učinkovitost kao pokazatelj tržišnog uspjeha. Ovi elementi uključuju: proizvod, reputaciju, troškove, individualizaciju usluge, savjetovanje, tržišni udio itd.
- dinamička učinkovitost – koristi se za mjerenje tempa kojim tvrtka razvija nove proizvode i osvaja tržišta, stvara ili stječe nove tehnologije i vještine,
- financijska učinkovitost – nedefinirana, neobjašnjena, kritizirana u literaturi o ovoj temi kao nedovoljna.

U literaturi o ovoj temi postoje mišljenja da je gornja podjela pristupa učinkovitosti poseban slučaj ekonomske učinkovitosti (Szafrański, 2007, str. 46). Na temelju analize stanja znanja možemo se složiti s mišljenjem da su tržišna i financijska učinkovitost zapravo detaljni slučajevi analizirani u okviru ekonomske učinkovitosti.

Također je potrebno prikazati podjelu učinkovitosti koju su predstavili A. Ćwiąkała-Małys i W. Nowak (2009, str. 170–171), a koja razlikuje:

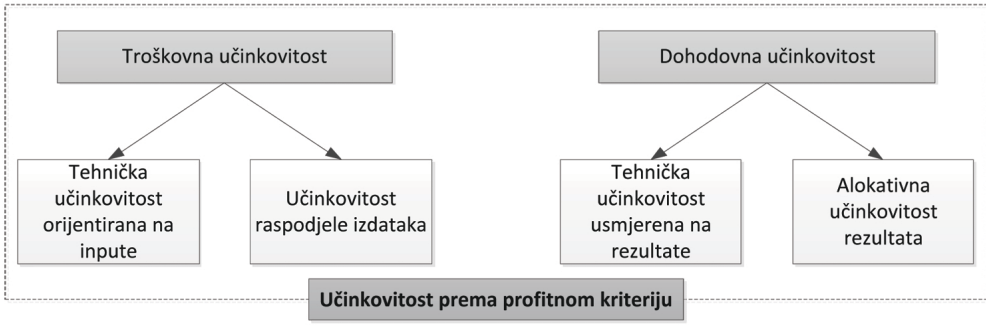
- tehnička učinkovitost – nastaje kada je nemoguće povećati razinu jednog rezultata ili smanjiti jedan od inputa, a da se istovremeno ne smanji razina drugog rezultata ili poveća razina drugog inputa,
- isplativost – vezano uz pitanje minimiziranja troškova. Troškovna učinkovitost izračunava se kao kvocijent najnižeg troška (vrijednosti inputa koji minimizira trošak) i stvarnog troška koji je gospodarski subjekt imao,

[1] Primjeri primjene tri mjerenja učinkovitosti: (1) Standard je proizvesti 100 komada na sat, a u jednoj osmosatnoj smjeni proizvede se 780 komada – učinkovitost je 780/800 (97,5%). (2) Izvedeni rad je trajao 8,2 sata, a standardno trajanje ovog rada je 8 sati – učinkovitost je 8/8,21 (97,5%). (3) Stvarna vrijednost proizvedenih proizvoda je 780 PLN, uz pretpostavku standardne vrijednosti od 800 PLN, učinkovitost je 780/800 (97,5%).

- učinkovitost dohotka – vezano uz pitanje maksimiziranja dohotka gospodarskog subjekta. Ova vrsta učinkovitosti karakteristična je za subjekte koji postižu rezultate koji maksimiziraju njihove prihode pri određivanju cijena proizvoda.

Detaljnijom analizom troškovne i dohodovne učinkovitosti može se zaključiti da se aspekti o kojima se govori u oba pristupa mogu svesti na učinkovitost prema kriteriju dobiti. Identifikacija učinkovitosti prema kriteriju dobiti prikazana je na slici 1.1.

Slika 1.1. Učinkovitost prema profitnom kriteriju



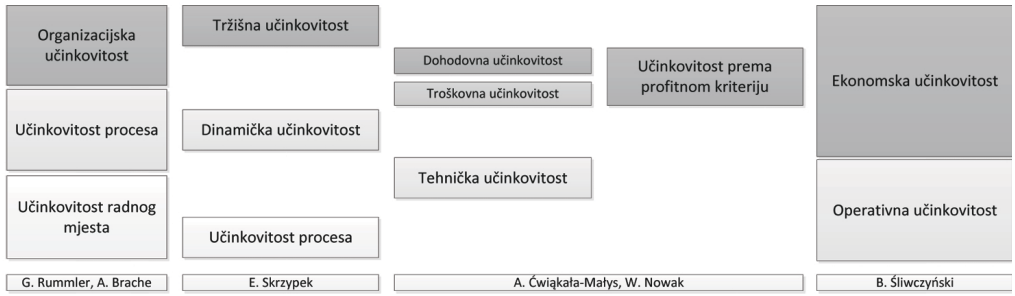
Izvor: vlastita studija prema: Ćwiąkała-Małys & Nowak, 2009, str. 171.

Posebnu podjelu predstavio je B. Śliwczyński (2011a, str. 127–142), koji razlikuje:
- ekonomska učinkovitost – čija je primarna svrha analiza utjecaja provedbe procesa na financijski rezultat i profitabilnost poduzeća,
- operativna učinkovitost – koja je usmjerena na racionalizaciju razine korištenja resursa i usklađivanje njihovog volumena s rukovanjem materijalom, robom ili tokovima proizvoda u opskrbnom lancu.

Vrijedno je obratiti pozornost i na podjelu G. Rummlera i A. Brachyja (2000, str. 43–46), koja se odnosi na razinu detalja u analizi poslovnih aktivnosti poduzeća. Prema tri organizacijske razine treba razlikovati:
- organizacijska učinkovitost – gdje je naglasak na odnosu između osnovnih elemenata organizacije i tržišta,
- učinkovitost procesa – usmjerena na izvedbu rada i način na koji rezultati teku kroz organizaciju,
- učinkovitost na radnom mjestu – temelji se na identifikaciji provedbe aktivnosti na pojedinim pozicijama koje čine cjelokupne procese.

Prikazani rezultati analize stanja znanja upućuju na potrebu prikaza cjelovitog pristupa učinkovitosti. Slika 1.2 prikazuje odnose između gore navedenih pristupa učinkovitosti.

Slika 1.2. Odnosi između odabranih pristupa učinkovitosti



Izvor: vlastita studija.

Svrha gornje klasifikacije nije negiranje bilo kojeg od prikazanih pristupa, već predstavljanje mogućnosti dobivanja cjelovitog pristupa podjeli učinkovitosti. Zbog višeaspektne prirode pitanja o kojima se raspravlja, studija učinkovitosti trebala bi se sastojati od sljedećih elemenata (Czakon, 2005):

- identificiranje i razdvajanje aktivnosti koje će se ocjenjivati u smislu učinkovitosti,
- mjerenje komponenti učinkovitosti.

Rezultirajuće poboljšanje učinkovitosti može se postići namjernim oblikovanjem procesa orijentiranih na vrijednost, čime se utvrđuje odgovarajuća (standardna) alokacija resursa (Nechaev & Schupletsov, 2021). Gore prikazana metoda za procjenu učinkovitosti raspodjele resursa u skladu je s Kaldor-Hicksovim konceptom učinkovitosti, prema kojem rješenje dovodi do povećanja učinkovitosti kada se, kao rezultat odgovarajuće alokacije resursa, pokazatelj učinkovitosti opisan formulom [1] može poboljšati. Kada, uz danu alokaciju resursa, svaka promjena u alokaciji uzrokuje smanjenje indeksa učinkovitosti, trenutna je alokacija najučinkovitija (Hicks, 1939; Kaldor, 1939). U biti, učinkovitost, prema P. Blaiku (2010, str. 30–32), uključuje i procjenu učinka sa stajališta svrhovitosti djelovanja te usvajanje dviju osnovnih dimenzija u analizama:

- tržište, s ciljem oblikovanja optimalne strukture dodane vrijednosti za kupca,
- strukturu proizvodnog procesa, s obzirom na aktivnosti i troškove vodeći računa o racionalnim ekonomskim odnosima.

Učinkovitost logističkih procesa u tržišnim i strukturnim dimenzijama prikazana je u tablici 1.2.

Tablica 1.2. Učinkovitost logističkih procesa

Tržišni pogled	Strukturni pogled
Usporedba željenih i postignutih rezultata logističkim procesima	Racionalnost poduzetih projekata – primjeren odnos učinaka i troškova logističkog procesa
Orijentacija na kupca (vrijednost kupca)	Usredotočite se na troškove proizvodnje i troškove cijelog poduzeća
Kriterij svrhovitosti i korisnosti učinaka logističkih procesa	Kriterij točnosti odabira resursa u logističkim procesima
Najveća učinkovitost – potpuna usklađenost s preferencijama kupaca	Najveća učinkovitost – optimalno korištenje i korištenje logističkih resursa
Istraživanje tržišta kao izvor stvaranja uvjeta za učinkovitost logističkih procesa	Istraživanje logističkog potencijala kao izvora stvaranja uvjeta za učinkovite projekte
Prednosti za kupca, uzimajući u obzir dugoročne učinke logističkih procesa	Racionalno uključivanje elemenata logističkog procesa u svrhu stvaranja vrijednosti

Izvor: vlastita studija prema: Blaik, 2010, str. 31.

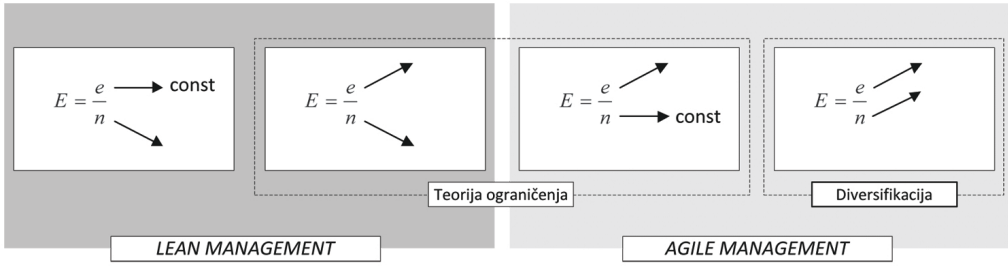
Međutim, analiza učinkovitosti procesa koji se odvijaju u poduzeću i opskrbnom lancu zahtijeva širi pogled koji će omogućiti balansiranje svih elemenata logističkog procesa i korisničke usluge (Nowicka-Skowron, 2009, str. 350). Analiza učinkovitosti trebala bi omogućiti uravnoteženje svih resursa u logističkim procesima kako bi se osigurala njihova bolja suradnja i postigao sinergijski učinak (Mańkowski, 2009, str. 249–264).

Složenost problema upravljanja logistikom potpomognuta je mnoštvom koncepata upravljanja koji se implementiraju kako bi se poboljšala učinkovitost logističkih procesa. Prema formuli [1] treba razlikovati nekoliko načina povećanja operativne učinkovitosti:

- smanjenjem rashoda uz zadržavanje postojeće razine učinaka,
- smanjenjem rashoda uz povećanje razine učinaka,
- zadržavanjem postojeće razine rashoda uz povećanje razine učinaka,
- povećanjem postojeće razine rashoda uz drastično povećanje razine učinaka (pod pretpostavkom da je promjena razine učinaka mnogo veća od promjene razine rashoda).

Na slici 1.3 prikazani su osnovni načini povećanja učinkovitosti logističkih procesa i prijedlog njihovog pridruživanja odabranim konceptima upravljanja.

Slika 1.3. Dodjeljivanje načina povećanja učinkovitosti odabranim konceptima upravljanja



Izvor: vlastita studija.

Osnova za klasifikaciju varijanti poboljšanja učinkovitosti prikazanih na slici 1.3 su pretpostavke koncepta *lean management*, koje se fokusiraju na smanjenje troškova. S druge strane, temeljna premisa koncepta agilnog upravljanja nije optimizacija troškova, stoga se metode poboljšanja učinkovitosti koje ne uključuju smanjenje izdataka fokusiraju na fleksibilnu prilagodbu logističkih procesa očekivanjima korisnika (Trzcieliński, 2007, str. 59–62). Fokus na razinu korisničke usluge smatra se karakterističnom značajkom ovog koncepta. Teorija ograničenja fokusira se na dva načina poboljšanja učinkovitosti – u početnoj fazi poboljšanjem učinaka uz zadržavanje trenutnih inputa, a zatim poboljšanjem procesa i smanjenjem inputa (npr. smanjenjem zaliha proizvodnje u tijeku). Prema definiciji diversifikacije (Kenny, 2009), povećanje učinaka moguće je povećanjem inputa (npr. uvođenje novih proizvoda ili ulazak na nova tržišta). Prikazana slika ne uzima u obzir varijantu povećanja učinkovitosti koja se temelji na smanjenju učinaka uz drastično smanjenje razine rashoda (pod pretpostavkom da je promjena razine učinaka puno manja od promjene razine rashoda). To je zbog poteškoća u postizanju poboljšanja učinkovitosti ovom varijantom. U rječniku APICS (*American Production and Inventory Control Society*, 2010) moguće je pronaći brojne definicije koje se mogu analizirati u smislu procjene učinkovitosti logističkih procesa. Tablica 1.3 prikazuje odabrane definicije učinkovitosti u smislu upravljanja logistikom.

Prikazani rezultati analize literature samo potvrđuju složenost problematike učinkovitosti logističkih procesa. Učinkovitost logističkih procesa element je šire kontroling analize, uzimajući u obzir protok materijala i popratnih informacija u pojedinim poduzećima i njihove poslovne odnose u opskrbnom lancu. Protok logističkih resursa, shvaćen kao sposobnost rukovanja protokom materijala ili robe u fazama nabave i distribucije, uzimajući u obzir učinkovitost procesa prijema i otpuštanja u skladištu, utovarni kapacitet transportnih sredstava i učinkovitost proizvodnog procesa, jedan je od ključnih čimbenika koji određuju

učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu. U eri stalnih poboljšanja logističkih procesa i implementacije suvremenih tehnologija, analiza učinkovitosti iznimno je aktualan problem (Yang et al., 2022).

Tablica 1.3. Odabrane definicije učinkovitosti u smislu upravljanja logistikom

Pojmovi	Definicija
Alokativna učinkovitost	Korištenje resursa za proizvodnju dobara i usluga koje potrošači najviše traže.
Učinkovitost različitih varijanti	U troškovnom računovodstvu – razlika između stvarnog iznosa korištenih resursa i proračunskog iznosa pomnoženog sa standardnim ili proračunskim cijenama.
Učinkovitost protoka vremena	Omjer teorijskog vremena protoka i stvarnog vremena protoka tereta kroz logistički proces.
Učinkovitost proizvodne linije	Mjera stvarne vrijednosti rada ovisno o trajanju ograničavajuće operacije na proizvodnoj liniji. Učinkovitost proizvodne linije (izračunata kao postotak) jednaka je zbroju vremena svih zadataka obavljenih na danoj radnoj stanici podijeljeno s najdužim vremenom zadatka i pomnoženo s brojem radnih stanica.
Učinkovitost proizvodnog ciklusa	Omjer vremena za dodavanje vrijednosti u procesu i vremena proizvodnje ili vremena ciklusa. Vrijeme isporuke definirano je kao vrijeme potrebno da jedan proizvod prođe kroz cijeli proces proizvodnje. Vrijeme ciklusa može se definirati kao vrijeme u kojem gotov proizvod napušta proces, omogućavajući početak analognog proizvodnog ciklusa za sljedeće proizvode. Vrijeme proizvodnog ciklusa može se poboljšati smanjenjem vremena isporuke eliminacijom aktivnosti koje ne dodaju vrijednost procesu, kao što su inspekcija, prijenos i čekanje u redu.
Učinkovitost materijala	Koncept koji se odnosi na učinkovitost kojom se materijali pretvaraju i otpremaju kroz cjelokupni proces narudžbenice, proizvodnje i distribucije.
Operativna učinkovitost	Pokazatelj (predstavljen kao postotak) stvarnog protoka logističkih resursa u odnosu na planirane ili standardne izlazne vrijednosti.
Učinkovitost izvedbe	Indikator, obično izražen kao postotak standardnog vremena proizvodnje/isporuke proizvoda ili njegovog dijela, podijeljen sa stvarnim vremenom proizvodnje/isporuke.
Produktivnost	Opća mjera sposobnosti proizvodnje dobra ili usluge po jedinici vremena ili dodijeljenom resursu (npr. produktivnost strojeva, zaposlenika). To je stvarna učinkovitost proizvodnog procesa.
Učinkovitost zaposlenika	Mjera (obično izražena kao postotak) učinka zaposlenika koja uspoređuje standardno vrijeme provedeno na zadatku sa stvarnim vremenom koje je zaposlenik proveo na tom zadatku.
Radna učinkovitost	Prosječna vrijednost učinkovitosti za sve zaposlenike koji su izravno uključeni u logistički proces.
Varijanta učinkovitosti rada	Varijantna radna učinkovitost je vrijednost radnog vremena (stvarni broj odrađenih sati minus standardni broj odrađenih sati) uzimajući u obzir standardnu plaću za obavljeni rad. Varijanca je nepovoljna ako stvarni sati premašuju standardne vrijednosti vremena.

Izvor: vlastita studija temeljena na: American Production and Inventory Control Society, 2010.

Upravljanje uslugama dodatni je element koji je potrebno uključiti u analizu učinkovitosti logističkih procesa opskrbnog lanca, što samo potvrđuje da razmatrana pitanja pripadaju znanostima o upravljanju i kvaliteti (Rokicki & Nogalski, 2021). Većina organizacija neprestano pokušava poboljšati svoju učinkovitost. Zapravo, postoje četiri načina za to (Waters, 2007, str. 274):

- povećanje učinkovitosti donošenjem boljih odluka,
- poboljšanje učinkovitosti korištenjem manjih inputa za postizanje istih učinaka,
- poboljšanje rezultata na druge načine, kao što je veća kvaliteta, manje nesreća, manje prekida,
- poboljšanje morala zaposlenika, povećanje suradnje i korištenje poticaja.

Logistički proces usko je povezan sa svim fazama protoka materijala u opskrbnom lancu koje imaju značajan utjecaj na učinkovitost. Vrijednost proizvoda za kupca rezultat je mnogih procesa u opskrbnom lancu, uključujući: opskrba, proizvodnja i distribucija – te potrošnja resursa u tim procesima. Određivanje tijeka procesa kojim se najbolje postižu ciljevi usvojene strategije poduzeća i eliminiraju aktivnosti koje ne dodaju vrijednost kupcu predstavlja problem za mnoga poduzeća u postizanju visoke operativne učinkovitosti (Śliwczyński, 2007, str. 16–22). Učinkovitost logističkih procesa stoga ovisi o lancu vrijednosti, što svojim doprinosom stvaranju proizvoda znači da svaka sljedeća aktivnost u logističkom procesu treba dodati vrijednost učinku prethodne aktivnosti (Porter, 1985, str. 45). Problem učinkovitosti logističkih procesa u smislu dodane vrijednosti postaje sve važniji. Iz tog razloga bi identifikacija novih prilika za povećanje učinkovitosti, u pogledu dugoročnog razvoja novih potencijala i sposobnosti stvaranja vrijednosti i koristi, trebala osigurati trajno povećanje učinkovitosti i postizanje konkurentske prednosti (Blaik, 2010, str. 412).

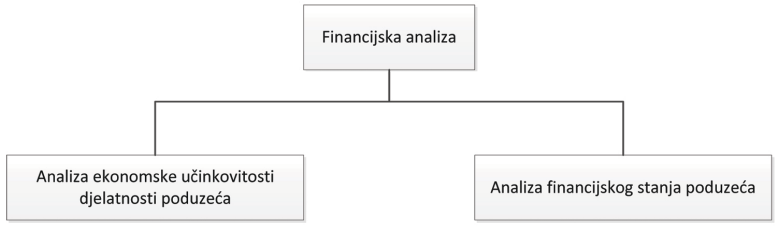
Mjerenje rezultata osnova je upravljanja, uključujući kontrolne aktivnosti u poduzeću i njegovom opskrbnom lancu. Međutim, razvijanje odgovarajućih mjera i mjernih tehnika predstavlja mnoge probleme, što dokazuje opsežna literatura o ovoj temi (Arzu Akyuz & Erman Erkan, 2010; Bhagwat & Sharma, 2007a; Cai et al., 2009; Gunasekaran & Kobu, 2007; Gunasekaran, Patel i McGaughey, 2007; Martin i Patterson, 2009). Većina poduzeća procjenu učinkovitosti logističkih procesa počinje uvođenjem financijskih mjera koje su praktički neodredive. Tek tada se uvode mjere vezane uz specifične operativne probleme i prioritete logističkih procesa. Kao rezultat toga, u većini slučajeva imamo posla s nekonzistentnim mjernim sustavom kojim je gotovo nemoguće upravljati, što može dovesti do učinka suprotnog od planiranog, tj. pogoršanja učinkovitosti (Banaszyk, 2020; Rummler & Brache, 2000, str. 43). Za stvaranje koherentnog

sustava mjerenja učinkovitosti logističkih procesa potrebno je uzročno-posljedično povezati pojedine razine upravljanja opskrbnim lancem transponiranjem strateških ciljeva u operativne aktivnosti u svim fazama toka materijala. Iz tog razloga, učinkovitost logističkih procesa treba analizirati na razini opskrbnog lanca i procesa nabave, proizvodnje i distribucije na operativnoj razini[2]. Dodatni aspekt koji treba uzeti u obzir pri analizi učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu je analiza mogućnosti integracije protoka informacija između poslovnih partnera i financijskog tijeka koji prati cijeli lanac.

1.2. Financijska likvidnost i učinkovitost poduzeća i opskrbnog lanca

Specifičnost gospodarskog djelovanja poduzeća kao poslovnih partnera u opskrbnom lancu zahtijeva vrlo temeljit pristup financijskoj analizi[3]. To je zbog specifičnosti opskrbnih lanaca koje karakteriziraju velike mogućnosti globalizacije. Zbog toga je financijska analiza postala iznimno potreban alat za procjenu učinkovitosti poduzeća, koji se koristi za donošenje odluka kako na operativnoj tako i na strateškoj razini. Slika 1.4 prikazuje suštinu financijske analize.

Slika 1.4. Bit financijske analize u poduzeću i opskrbnom lancu



Izvor: Walczak, 1998., str. 50.

Povijest razvoja financijske analize prilično je složena. U početnim se fazama financijska analiza javljala samo u praksi i imala je dokumentacijsku i eksplanatornu funkciju. S porastom složenosti poslovnih aktivnosti i međusobne poslovne ovisnosti u opskrbnom lancu razvila se i financijska analiza koja nije

[2] Procesi nabava, proizvodnje i distribucije trebaju uzeti u obzir ne samo tok u skladu s fazama toka materijala, već i obrnuti tok. Zbog složenosti procesa povratne sprege u opskrbnom lancu, izneseni argument ne uključuje analizu učinkovitosti ovih procesa – glavni cilj provedenog istraživanja, kao ni postavljena istraživačka pitanja, ne pokrivaju probleme analize povratnih procesa u opskrbnom lancu, ovaj je okvir smjer daljnjih istraživanja autora.

[3] Detaljnu financijsku analizu logističkih procesa autor je predstavio u publikaciji: Koliński, Orliński & Macuda, 2021.

ograničena samo na analizu bilance ili računa dobiti i gubitka (Walczak, 1998, str. 47). Kontinuirani razvoj primjene financijske analize u poduzećima potiče na razmatranje njezine uloge u globalnim lancima opskrbe. Stoga, pozivajući se na specifičnost poslovanja i uvjete u kojima poduzeće posluje, treba istaknuti sljedeće atribute suvremene financijske analize (Gabrusewicz, 2002, str. 19):

- odmicanje od opisa percipiranih stanja i događaja koji se događaju u poduzeću i prelazak na vrijednosne sudove,
- formuliranje zaključaka ne samo na temelju brojčanih podataka sadržanih u financijskim izvještajima, već i na temelju kvalitativnih opisa, npr. analize tržišta, operativne analize provedenih logističkih procesa,
- udaljavanje od načela statičkog prepoznavanja pojava u korist njihove analize u dinamičkom pristupu (uzimajući u obzir sistemske veze i kompromisne veze) u svrhu planiranja razvoja poduzeća,
- s obzirom na postignuća poduzeća u usporedbi s okolinom.

Financijsku analizu stoga karakteriziraju dva pristupa. U širem smislu, odnosi se na procjenu financijskog fenomena u odnosu na maksimiziranje vrijednosti poduzeća, pa čak i njegovog opskrbnog lanca. No, u užem smislu, predstavlja financijsku situaciju poduzeća kao kariku u opskrbnom lancu, na temelju koje se donose financijske odluke (Zhan, Li & Chen, 2018). Široka uporaba financijske analize opravdana je raznolikim potrebama kupaca (Vickery et al., 2003). Ovisno o potrebama kupca, financijsku analizu treba definirati kao (Pomykalska & Pomykalski, 2007, str. 14):

- komponenta financija poduzeća koja pomaže u razumijevanju načela financijskog upravljanja poduzeća i razvijanju sposobnosti njihove primjene u poslovnoj praksi,
- dio ekonomske analize,
- komponenta fundamentalne analize koja se koristi u procesu ulaganja u dionice uvrštenih društava (glavni je izvor informacija za investitore),
- dio dubinske analize u procesu ulaganja rizičnog kapitala ili privatnog kapitala u spajanja i akvizicije,
- sastavni dio poslovnog plana kojim se planira razvoj poslovne djelatnosti poduzetnika,
- element internog informacijskog sustava tvrtke koji je važan u komunikaciji između vlasnika i rukovodstva,
- komponenta procjene izvođača, koja predstavlja važnu osnovu za donesene odluke,
- komponenta procjene kreditne sposobnosti koju obavlja banka prilikom odobravanja kredita ili tijekom trajanja ugovora o kreditu,

- alat od pomoći u operativnom i strateškom upravljanju poduzećem u smislu suradnje u opskrbnom lancu.

Financijska analiza stoga predstavlja uzročno-posljedične odnose između ekonomskih pojava poduzeća i, u široj perspektivi, u opskrbnom lancu. Ti se odnosi najčešće prikazuju u obliku racio odnosa, zbog čega financijska analiza ima oblik racio analize.

Analiza financijskih omjera je detaljna analiza financijskih izvještaja, koji sadrže informacije koje su vrlo važne sa stajališta upravljanja poduzećem u opskrbnom lancu. Korištenje analize omjera omogućuje (Borowiec & Koliński, 2009, str. 9):

- planiranje budućih rezultata poslovanja tvrtke na temelju prošlih i sadašnjih podataka,
- identificiranje prijetnji, potencijalnih i trenutačnih u poslovanju tvrtke u opskrbnom lancu,
- predviđanje dugoročnog financijskog zdravlja procjenom kratkoročnog financijskog zdravlja.

Analiza financijskih omjera temelji se uglavnom na podacima preuzetim iz financijskih izvješća, bilance, izvješća o dobiti i gubitku i izvješća o novčanom tijeku. Opravdanost vođenja računa dobiti i gubitka je poželjnost utvrđivanja financijskog rezultata iz ukupne gospodarske aktivnosti analiziranog poduzeća u određenom izvještajnom razdoblju. Mantura (2004, str. 162) tvrdi da je, za razliku od bilance, račun dobiti i gubitka vremenski i kinetički orijentiran, što omogućuje utvrđivanje fundamentalne promjene ili dugoročne tendencije u formiranju osnovne odrednice financijsko stanje poduzeća, što je neto financijski rezultat. Dakle, račun dobiti i gubitka daje potrebne podatke i informacije o ekonomskim učincima poslovanja poduzeća.

Navedeni pokazatelji su transparentna metoda prezentiranja informacija sadržanih u financijskim izvještajima. Pokazatelji se najčešće izražavaju u postocima, što omogućuje usporedbu s pokazateljima iz prethodnih godina ili s pokazateljima iz drugih poduzeća na temelju *benchmarkinga* (Jerzemowska, 2004, str. 118; Kolińska & Cudziło, 2014). Mogu se razlikovati sljedeće skupine pokazatelja (Rutkowski, 2007, str. 83–84):

- koeficijenti likvidnosti – koji mjere financijsku sposobnost poduzeća u smislu otplate tekućih obveza,
- pokazatelji učinkovitosti – inače poznati kao pokazatelji stope prometa ili pokazatelji aktivnosti; koriste se za određivanje učinkovitosti korištenja resursa poduzeća; dakle određuju stopu obrtaja pojedinih dijelova imovine poduzeća i stopu otplate obveza,

- pokazatelji duga – koriste se za određivanje razine duga poduzeća; što je veća razina duga, to je veći rizik od insolventnosti poduzeća,
- omjeri profitabilnosti – mjere sposobnost poduzeća da generira profit; predstaviti mogućnosti povećanja bogatstva vlasnika i informirati o atraktivnosti planirane ili obavljene poslovne aktivnosti,
- indikatori tržišta kapitala – pružaju informacije potrebne investitorima, a koje igraju važnu ulogu pri donošenju investicijskih odluka na tržištu kapitala.

Najvažnija informacija, posebno sa stajališta učinkovitosti, jesu podaci dobiveni internom racio analizom poduzeća, koja koristi primarne podatke, obično nepoznate okolini poduzeća. Upravo zaključci formulirani kao rezultat interne analize pokazatelja najviše podržavaju procese upravljanja i donošenja odluka koje poduzima menadžment, također i u smislu suradnje s poslovnim partnerima u opskrbnom lancu. Stoga je analiza omjera učinkovit alat koji vam omogućuje brzo dobivanje detaljne slike ekonomske aktivnosti poduzeća. Međutim, treba naglasiti da korištenje analize omjera mora biti podržano korištenjem drugih analitičkih alata kako bi se identificirao njen utjecaj na učinkovitost procesa koji se provode u poduzeću i u suradnji s poslovnim partnerima. Interna analiza omjera često se koristi zajedno s analizom okruženja, što olakšava predviđanje uvjeta poslovanja poduzeća u budućnosti.

Analiza duga zahtijeva razvoj sustava pokazatelja (Rutkowski, 2007; Sierpińska & Jachna, 2003; Sobczyk, 1998) potrebnih za njezino provođenje. Tablica 1.4 prikazuje osnovne pokazatelje potrebne sa stajališta analize financijske zaduženosti poduzeća.

Tablica 1.4. Indikatorski sustav analize financijskog duga

Naziv pokazatelja	Odnos podataka	Podaci	Mjerna jedinica
Omjer ukupnog duga	$\frac{a}{b}$	*a* – ukupne obveze	%
		b – ukupna imovina	
Omjer duga i kapitala		*a* – ukupne obveze	–
		b – vlasnički kapital	
Omjer dugoročne zaduženosti		*a* – dugoročne obveze	–
		b – vlasnički kapital	
Omjer pokrivenosti dugoročnih obveza		*a* – materijalne komponente dugotrajne imovine	–
		b – dugoročne obveze	
Opterećenost imovine obvezama (debt ratio)		*a* – ukupne obveze	%
		b – ukupna imovina	

Izvor: vlastita studija.

Ukupna zaduženost pokazuje strukturu financiranja imovine društva. Što je njegova razina viša, to je veća razina duga i veći financijski rizik. Koeficijent vlasničkog duga određuje stupanj uključenosti stranog kapitala u odnosu na vlasnički kapital. Povećanje pokazatelja znači veći angažman vanjskih izvora financiranja u odnosu na vlastite izvore. Omjer dugoročne zaduženosti (omjer duga) određuje stupanj do kojeg su odobreni krediti osigurani kapitalom poduzeća. Omjer pokrivenosti dugoročnih obveza materijalnom imovinom govori o stupnju u kojem su dugoročne obveze osigurane materijalnom imovinom poduzeća. Nije tako široko korišten kao prethodni pokazatelji, jer njegov informativni značaj raste samo u slučaju poduzeća u riziku od stečaja (Sobolewski, 2011, str. 205). Koeficijent duga pokazuje razmjer duga poduzeća. Što je pokazatelj bliži nuli, to je situacija analiziranog poduzeća povoljnija (Sierpińska & Jachna, 2003, str. 89–92).

Drugi opseg financijske analize je analiza profitabilnosti, koja se temelji na pokazateljima koji su temeljne mjere koje informiraju o stopi povrata uloženog kapitala poduzeća. Mogu se koristiti ne samo za procjenu poduzeća, već i za procjenu sposobnosti menadžmenta da generira profit iz uključenih resursa. Ključni pokazatelji profitabilnosti prikazani su u tablici 1.5.

Tablica 1.5. Sustav pokazatelja analize profitabilnosti

Naziv pokazatelja	Odnos podataka	Podaci	Mjerna jedinica
Profitabilnost prodaje (ROS)	$\frac{a}{b}$	*a* – neto dobit	%
		b – neto prodaja	
Povrat ukupne imovine (ROA)		*a* – neto dobit	%
		b – imovina	
Povrat kapitala (ROE)		*a* – neto dobit	%
		b – vlasnički kapital	

Izvor: vlastita studija.

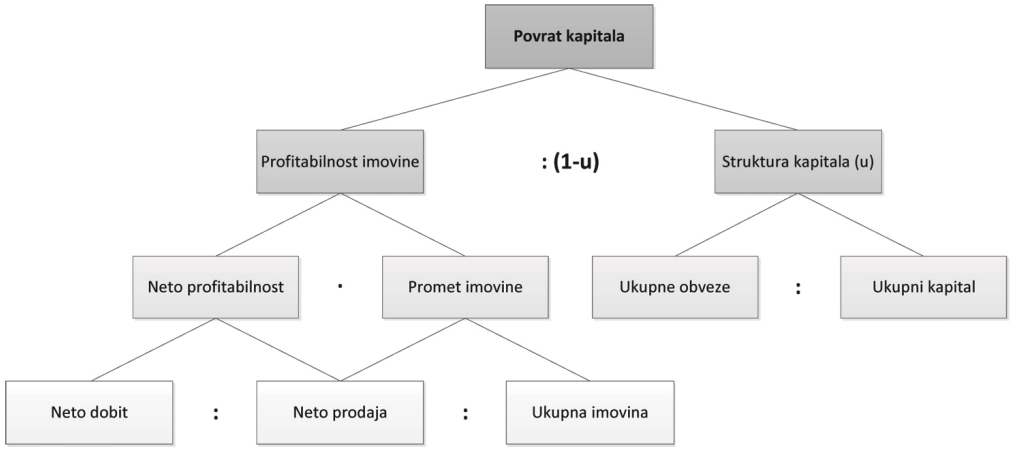
Profitabilnost od prodaje (ROS – *return on sales*) određuje sposobnost poduzeća da ostvari dobit kroz prodaju. Što je niži omjer, mora se ostvariti veća prodaja da bi se ostvario određeni iznos dobiti. Zauzvrat, što je viša razina ovog pokazatelja, to je veća učinkovitost ostvarenog prihoda. Stoga je poželjna visoka razina ovog pokazatelja, a njegovu vrijednost treba usporediti s vrijednostima ovog pokazatelja kod drugih partnera u opskrbnom lancu. Omjer povrata na imovinu (ROA – *return on asset*) pokazuje koliko učinkovito poduzeće upravlja svojom imovinom. Što je viša razina profitabilnosti imovine, to je bolja financijska situacija poduzeća. Određuje učinkovitost korištenja cjelokupne imovine poduzeća. Profitabilnost kapitala, poznata i kao stopa povrata na kapital

(ROE – *return on equity*), govori o visini neto dobiti po jedinici uloženog kapitala. Što je veća vrijednost ovog pokazatelja, to je bolja financijska situacija poduzeća. Veća učinkovitost vlasničkog kapitala povezana je s mogućnošću ostvarivanja većeg financijskog viška (Rutkowski, 2007, str. 95–96).

Analizirajući literaturu na tu temu, može se zaključiti da je povrat na kapital izravno proporcionalan produktivnosti (obrtaju) imovine, profitabilnosti prodaje i multiplikatoru kapitala. Povećanje prinosa na vlastiti kapital može se postići povećanjem obveza. To vrijedi sve dok povećanje obveza (krediti, zajmovi, obveze prema dobavljačima, obveze prema zaposlenicima, obveze proračuna itd.) ne rezultira smanjenjem profitabilnosti imovine kroz povećanje troškova (plaćenih kamata na zajmove ili dospjelih obveza do kašnjenja u plaćanju računa) ili mogućih smetnji u poslovanju.

Izbor pojedinačnih pokazatelja je kompliciran proces. Učinkovitosti izbora može uvelike pridonijeti model Du Pont. Ovaj model omogućuje cjelovit pristup budućnosti poduzeća zbog mogućnosti povezivanja ekonomske učinkovitosti s financijskim upravljanjem. Njegova glavna prednost je uzimanje u obzir tzv. specijalnih snaga, koje se očituju u operativnim i financijskim polugama (Walczak, 1998, str. 95). Du Pontov model prikazan je na slici 1.5.

Slika 1.5. Du Pontov model



Izvor: vlastita studija prema: Sierpińska & Jachna, 2003, str. 107.

Financijska likvidnost poduzeća podrazumijeva njegovu sposobnost podmirivanja tekućih obveza na vrijeme. Održavanje likvidnosti jedno je od najvažnijih financijskih pitanja u okviru tekućeg poslovanja društva jer ono određuje nastavak poslovanja. U tablici 1.6 prikazani su osnovni pokazatelji likvidnosti koji omogućuju formuliranje mišljenja o stupnju solventnosti poduzeća.

Tablica 1.6. Sustav pokazatelja analize likvidnosti

Naziv pokazatelja	Odnos podataka	Podaci	Mjerna jedinica
Trenutna likvidnost (*current ratio*)	$\frac{a}{b}$	*a* – ukupna kratkotrajna imovina	–
		b – tekuće obveze	
Brzina otplate tekućih obveza (koeficijent brze otplate)		*a* – likvidna obrtna sredstva	–
		b – tekuće obveze	

Izvor: vlastita studija.

Tekuća likvidnost pokazuje sposobnost poduzeća podmirivati svoje obveze kratkotrajnom imovinom. Omjer otplate tekućih obveza opisuje sposobnost otplate tekućih obveza bez uzimanja u obzir zaliha (koje bi moglo biti teško prodati) i unaprijed plaćenih troškova. Dakle, ono što ostaje su potraživanja, vrijednosni papiri namijenjeni trgovanju i gotovina (Sierpińska & Jachna, 2003, str. 80). Niska razina brzog koeficijenta uz visoku razinu tekućeg koeficijenta ukazuje na velika financijska sredstva zamrznuta u zalihama, što nije povoljno.

Ispitivanje prometa potraživanja uključuje utvrđivanje učinkovitosti nagodbi poduzeća s poslovnim partnerima u opskrbnom lancu. Presporo obrtanje ukazuje na to da su značajna sredstva zamrznuta u potraživanjima, što pak rezultira nizom nepovoljnih pojava. Visoka razina potraživanja često ukazuje na kreditiranje kupca (odnosno produljenje roka plaćanja ili tzv. komisiona prodaja). Ponekad se događa da ovu vrstu aktivnosti forsiraju konkurenti koji kreditiraju izvođače kako bi povećali svoj tržišni udio. Ovaj se fenomen može relativno lako identificirati usporedbom razdoblja naplate potraživanja u određenoj djelatnosti. Konstantno previsoka razina potraživanja dovodi u pitanje njihovu kvalitetu (neke su možda već dospjele ili izgubljene – što pak upućuje na potrebu stvaranja rezerve koja će opteretiti financijski rezultat tvrtke). S druge strane, brzi obrt potraživanja dokazuje visoku učinkovitost nagodbi s izvođačima. Međutim, to nije uvijek pozitivna pojava – prebrzi promet, osobito na vrlo konkurentnom tržištu, može signalizirati rigidnu politiku tvrtke, koja ponekad dovodi do gubitka dijela tržišta (kupci će radije iskoristiti ponudu tvrtke koje nude atraktivnije uvjete plaćanja robe). U tablici 1.7 prikazani su osnovni pokazatelji za analizu prometa potraživanja.

Obrt potraživanja određuje koliko puta tvrtka ponovno kreira svoja potraživanja tijekom godine. Zadovoljavajuća razina ovog pokazatelja trebala bi biti između 7,0 i 10,0. Ako vrijednost indikatora padne ispod 7, to znači da tvrtka kreditira svoje kupce, što je povezano s dugim zamrzavanjem gotovine u potraživanjima. Treba imati na umu da prebrzi obrt potraživanja, posebno na vrlo

konkurentnom tržištu, može signalizirati rigidnu politiku poduzeća, koja ponekad dovodi do gubitka dijela tržišta. Kupci će biti spremni koristiti ponudu tvrtki koje nude atraktivnije uvjete plaćanja robe. Ciklus naplate potraživanja u danima informira tvrtku o razdoblju čekanja za ishođenje potraživanja za njezinu kreditnu prodaju. Međutim, optimalna vrijednost ovog pokazatelja ovisi o vrsti djelatnosti poduzeća (Sierpińska & Jachna, 2003, str. 80).

Tablica 1.7. Sustav pokazatelja za analizu obrtaja potraživanja

Naziv pokazatelja	Odnos podataka	Podaci	Mjerna jedinica
Promet potraživanja (*receivables turnover*)	$\frac{a}{b}$	*a* – neto prodaja	–
		b – prosječno stanje potraživanja	
Ciklus naplate potraživanja u danima (*days sales in receivables*)		*a* – broj dana u razdoblju	%
		b – promet potraživanjae	

Izvor: vlastita studija.

Zalihe su sastavni dio kratkotrajne imovine uključujući i sirovine i poluproizvode, kao i uskladištene (neprodane) gotove proizvode. Upravljanje zalihama dokazuje sposobnost vještog upravljanja proizvodnjom. Njihovo povećanje uzrokuje automatski pad profitabilnosti – prihode tada apsorbiraju zalihe čije održavanje na visokoj razini znači povećanje troškova.

Treba imati na umu da zalihe u opskrbnom lancu prolaze kroz tri faze: nabava (sirovine), proizvodnja (tzv. proizvodnja u tijeku) i prodaja (gotovi proizvodi). Stoga bi bilo uputno utvrditi razinu na kojoj se javlja pojava produženja obrtaja zaliha. Ako se obrt zaliha produži već u fazi nabave, to može upućivati na ishitrene nabave, koje privremeno umanjuju financijski rezultat (trošak kapitala koji se koristi za pokrivanje imovine). Drugačije tumačenje ove činjenice vrijedit će za poduzeće koje je prisiljeno povremeno povećavati zalihe zbog sezonskih oscilacija u potražnji – u takvoj situaciji povećanje zaliha može biti zaštita od očekivanog povećanja prodaje.

Međutim, do opasne pojave dolazi kada se razina zaliha stalno povećava, što nije popraćeno odgovarajućim povećanjem prodaje. To ukazuje na mogućnost poteškoća u prodaji vlastitih proizvoda i uskih grla u skladištu. Ako se tvrtka ne može nositi sa svojim zalihama proizvoda ili robe, može ih prodati po sniženim cijenama, što obično ima negativan učinak na profitabilnost. U tablici 1.8 prikazani su osnovni pokazatelji analize obrtaja zaliha.

Tablica 1.8. Sustav pokazatelja analize prometa zaliha

Naziv pokazatelja	Odnos podataka	Podaci	Mjerna jedinica
Obrtaj zaliha (*inventory turnover*)	$\frac{a}{b}$	*a* – neto prodaja	–
		b – prosječna razina zaliha	
Omjer obrtaja zaliha u danima		*a* – broj radnih dana	%
		b – duljina ciklusa rotacije zaliha	

Izvor: vlastita studija.

Obrtaj zaliha određuje koliko puta tvrtka obnavlja svoje zalihe tijekom godine. Izračunava se dijeljenjem neto prodajne vrijednosti (ili troškova proizvodnje prodanih proizvoda) s prosječnom razinom zaliha. Niska razina pokazatelja ukazuje na prekomjerne ili nepotrebne zalihe koje tvrtka održava, što također utječe na organizaciju opskrbnog lanca pri rukovanju logističkim procesima opterećenim prekomjernim zalihama. Povećanje ovog omjera znači da su zalihe dovoljne za sve manje prodajnih dana. Sve veći promet može ukazivati na poteškoće u prodaji određenog proizvoda, što ima negativne posljedice na profitabilnost, što pokazuju i analize prethodnih pokazatelja.

Omjer zaliha u danima (koeficijent rotacije Rd) izražava koliko dana tvrtka obnavlja svoje zalihe da bi ostvarila prodaju, tj. koliko dana traje jedan ciklus rotacije zaliha (Śliwczyński, 2007, str. 316). Visoka razina indikatora označava spor obrt zaliha, niska razina označava brz obrt. U slučaju ovog pokazatelja važna je industrija kojoj poduzeće pripada.

Osnovne komponente predmeta financijske analize su financijska situacija i financijski rezultati. Financijska situacija opisuje predmet analize statički, odnosno u određenom trenutku. Opis se odnosi na opremljenost poduzeća dugotrajnom i kratkotrajnom imovinom, sredstvima uključenim u investicije, pravnom imovinom i drugim nematerijalnim i financijskim izvorima imovine (vlasnički kapital i obveze). S druge strane, financijski rezultati dinamički opisuju predmet analize, odnosno prikazuju rezultate poslovanja u određenom vremenskom razdoblju, odnosno ostvarene prihode, nastale troškove ili ostvarenu dobit. Dobiveni financijski rezultati utječu na promjenu financijske situacije, čime se dva opisa nadopunjuju.

Uz opću analizu financijske situacije (stanja) i financijskih rezultata, osnovni alati za analizu financijskog stanja poduzeća su analiza omjera (racio analiza). Zahvaljujući njemu, možete brzo dobiti skup pokazatelja koji sintetički karakteriziraju analiziranu tvrtku u određenom vremenskom razdoblju. Analiza omjera ima vrlo važnu prednost jer omogućuje usporedbu u vremenu (u odnosu na analiziranu tvrtku) i u prostoru (u odnosu na druge tvrtke u određenoj industriji, opskrbnom lancu ili na određenom području). Također je korisna u pripremi prognoza i poslovnih planova.

1.3. Učinkovitost opskrbnih lanaca na strateškoj razini

Učinkovitost lanca opskrbe jedan je od najvažnijih problema u modernoj logistici. To je problem na operativnoj i na strateškoj razini[4]. Učinkovitost je važno pitanje sa stajališta organizacije procesa koji se odvijaju u poduzeću i u opskrbnom lancu. Problem mogućih prijetnji javlja se kada se nastoji maksimizirati učinkovitost. Značajne prijetnje maksimiziranju učinkovitosti logističkih procesa uključuju:

- neusklađenost operativnih ciljeva pojedinih odjela sa strateškim ciljevima tvrtke ili opskrbnog lanca,
- kontradikcija strateških ciljeva koje su razvile određene tvrtke uključene u opskrbni lanac,
- sukobljeni operativni ciljevi različitih odjela tvrtke,
- moguća opasnost od negativnog utjecaja na okoliš.

Svrha rasprave o učinkovitosti iz strateške perspektive je ukazati na vezu između odabrane strategije i operativnih aktivnosti koje bi je provodile. Uzimanje u obzir povezanosti logističkih procesa u poduzećima i međusobnih poslovnih odnosa u opskrbnom lancu ključno je u ovom aspektu jer utječe na učinkovitost implementiranih logističkih procesa. Iz tog razloga potrebno je voditi računa o primjeni ECR (engl. *efficient consumer response*) strategije, SCOR (engl. *supply chain operations reference*) referentnog modela, kao i konfiguraciji opskrbnih lanaca u skladu s načelima *lean* i agilne koncepcije upravljanja, jer usvajanje specifičnih principa od strane pojedinih poduzeća već na strateškoj razini ima izravan utjecaj na implementaciju i učinkovitost logističkih procesa na operativnoj razini.

Vrijedno je napomenuti da se učinkovitost svakog poduzeća, nažalost, ne prevodi izravno u učinkovitost u opskrbnom lancu (Śliwczyński, 2008, str. 83–84). Jedan od ključnih elemenata učinkovitosti opskrbnog lanca je mogućnost suradnje između poduzeća, što uvjetuje kontinuirani protok materijala i proizvoda, niske zalihe i koordinirano planiranje za određivanje ravnomjernog i optimalnog korištenja resursa. Ovi čimbenici imaju značajan utjecaj na smanjenje troškova, što izravno utječe na otpornost cijelog opskrbnog lanca (Świerczek, 2020a, str. 25). Stabilizirani troškovi i dobri financijski rezultati mogu značajno utjecati na poboljšanje učinkovitosti opskrbnog lanca.

Rad opskrbnog lanca je učinkovitiji kada je usmjeren na stvaranje vrijednosti, što izravno utječe na njegovu učinkovitost. U konceptu upravljanja opskrbnim lancem vrijednost ne mora biti ekonomska kategorija poput dodane vrijednosti, s kojom se često brka. Ova vrijednost može imati različite oblike. Orijentacija

[4] Detaljnu analizu učinkovitosti distribucijskog procesa u opskrbnom lancu autor je predstavio u radu: Koliński & Śliwczyński, 2021.

prema stvaranju takve vrijednosti sugerira uvođenje novog načina odnosa između dobavljača i kupaca u poduzeće, odnosno potrebu izgradnje nekonfliktnih odnosa (Fechner, 2008, str. 77). Orijentacija na stvaranje vrijednosti zahtijeva i donošenje odluka koje generiraju dodatne troškove, ali ti troškovi ne pokazuju vidljive učinke na mjestu gdje nastaju, već se tiču drugih mjesta u opskrbnom lancu, zahvaljujući čemu je protok materijala učinkovitiji. Stvaranje vrijednosti usmjerene na potrebe i očekivanja kupaca nužan je uvjet za analizu učinkovitosti procesa distribucije u smislu opskrbnog lanca. Štoviše, možda će biti potrebno koristiti učinkovitu strategiju korisničke usluge – ECR, koja omogućuje maksimiziranje zadovoljstva krajnjih kupaca uz istovremeno smanjenje troškova svih subjekata na putu proizvoda do krajnjeg kupca (Baraniecka, 2004, str. 15). Postoje mnoge definicije ECR-a u literaturi o ovoj temi (Corsten & Kumar, 2005; Lingenfelder & Kreipl, 2007; Kotzab, 1999; Kurnia & Johnston, 2001; Obersojer, 2009, str. 8; Seifert, 2006, str. 375–394; Witkowski, 2010), koji razlikuju njegove elemente, funkcije i različite namjene. U području upravljanja logistikom u opskrbnom lancu na najopsežniji način karakterizira se učinkovita usluga kupcima. Tablica 1.9 prikazuje različite definicijske aspekte ECR-a u logistici.

Tablica 1.9. Razni definicijski aspekti ECR-a u području logistike

Izdvojene stavke	Karakteristične značajke
Vrijeme – narudžba	Ovo je logistička strategija koja ima za cilj skratiti vrijeme izvršenja narudžbe. Cilj ECR-a je skratiti vrijeme protoka materijala kroz logistički kanal, od trenutka kada proizvod napusti proizvodnu liniju do njegove kupnje od strane krajnjih kupca.
Vrijeme – zaliha	Logistički koncept koji pokušava povećati brzinu protoka zaliha kroz cijeli opskrbni lanac od veletrgovaca preko distributera do krajnjeg kupca.
Suradnja	Omogućuje svim sudionicima opskrbnog lanca postizanje koristi mijenjanjem prirode poslovnih kontakata iz natjecateljske u suradničku. Riječ je o strategiji suradnje industrije i trgovine koja povećava učinkovitost poslovnih aktivnosti tako da profitira i krajnji kupac. To je logistička strategija distribucije gotovih proizvoda koja surađuje sa svim distribucijskim karikama, od proizvođača preko distributera do trgovaca. Ova strategija je podržana modernim informacijskim tehnologijama.
Dodatna vrijednost	Vanjsko logističko rješenje s ciljem stvaranja dodatne vrijednosti za kupca. To je također skup logističkih strategija u kojima distributer surađuje s dobavljačem kako bi se stvorio lanac dodane vrijednosti i kako bi se osiguralo da proizvodi i informacije koriste objema stranama kroz njihov brz, pouzdan i učinkovit protok.

Izvor: Baraniecka, 2004, str. 18.

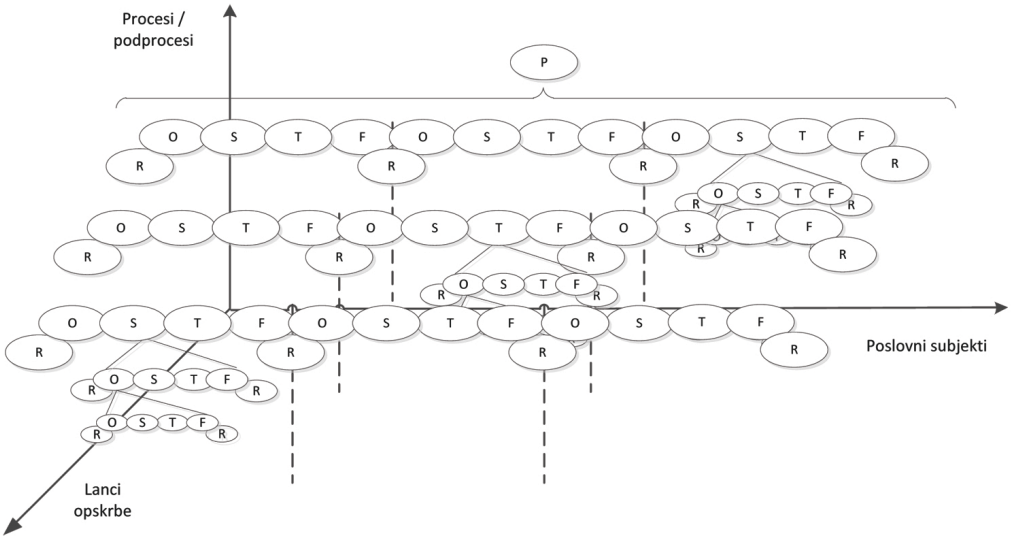
ECR je moderna strategija opskrbnog lanca koja se provodi na temelju partnerstva između njegovih sudionika. Uključuje sinkronizaciju upravljanja potražnjom i opskrbom zahvaljujući korištenju tehnologija koje podržavaju protok proizvoda, informacija i financijskih resursa kako bi se povećala konkurentnost cijelog opskrbnog lanca (Baraniecka, 2004, str. 20).

Analiza učinkovitosti logističkih procesa, sa stajališta kako pojedinog poduzeća tako i funkcioniranja cjelokupnog opskrbnog lanca, zahtijeva uzimanje u obzir mnogih čimbenika koji izravno i neizravno utječu na analizirani proces. Model izgradnje učinkovitosti je vrijedan pažnje i može se koristiti na svim razinama detalja prema SCOR pristupu.

SCOR je referentni model operacija opskrbnog lanca koji integrira pet temeljnih procesa – planiranje, isporuku, izvršenje, distribuciju i upravljanje povratnim tokom. Razvili su ga menadžeri i znanstvenici povezani s globalnom organizacijom Supply-Chain Council (Cazier & Poluha, 2007, str. 38). SCOR model predstavlja procesni pristup koji se tiče broja subjekata koji sudjeluju u procesima, a koji mogu uključivati dobavljače i kupce u opskrbnom lancu na različitim razinama upravljanja njihovim međusobnim odnosima (Śliwczyński, 2015, str. 23).

Bez obzira na broj subjekata koji sudjeluju u procesima, SCOR model predstavlja procesni pristup, uključujući veze dobavljača i kupaca u opskrbnom lancu na različitim razinama upravljanja njihovim međusobnim odnosima. Slika 1.6 prikazuje složenost odnosa između broja gospodarskih subjekata, njihovih procesa i opskrbnih lanaca.

Slika 1.6. Višedimenzionalnost logističkih procesa u SCOR modelu

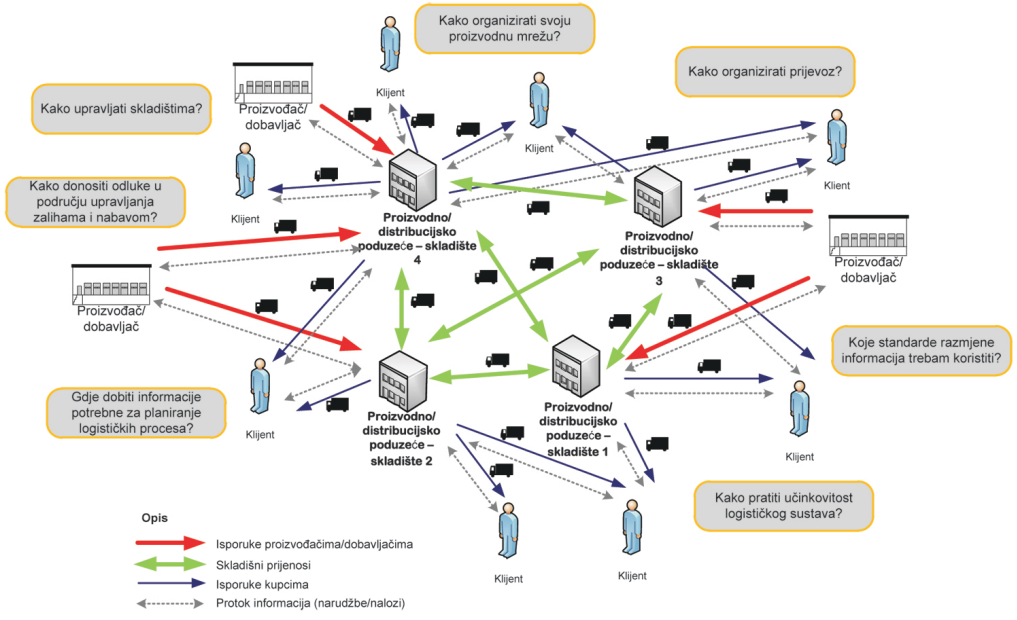


Izvor: vlastita studija.

Proizvodnja gotovog proizvoda (transformacija – T) zahtijeva opskrbu (izvor – S) mnogim sirovinama, materijalima, komponentama koje često nude mnogi dobavljači u kasnijoj fazi dovršetka i otpreme kupcu (ispuniti – F), kao i kao rukovanje narudžbama za te proizvode (narudžba – O) i povratna logistika (povrat – R) u svakoj fazi opskrbnog lanca. Svi ovi podprocese zahtjevaju planiranje (planiranje – P). Logistika povratnog toka (još se naziva i reverzibilna logistika ili logistika povrata) odnosi se ne samo na obrnuti (povratni) proces u fazi nabave materijala i sirovina za proizvodnju ili u fazi distribucije gotovih proizvoda, već i na ponovnu obradu i otklanjanje nedostataka u fazi proizvodnje. Logistika povratnog toka iznimno je važan proces opskrbnog lanca koji presječno utječe na sve faze protoka materijala i zahtijeva zasebna, detaljna istraživanja učinkovitosti, koja autor nije uključio u ovu monografiju, ali ih tretira kao smjernicu za svoja daljnja istraživanja.

Konzistentni i standardizirani podaci koji identificiraju logističke resurse, tokove i zalihe u opskrbnim lancima temelj su analiza i temelj za donošenje odluka u području optimizacije logistike u složenim opskrbnim lancima. Složenost logističkih procesa i problemi donošenja odluka koji se u njima javljaju prikazani su na slici 1.7.

Slika 1.7. Složenost logističkih procesa i problemi donošenja odluka koji se u njima javljaju



Izvor: Cudziło et al., 2018, str. 178.

Osnovni problem odlučivanja vezan je uz planiranje strukture opskrbnih lanaca i odnosi se na određivanje broja, položaja i uloge pojedinih karika (skladišta) u logističkoj mreži (Daskin, Coullard & Shen, 2002; Hanssmann, 1959; Sherbrooke, 2006). Tvrtke traže optimalna rješenja koja će im omogućiti planiranje teritorijalnog opskrbnog lanca, uzimajući u obzir trenutne tokove potražnje kupaca (njihovu veličinu i izvore) te unutarnje i vanjske čimbenike koji uvjetuju logističke aktivnosti. Polazna točka pri donošenju odluka o lokaciji skladišta i organizaciji logistike u razgranatim opskrbnim lancima uvijek su lokacije krajnjih kupaca i potražnja koju oni prijavljuju, čije je zadovoljenje uz održavanje prihvatljive razine troškova glavni cilj logističkih procesa. U kontekstu donošenja odluka o teritorijalnoj strukturi opskrbnog lanca to znači lociranje skladišta i centara na način da se osigura najkraća udaljenost (ili najkraće vrijeme dolaska) između skladišta i kupca. Stoga je važno ispravno rasporediti kupce na mjesta proizvodnje i distribucije, uzimajući u obzir spomenuti kriterij udaljenosti (ili vremena dolaska). Pritom treba imati na umu da kriteriji koji se odnose na najkraću udaljenost ili najkraće vrijeme dolaska do kupca ne mogu biti jedini koji određuju položaj skladišta u distribucijskoj mreži ili raspoređivanje kupaca na postojeće lokacije. Korištenje kriterija najkraće udaljenosti između kupca i skladišta vjerojatno će pozitivno utjecati na organizaciju procesa distribucije i troškove transporta. No, također je potrebno provjeriti kako će se optimizacija u ovom području pretočiti u troškove organizacije skladišnog poslovanja, obujam zaliha i troškove zamrznutog kapitala.

Neracionalno raspoređivanje kupaca skladišnim lokacijama u opskrbnom lancu ili neuzimanje u obzir lokacije isporučnih točaka i obujma potražnje u fazi odabira lokacija za skladišta ili distribucijske centre uvjetuju neučinkovitost logističkih procesa. Konačni rezultat su visoki logistički troškovi i nezadovoljavajuća razina korisničke usluge[5].

Odabir odgovarajuće strategije ima značajan utjecaj na operativne aktivnosti u poduzeću (Krzakiewicz & Cyfert, 2019; Witkowski, 2017). Istraživanje i promatranje poslovne prakse provedeno u sklopu istraživačkog projekta[6] potvrdilo je kako je odgovarajući prijenos strategije na taktičku i operativnu razinu ključni

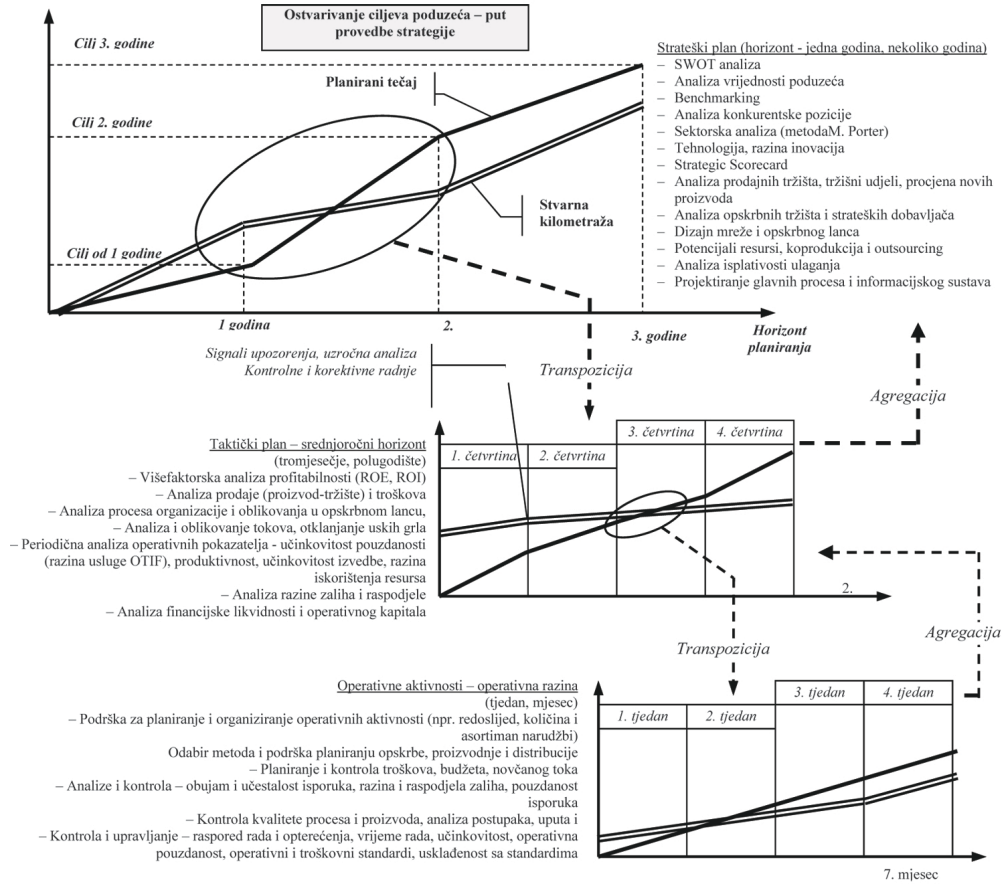
[5] Ovi su zaključci formulirani tijekom provedbe optimizacijskih i istraživačkih projekata u ovom području provedenih na Institutu za logistiku i skladištenje 2016–2017. Sudjelovanje u istraživačkim, razvojnim i optimizacijskim radovima vezanim uz poboljšanje opskrbnih mreža i korištenje GLN-a u opskrbnim mrežama (u sklopu istraživačkog rada za GS1 Polska) omogućilo je testiranje razvijenog sustava za mjerenje učinkovitosti logističkih procesa. Više o ovoj temi: Cudziło et al., 2018; Dujak, Zdziarska & Koliński, 2017 (monografija).

[6] Istraživački projekt "Referentni model višedimenzionalne transpozicije financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", Sveučilište za logistiku, KILiI 1/16, Poznań 2016–2018.

element koji utječe na ocjenu učinkovitosti aktivnosti u poduzeću. Usmjerenost na odabranu strategiju zahtijeva korištenje odgovarajućeg sustava pokazatelja za mjerenje i ocjenu učinkovitosti, usklađenog s osnovnim pretpostavkama odabrane strategije.

Uska povezanost strateške, taktičke i operativne razine upravljanja opravdava proces analize odstupanja pojedinih vrijednosti od plana na taktičkoj i operativnoj razini. Usklađenost tekućih aktivnosti procjenjuje se na temelju specifičnih strateških ciljeva koje treba prenijeti na operativnu razinu (Krzakiewicz & Cyfert, 2020, str. 186). Iz tog razloga, analiza odabranih strategija i njihov utjecaj na operativne aktivnosti u opskrbnom lancu ključni je aspekt neophodan za razvoj metode za procjenu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu. Slika 1.8 prikazuje prijenos uzoraka ciljeva i mjera učinka sa strateške razine na taktičku i operativnu razinu.

Slika 1.8. Prijenos ciljeva i mjera uspješnosti sa strateške razine na taktičku i operativnu razinu upravljanja u poduzeću



Izvor: Śliwczyński & Koliński, 2016, str. 20.

Prijenos strateških ciljeva poduzeća na taktičku i operativnu razinu upravljanja sa stajališta učinkovitosti logističkih procesa uključuje prilagodbu pokazatelja i mjera za ocjenu učinkovitosti ostvarenja ciljeva (Nowicka-Skowron, 2000, str. 111). Na strateškoj razini indikatore i mjere za analizu odstupanja stvarnog stanja od planiranog karakterizira ne samo dugoročnost, već i visoka razina općenitosti i agregiranosti korištenih podataka (npr. tržišni udjel). No, treba imati na umu da je već na operativnoj razini potrebno postupno pratiti postizanje ciljeva i eventualno korigirati tekuće aktivnosti kako bi se povećala vjerojatnost postizanja planiranog rezultata.

Promjene u upravljanju opskrbnim lancem uzrokovane su pritiskom konkurencije i promjenom percepcije potreba kupaca. Pokušaji povećanja učinkovitosti procesa usmjereni su na smanjenje troškova i racionalizaciju procesa (*lean* menadžment) ili postizanje bolje korisničke usluge i stvaranje procesa fleksibilnijim (agilno upravljanje). Međutim, oba koncepta upravljanja nose rizik njihove primjene:

- *agilno* – treba slobodne prostore za osiguranje fleksibilnosti poslovanja, što negativno utječe na učinkovitost poslovanja, ali istovremeno omogućuje stvaranje vrlo responzivnih opskrbnih lanaca (Kawa, 2011, str. 19–20),
- *lean* – može previše ukrutiti opskrbni lanac, čineći cijeli opskrbni lanac ovisnim o jednoj karici.

Tablica 1.10. Usporedba leana i agilnosti u upravljanju opskrbnim lancem

Specifikacija	Učinkovit/vitak (*lean*)	Fleksibilan (*agile*)
Krajnji cilj	Zadovoljite predvidljivu potražnju na najučinkovitiji i stoga najjeftiniji mogući način	Brzo reagirajte na promjene u potražnji kako biste smanjili manjak ponude, prisilno smanjenje cijena i zastarjelost inventara
Čimbenici uspjeha na tržištu	Kvaliteta Trošak Ukupno vrijeme isporuke	Kvaliteta Ukupno vrijeme isporuke Dostupnost
Najvažniji element konkurentske prednosti	Trošak	Dostupnost
Strategija dizajna proizvoda	Dizajnirajte proizvode za smanjenje troškova i povećanje učinkovitosti proizvodnje	Standardizirati procese za različite varijante proizvoda i proizvodne procese Pomaknite točku razdvajanja niz opskrbni lanac što je moguće bliže kupcu (nizvodno), ujedinjujući tokove i operacije duž najduže moguće dionice proizvodnje i isporuke proizvoda u lancu

Specifikacija	Učinkovit/vitak (*lean*)	Fleksibilan (*agile*)
Strategija u sferi proizvodnje	Održavati visoku razinu iskorištenosti proizvodnih kapaciteta: • ekonomična veličina serije proizvodnje • plan proizvodnje prema kriterijima najnižih troškova, minimalnih proizvodnih zaliha i najvećeg stupnja iskorištenja resursa • planiranje proizvodnje prema proizvodnim planovima/prognozama	Održavanje viška kapaciteta međuspremnika: • planirati kapacitet proizvodnje prema promjenjivim proizvodnim opterećenjima • planirati proizvodnju prema postavljenim narudžbama
Strategija inventara	Skratite cikluse obrtaja zaliha i minimizirajte zalihe u cijelom opskrbnom lancu: • prilagoditi zalihe profilu potražnje i pretpostavljenoj razini usluge (dostupnosti proizvoda); za predvidljivu i redovitu prodaju eliminirajte sigurnosne zalihe • sinkronizirati isporuke s potrebama proizvodnje i prodaje, minimizirajući zalihe ciklusa	Rasporedite značajne međuzalihe dijelova ili gotovih proizvoda: • eventualno održavati zalihe materijala/proizvoda, • za skupinu C prema ABC klasifikaciji, • za grupe A i B – uglavnom koriste VMI (engl. *vendor managed inventory*) sustav ili konsignacijske zalihe
Strategija u području opskrbe i distribucije	Skratite ciklus ispunjenja narudžbe što je više moguće bez povećanja troškova: • koristiti ekonomične serije isporuka • planovi nabave i distribucije prema kriteriju najniže cijene, minimalne zalihe materijala i gotovih proizvoda, najveći stupanj iskorištenja resursa • primarni kriteriji za odabir dobavljača trebaju biti: cijena i kvaliteta	Hrabro investirajte u metode koje skraćuju ciklus ispunjenja narudžbe: • koristiti varijabilne serije opskrbe • planove opskrbe i distribucije prema kriteriju najviše razine usluge kupcima (vremenske rezerve, sigurnosne zalihe, alternativni dobavljači), • održavanje rezervi resursa • primarni kriteriji za odabir dobavljača trebaju biti brzina, vrijeme odziva, fleksibilnost i kvaliteta

Izvor: vlastita studija prema: Konecka, 2010, str. 25; Śliwczyński, 2011a, str. 116.

Tablica 1.10 prikazuje usporedbu koncepata agilnog (fleksibilnog) i *lean* opskrbnog lanca na strateškoj razini. Analizirajući usporedbu oba koncepta, može se doći do zaključka da su *lean* i agilno upravljanje suprotni, a u isto vrijeme komplementarni pojmovi. Zajedničke značajke *lean* i fleksibilnih opskrbnih lanaca su: skraćivanje vremena isporuke (za *lean management* ono proizlazi iz uklanjanja gubitaka, za agilno upravljanje – iz sposobnosti brzog reagiranja na promjene u potražnji), smanjenje troškova, najbolja moguća usluga kupcima i integracija s dobavljačima i kupcima. Na razvoj opskrbnih lanaca nedvojbeno utječe globalizacija koja je također povezana s povećanjem zahtjeva kupaca, produljenjem i sve većom složenošću opskrbnih lanaca. Ekonomska praksa dokazuje potrebu za korištenjem pretpostavki i *lean* i agilnog koncepta kako bi se

učinkovito upravljalo procesima koji se odvijaju u opskrbnom lancu. Danas se rukovodeće osoblje fokusira na strategije smanjenja troškova ili racionalizacije, što je u skladu s filozofijom *lean* razmišljanja. Međutim, promjenjiva potražnja čini nužnim stalno prilagođavanje poslovnih aktivnosti promjenama na tržištu, što nameće korištenje agilnog koncepta u određenom opsegu poslovnih aktivnosti (npr. distribucija). Stoga se u literaturi na tu temu mogu pronaći razmatranja vezana uz hibridni koncept, najčešće nazivan leagilan. Hibridni koncept je podijeljen prema (Długosz, 2009a, str. 30; Konecka, 2010, str. 26):

- proizvodi: pomoću Pareto principa (80/20) podijeliti proizvode na one proizvedene u skladu s lean menadžmentom (20% od broja stavki asortimana, proizvodnja prema predviđanju, središnje upravljanje zalihama, traženje koristi od ekonomije razmjera) ili agilno upravljanje (80% broja artikala asortimana, proizvodnja po narudžbi, korištenje brzog odgovora na potražnju),
- priroda potražnje: za stabilnu potražnju može se primijeniti lean koncept, povećavajući učinkovitost poslovanja korištenjem kontinuiranog protoka; međutim, u slučaju promjenjive potražnje koja ovisi o razdobljima promocije ili sezonalnosti, razumno je koristiti agilni koncept,
- oblik kašnjenja i individualizacije: za proizvodnju osnovnih, nedovršenih proizvoda do točke razdvajanja koristi se koncept lean menadžmenta, dok se za dio lanca "iza" točke razdvajanja u procesu individualizacije proizvoda, tj. dodavanjem elemenata specifičnih za određenu narudžbu u osnovni obrazac, koristi se koncept fleksibilnog upravljanja.

Pri analizi učinkovitosti korištenja *lean* i *agile* u odnosima dobavljač-kupac u opskrbnom lancu treba uzeti u obzir različite odnose odgovornosti sudionika za skladišni proces, alokaciju zaliha, modele upravljanja zalihama, resursna i kapitalna ograničenja koja mogu utjecati na količinu isporuka. Stoga je na temelju rezultata pregleda literature[7] predložena uporaba *lean* i agilnih koncepata za pojedine varijante isporuke (tablica 1.11).

Provodeći daljnja razmatranja uzimajući u obzir pretpostavke predstavljene u tablici 1.10, sličnu analizu treba provesti za razinu koja sadrži specifične potprocese koji se odnose na faze toka materijala u pojedinim karikama opskrbnog lanca. Tablica 1.12 predstavlja prijedlog za korištenje *lean* i agilnih koncepata u procesu planiranja opskrbe, uzimajući u obzir podprocese u opskrbnom lancu.

[7] Rezultati ovog istraživanja o vezama između lean i agilnih strategija u opskrbnim lancima prikazani su u publikaciji: Koliński, 2014.

Tablica 1.11. Korištenje lean i agilnosti na razini procesa planiranja nabave

Varijanta isporuke	Dobavljač	Logistički operater	Kupac
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (VMI opcija), zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su dobavljača	*agile*	X	*lean*
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (VMI opcija), zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su kupca	*lean*	X	*agile*
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (opcija VMI), zalihe se drže kod kupca i vlasništvo su dobavljača	*agile*	X	*lean*
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (opcija VMI), zalihe se drže kod logističkog operatera i vlasništvo su dobavljača	*lean*	*agile*	*lean*
Odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (opcija VMI), zalihama upravlja i održava logistički operater i vlasništvo je dobavljača	*lean*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces isporuke, zaliha se čuva kod dobavljača i vlasništvo je dobavljača (opcija konsignacijske zalihe)	*agile*	X	*lean*
Upravljanje kupcima i odgovornost za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su kupca	*agile*	X	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces opskrbe, zalihe se drže kod kupca i u vlasništvu su kupca (klasični oblik nabave)	*agile*	X	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod logističkog operatera i vlasništvo su dobavljača	*agile*	X	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod logističkog operatera i vlasništvo su kupca (oblik opskrbnog centra)	*lean*	*agile*	*lean*
Kupac je odgovoran za vlastiti proces dostave, zalihe se drže kod logističkog operatera i njime upravlja logistički operater, vlasništvo su kupca	*lean*	*agile*	*lean*

Izvor: vlastita studija.

Predstavljena analiza primjene *lean* i *agile* koncepata u odnosima dobavljač-kupac u opskrbnom lancu temelji se na pretpostavci o načinima povećanja učinkovitosti poslovnih aktivnosti. Osnova za izradu tablica 1.11 i 1.12 bila je pretpostavka koja se odnosi na koncentraciju strategije poduzeća na *lean* koncept. Opće je poznato da *lean* koncept karakterizira maksimalno korištenje raspoloživih resursa uz relativno najniže troškove. U praksi poduzeća strategija koja se temelji na minimizaciji troškova čini se snažno naglašenom i potrebnom, pa se stoga u tablicama 1.11 i 1.12 predlaže *lean* koncept u svim procesima i potprocesima u kojima je moguća racionalizacija logističkih procesa i balansiranje resursa. Agilni koncept predložen je samo u onim područjima gdje se njegova primjena smatrala bitnim elementom upravljanja procesima u opskrbnom lancu. Gornje tablice samo potvrđuju valjanost korištenja hibridnog koncepta *lean* i *agile* (*leagile*) kako na razini cijelog opskrbnog lanca tako i na razini pojedinog poduzeća.

Tablica 1.12. Prijedlog za korištenje lean i agilnosti u procesu planiranja opskrbe na razini opskrbnog lanca

Varijanta isporuke	Dobavljač			Logistički operater			Kupac		
	nabava	proizvodnja	distribucija	nabava	proizvodnja	distribucija	nabava	proizvodnja	distribucija
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (VMI opcija), zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su dobavljača	*lean*	*agile*	*agile*	X	X	X	*lean*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (VMI opcija), zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su kupca	*lean*	*lean*	*agile*	X	X	X	*agile*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu (opcija VMI), zalihe se drže kod kupca i vlasništvo su dobavljača	*lean*	*agile*	*agile*	X	X	X	*agile*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost dobavljača za isporuke kupcu, zalihe se čuvaju kod logističkog operatera i vlasništvo su dobavljača	*lean*	*lean*	*agile*	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*	*lean*
Odgovornost dobavljača za isporuke kupcu, zalihama upravlja logistički operater i održava se kod logističkog operatera te je vlasništvo dobavljača	*lean*	*lean*	*agile*	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*	*lean*
Upravljanje kupcima i odgovornost za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su dobavljača	*lean*	*agile*	*agile*	X	X	X	*agile*	*lean*	*lean*
Upravljanje kupcima i odgovornost za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod dobavljača i u vlasništvu su kupca	*lean*	*agile*	*agile*	X	X	X	*agile*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces opskrbe, zalihe se drže kod kupca i u vlasništvu su kupca (klasični oblik nabave)	*lean*	*agile*	*agile*	X	X	X	*lean*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod logističkog operatera i vlasništvo su dobavljača	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*	*lean*
Upravljanje i odgovornost kupca za vlastiti proces isporuke, zalihe se drže kod logističkog operatera i vlasništvo su kupca	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*
Kupac je odgovoran za vlastiti proces dostave, zalihe se drže kod logističkog operatera i njime upravlja logistički operater, vlasništvo su kupca	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*lean*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*

Izvor: vlastita studija.

Sličnu analizu korištenja *lean* i *agile* koncepata treba provesti i u implementaciji transportnih procesa u opskrbnom lancu. Treba analizirati mogućnosti primjene pojedinih koncepata u raznim varijantama. Kao i u slučaju analize korištenja *lean* i *agile* koncepata za proces planiranja opskrbe, i u ovom slučaju pretpostavljeno je da menadžment poduzeća svoju strategiju usmjerava na racionalizaciju ili smanjenje troškova (*lean* koncept), dok se strategija fleksibilne

prilagodbe (*agile* koncept) koristi samo kada je to potrebno. Analizirane varijante rješenja organizacije prijevoza uzimaju u obzir sljedeće odnose odgovornosti za prijevoz i snošenja troškova prijevoza:

- troškove otpreme i transporta do kupca snosi dobavljač (trošak transporta je uključen u nabavnu vrijednost),
- troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom (trošak prijevoza je troškovna komponenta u procesu distribucije analizirana prema mjestu nastanka troškova službe prijevoza),
- troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi kupac prilikom naručivanja usluge prijevoza (trošak prijevoza je troškovna komponenta u procesu distribucije koja se odnosi na mjesto troška odjela distribucije),
- troškove otpreme i prijevoza do logističkog operatera snosi dobavljač, a troškove od operatera do vlastitog poduzeća snosi kupac s vlastitim prijevoznim parkom,
- troškove otpreme i prijevoza do logističkog operatera snosi dobavljač, a troškove od operatera do vlastitog poduzeća snosi kupac prilikom naručivanja usluge prijevoza,
- troškove otpreme i prijevoza do logističkog operatera i do vlastite tvrtke snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom,
- troškove špedicije i prijevoza do logističkog operatera i do vlastite tvrtke snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom prilikom naručivanja usluge prijevoza.

Tablica 1.13 prikazuje prijedlog korištenja *lean* i *agile* koncepata u opskrbnom lancu, uzimajući u obzir pojedine varijante organizacije transportnog procesa.

Tablica 1.13. Korištenje lean i agile na razini transportnog procesa

Varijanta	Dobavljač	Logistički operater	Prijevoznik	Kupac
Troškove otpreme i transporta do kupca snosi dobavljač (trošak transporta je uključen u nabavnu vrijednost).	*lean*	X	X	*lean*
Troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom (trošak prijevoza je troškovna komponenta distribucijskog procesa, analizirana prema mjestu nastanka troškova transportnog odjela).	*lean*	X	X	*agile*
Troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi kupac prilikom naručivanja usluge prijevoza (trošak prijevoza je troškovna komponenta u procesu distribucije koja se odnosi na mjesto troška odjela distribucije).	*lean*	X	*agile*	*lean*
Troškove otpreme i transporta do logističkog operatera snosi dobavljač, a troškove od operatera do vlastitog poduzeća snosi kupac korištenjem vlastite transportne flote.	*lean*	*agile*	X	*agile*

Varijanta	Dobavljač	Logistički operater	Prijevoznik	Kupac
Troškove špedicije i transporta do logističkog operatera snosi dobavljač, a troškove od operatera do vlastitog poduzeća snosi kupac prilikom naručivanja usluge transporta.	*lean*	*agile*	*agile*	*lean*
Troškove otpreme i prijevoza do logističkog operatera i do vlastite tvrtke kupca snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom.	*lean*	*agile*	X	*agile*
Troškove špedicije i prijevoza do logističkog operatera i vlastite tvrtke snosi kupac prilikom narudžbe usluge prijevoza.	*lean*	*agile*	*agile*	*lean*

Izvor: vlastita studija.

Tablica 1.14 predstavlja prijedlog za korištenje *lean* i agilnih koncepata u transportnom procesu, uzimajući u obzir podprocese u opskrbnom lancu.

Preliminarne analize u vezi s mjestom *lean* i agilnih koncepata u odnosu dobavljač-kupac provedene su u sklopu istraživačkog projekta koji je suprovodio autor 2011–2013[8], a odnosi se samo na procese opskrbe. Uzimajući u obzir specifičnost distribucijskog procesa i njegovu sličnost s opskrbnim procesima sa stajališta fizičke provedbe toka materijala u opskrbnom lancu, ovo bi se istraživanje moglo verificirati i prilagoditi analizama koje se provode u sljedećem istraživačkom projektu provedenom 2017–2019[9].

[8] Istraživački projekt "Simulacija upravljanja materijalnim tokovima poduzeća pomoću instrumenta viševarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", br. N N509 549940, izvodi se iz sredstava financiranja znanosti Ministarstva znanosti i visokog obrazovanja od strane odluka br. 5499/B/T02/2011/40, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2011–2013.

[9] Istraživački projekt "Analiza utjecaja operativnih aktivnosti na učinkovitost distribucijskih procesa", br. KCiSI1/17, Sveučilište za logistiku, Poznań 2017–2019.

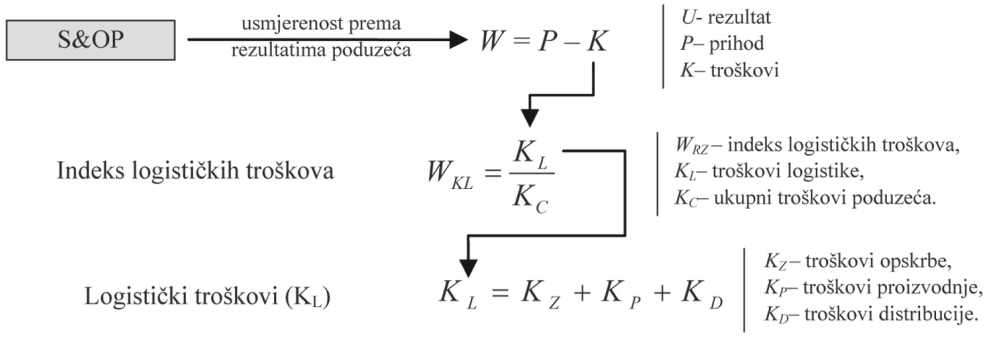
Tablica 1.14. Prijedlog za korištenje lean i agile na razini transportnih potprocesa u opskrbnom lancu

Varijanta	Dobavljač			Logistički operater			Prijevoznik			Kupac		
	Nabava	Izvršenje	Distribucija	Nabava	Izvršenje	Distribucija	Nabava	Izvršenje	Distribucija	Nabava	Izvršenje	Distribucija
Troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi dobavljač (trošak transporta je uključen u nabavnu vrijednost).	*lean*	*lean*	*agile*	X	X	X	X	X	X	*lean*	*lean*	*lean*
Troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom (trošak prijevoza je troškovna komponenta distribucijskog procesa, analizirana prema mjestu nastanka troškova transportnog odjela).	*lean*	*lean*	*lean*	X	X	X	X	X	X	*agile*	*lean*	*lean*
Troškove otpreme i prijevoza do kupca snosi kupac prilikom naručivanja usluge prijevoza (trošak prijevoza je troškovna komponenta u procesu distribucije koja se odnosi na mjesto troška odjela distribucije).	*lean*	*lean*	*lean*	X	X	X	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*	*lean*
Troškove otpreme i transporta do logističkog operatera snosi dobavljač, a troškove od operatera do vlastitog poduzeća snosi kupac korištenjem vlastite transportne flote.	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*lean*	*lean*	X	X	X	*agile*	*lean*	*lean*
Troškove špedicije i transporta do logističkog operatera snosi dobavljač, a troškove od operatera do vlastitog poduzeća snosi kupac prilikom naručivanja usluge transporta.	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*lean*	*lean*	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*	*lean*
Troškove otpreme i prijevoza do logističkog operatera i do vlastite tvrtke kupca snosi kupac vlastitim prijevoznim parkom.	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*lean*	*agile*	X	X	X	*agile*	*agile*	*agile*
Troškove špedicije i prijevoza do logističkog operatera i vlastite tvrtke snosi kupac prilikom narudžbe usluge prijevoza.	*lean*	*lean*	*lean*	*agile*	*lean*	*lean*	*agile*	*agile*	*agile*	*lean*	*lean*	*lean*

Izvor: vlastita studija.

Višekriterijalna procjena učinkovitosti logističkih procesa također treba uzeti u obzir čimbenike neizravno povezane s održavanjem kontinuiteta toka materijala na operativnoj razini. Učinkovita analiza planiranja aktivnosti i operacija (S&OP – engl. *sales and operations planning*) može biti pouzdan temelj za transponiranje ciljeva poduzeća na operativnu razinu logističkog procesa, što potvrđuju i najnovija istraživanja u ovom području (Aloui i sur., 2022). Sa stajališta stvaranja prihoda, važno je da troškovi budu što niži, što ispituje mjera učinkovitosti omjer troškova i prihoda (Gabrusewicz, Kamela-Sowińska & Poetschke, 1996, str. 53). Iz tog razloga procjena učinkovitosti zahtijeva detaljnu analizu uloge troškova nabave, proizvodnje i distribucije u logističkom procesu. Transpozicija rezultata poduzeća u logističke troškove prikazana je na slici 1.9.

Slika 1.9. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove logistike



Izvor: vilastita studija.

Uzimajući u obzir osnovne ovisnosti logističkih troškova i transponirajući ih na troškove pojedinih faza tijeka materijala u opskrbnom lancu, preostale troškovne stavke treba smatrati poznatima (ili konstantnima) donositelju odluka koji provodi analizu učinkovitosti. Transpozicija ciljeva također opravdava potrebu uzimanja u obzir posebne analize logističkih troškova transponiranih u troškove nabave, proizvodnje i distribucije. Ova analiza prikazana je u podpoglavljima koja se odnose na učinkovitost pojedinih faza toka materijala.

Koncept prikazan na slici 1.9 temelji se na pretpostavci optimizacije troškova kao učinkovitijeg načina poboljšanja rezultata poduzeća. Optimizacija troškova odnosi se na racionalizaciju čimbenika koji su kontrolirani od strane poduzeća i stoga imaju poseban utjecaj na sposobnost generiranja većeg profita. Međutim, treba imati na umu da je fokusiranje optimizacije na analizu troškova preporučljivo samo kada je vrijednost indeksa logističkih troškova, tj. udio logističkih troškova u ukupnim troškovima poduzeća, značajan. Određivanje veličine

logističkih troškova zahtijeva analitički pristup, uzimajući u obzir kriterije funkcioniranja logističkih procesa, temeljen na integriranom pristupu vrijednosti troškova i razini korisničke usluge (Lukinskiy, Lukinskiy & Shulzhenko, 2011). Istraživanje koje je proveo B. Śliwczyński (2009) pokazuje da udio logističkih troškova čini približno 70% ukupnih troškova u poduzećima koja su karike u opskrbnom lancu proizvoda i usluga.

Transpozicija strateških ciljeva u operativne aktivnosti u logističkim procesima stoga mora uzeti u obzir kako uvjete unutar poduzeća tako i uvjete dogovorene s poslovnim partnerima unutar opskrbnog lanca. Fokusirajući se na logistički proces, valja reći da je zbog kompromisnih veza nemoguće održati jednu strategiju u svim područjima bez negativnog utjecaja na ekonomsku i operativnu učinkovitost ovog procesa. Poslovni odgovor na ovaj problem je korištenje distribucijskih točaka zaliha na različitim lokacijama opskrbnog lanca i redizajniranje implementiranih procesa za nova rješenja[10]. Drugi važan aspekt je uzimanje u obzir tržišnih uvjeta i strategija koje su odabrali pojedini poslovni partneri u opskrbnom lancu. Transpozicija strateških ciljeva u operativne aktivnosti stoga mora uzeti u obzir aspekt upravljanja vrijednošću procesa ili proizvoda u korelaciji s usmjerenošću prema financijskom rezultatu tog procesa. Za potpunu dijagnozu stanja opskrbnog lanca nije dovoljna analiza na strateškoj razini, potrebno je i poznavanje procesa u opskrbnom lancu te adekvatan pristup mjerenju njihovog funkcioniranja (Tarasiewicz, 2014, str. 154). Ova analiza stoga je osnova za razvoj modela za analizu učinkovitosti logističkih procesa, uzimajući u obzir povratne informacije kroz cijeli opskrbni lanac.

[10] O analizi utjecaja distribucijskih točaka i redizajna logističkih procesa na učinkovitost opskrbnog lanca opsežno je bilo riječi u publikaciji: Dujak, Kolinski i Mesarić, 2020.

2.

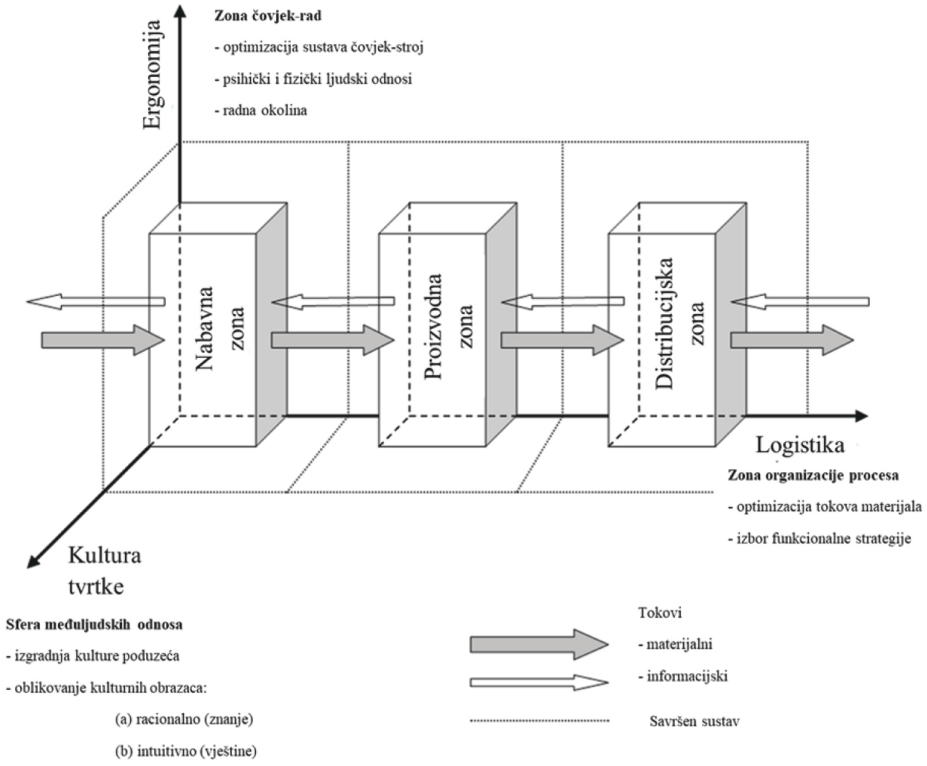
Učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu

Analiza učinkovitosti procesa koji se odvijaju u poduzeću i opskrbnom lancu zahtijeva široki pogled koji će omogućiti racionalizaciju svih elemenata logističkog procesa. Postoji niz predloženih rješenja za ovaj problem u literaturi. Model izgradnje učinkovitosti je vrijedan pažnje i može se koristiti na svim razinama detalja prema SCOR pristupu. Predloženi model sastoji se od tri razine (Sl. 2.1) (Hadaś, 2002, str. 31):

- logistika – koja ima najjači utjecaj na organizaciju procesa koji se odvijaju kako u poduzeću tako i u cjelokupnom opskrbnom lancu,
- ergonomski – omogućava povećanje učinkovitosti pravilnom prilagodbom resursa (npr. strojeva, prijevoznih sredstava) i procesnog okruženja čovjeku, što će rezultirati stvaranjem "dobre prakse implementacije procesa",
- kultura poduzeća – koja je osnova za uvođenje organizacijskih i mentalnih promjena vezanih uz logističke koncepte pružanja usluga korisnicima i kreiranje specifičnih vrijednosti koje odgovaraju njihovim potrebama.

U današnje vrijeme ekološki aspekt igra sve važniju ulogu, prisiljavajući procese koji se odvijaju u poduzećima i cijelim opskrbnim lancima da budu ekološki prihvatljivi. Unatoč tome, rukovodeće osoblje pojedinih karika u opskrbnom lancu nije prisiljeno birati između ekonomske učinkovitosti implementiranih procesa i proekološkog stava.

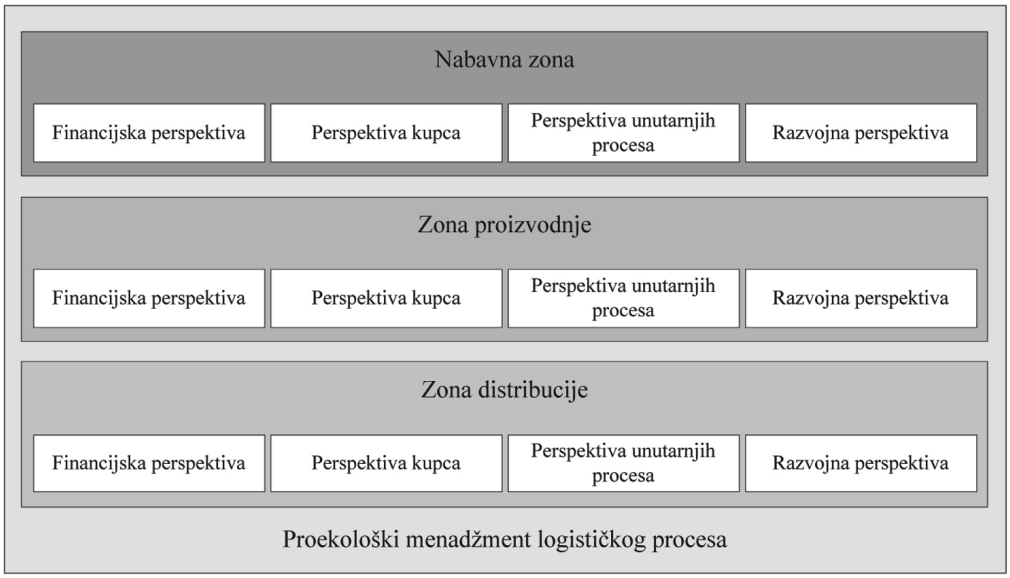
Slika 2.1. Model izgradnje operativne učinkovitosti u području logističkih procesa



Izvor: Hadaś, 2002, str. 31.

Analiza učinkovitosti, uzimajući u obzir tri prikazane razine, proširena ekološkim aspektom, omogućuje balansiranje svih resursa logističkog procesa kako bi se osigurala njihova bolja suradnja i postigao sinergijski učinak (Jacyna et al., 2014). Analiza učinkovitosti trebala bi se temeljiti ne samo na operativnim pokazateljima koji su izravno povezani s logističkim procesom, već i na financijskim pokazateljima. Ciljevi i mjere analize učinkovitosti trebaju proizlaziti iz vizije i strategije poduzeća ili cijelog opskrbnog lanca. Analizu učinkovitosti razmatranih procesa treba smatrati potpunom kada se ne odnosi samo na one mjere koje se tiču prošlih rezultata, već i na mjere koje omogućuju praćenje onoga što će utjecati na buduće rezultate. Problem cjelovite procjene učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu još nije razrađen u literaturi na tu temu. Uzimajući u obzir višekriterijski aspekt analize logističkog procesa, problem procjene učinkovitosti može se temeljiti na pretpostavkama Strategic Scorecard-a koji su razvili R. Kaplan i D. Norton. Autori su predložili analizu učinkovitosti iz financijske perspektive, perspektive korisnika, internih procesa i razvoja. Slika 2.2 prikazuje ideju analize učinkovitosti logističkog procesa u pojedinačnim perspektivama.

Slika 2.2. Ideja analize učinkovitosti logističkog procesa



Izvor: vlastita studija.

Međutim, treba imati na umu da u poslovnoj praksi gotovo sva poduzeća koriste financijske i nefinancijske mjere, no mnoga od njih koriste nefinancijske mjere na nižim razinama, uglavnom kada prate aktivnosti izravno povezane s kupcima. Rukovodeće osoblje koristi samo agregirane financijske pokazatelje kako bi u potpunosti odražavalo učinak rukovoditelja srednje i niže razine. Stoga ova poduzeća koriste financijske i nefinancijske mjere uspješnosti samo kao alat za taktičko ili kratkoročno praćenje i kontrolu proizvodnog procesa. Strategic Scorecard jasno naglašava da financijske i nefinancijske mjere trebaju biti dio informacijskog sustava za zaposlenike na svim razinama organizacije (Kaplan & Norton, 2007, str. 29). Stoga, pri analizi učinkovitosti logističkog procesa u četiri prikazane perspektive, treba uzeti u obzir model izgradnje učinkovitosti logističkog procesa, dopunjen sferom proekološkog upravljanja procesima.

Sliku 2.2 treba tretirati kao prijedlog metode analize i procjene učinkovitosti logističkog procesa u opskrbnom lancu. Također se treba sjetiti kompromisnih veza (Tarasiewicz, 2014, str. 185) i mogućih povratnih veza s proizvodnom zonom. Ove pretpostavke omogućuju razvoj sustava pokazatelja za sve faze protoka materijala, uzimajući u obzir korelaciju s drugim procesima opskrbnog lanca.

2.1. Učinkovitost opskrbnih procesa

Opskrbu treba definirati kao višekriterijski sustav kompromisnih veza koji uključuje aktivnosti vezane uz provedbu opskrbe i poslovnih odnosa i povezivanja s dobavljačima (sistemski pristup logistici) ili kao opskrbnu djelatnost, tj. skup aktivnosti što dovodi do isporuke robe na mjesto u pravo vrijeme, količinu i zalihu (Domański, Adamczak & Cyplik, 2012, str. 12). U poljskoj stručnoj i znanstvenoj literaturi pojam opskrbe također je sinonim za pojam kupnje (Rutkowski, 2013). Razlike između ovih pojmova prikazane su u tablici 2.1.

Tablica 2.1. Razlike između logistike opskrbe i nabave

Logistika opskrbe	Kupovina
Osiguravanje optimalne kvalitete proizvoda	Navedite vrstu kupnje
Minimiziranje ukupnih troškova	Određivanje potrebne razine izdataka
Stjecanje i održavanje pouzdanih i konkurentnih dobavljača	Provedba procesa nabave
Minimalne razine zaliha i neometan protok sirovina	Procjena učinkovitosti procesa nabave
Suradnja i integracija s drugim područjima tvrtke	-

Izvor: Domański, Adamczak & Cyplik, 2012, str. 12.

Tijekom detaljne analize nužno je sagledati proces opskrbe koristeći referentnu metodologiju SCOR procesnog pristupa i uzimajući u obzir sljedeće komponente (Śliwczyński & Koliński, 2012b, str. 300):

- S&OP proces koji omogućuje planiranje operacija u opskrbnom lancu, uključujući prijenos prodajnih potreba na razinu planiranja toka proizvoda iz proizvodnje,
- planiranje materijalnih potreba, uzimajući u obzir materijalnu strukturu proizvoda (potrebno za materijalno knjigovodstvo), tehnologije i proizvodne rute (potrebno za raspored materijalnih potreba), razine zaliha – simuliraju se neto vrijednosti materijalnih potreba,
- naručivanje koje omogućuje simulaciju pojedinih varijanti prema izračunatim neto materijalnim potrebama,
- algoritam za ažuriranje stvarne potrošnje i prognoze, koji se trebaju tretirati kao pomoćni simulacijski modeli stvarne potrošnje za ispitane indekse materijala, potrebni za simulaciju stvarnog okruženja isporuke materijala, transportnih procesa i raspoloživosti zaliha u fazi verifikacije modela naručivanja,
- verifikacija metoda naručivanja koje omogućuju višekriterijsku analizu i izbor zadovoljavajućih modela prema zadanim vrijednostima kriterija,

- provjera transportnog procesa uključujući model rješenja za višekriterijalno planiranje utovarnih i transportnih ruta kao i opterećenja resursa i raspored transporta,
- skladištenje, koje je također pomoćni model potreban za definiranje mogućnosti prihvata i rukovanja transportnim procesima i održavanjem zaliha.

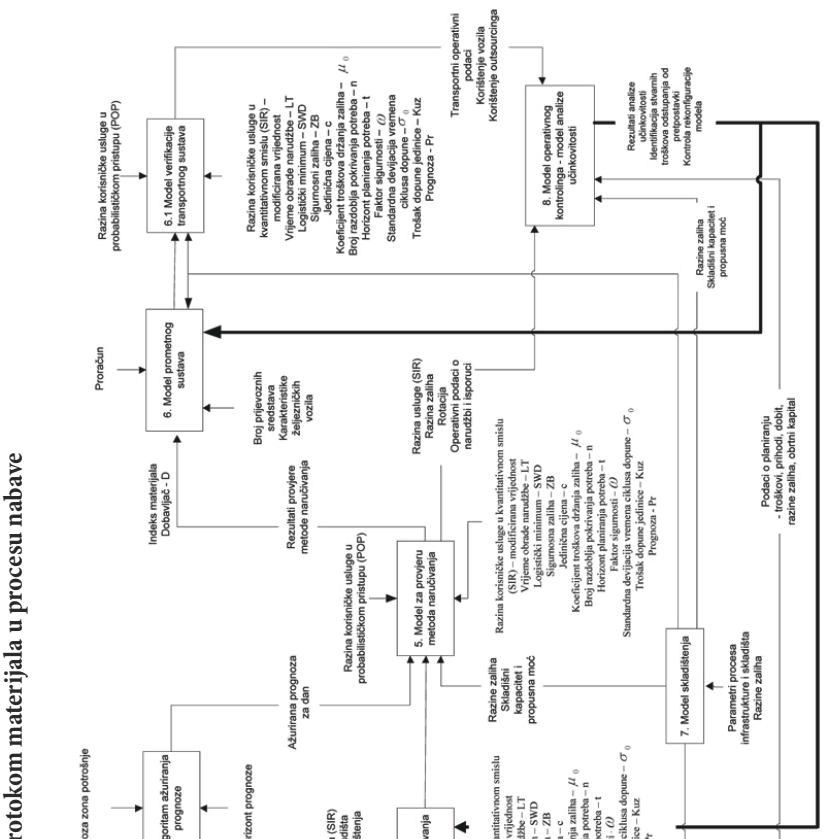
Analiza učinkovitosti kupovine i nabave usmjerena je na mjerenje i ocjenu ispitivane izmjerene količine u smislu usklađenosti s usvojenim standardima. Osnovni ulazni podaci za model analize su pretpostavke navedene na razini S&OP plana. Međutim, potrebno je sjetiti se pretpostavki koje neposredno prethode učinkovitom planiranju prodaje i operacija, uključujući: klasifikaciju dobavljača i njihovi ugovaranje.

Implementacija uvjeta modela analize učinkovitosti procesa opskrbe zahtijeva već navedene podatke iz sastavnih modela naručivanja, transporta i skladištenja. Ilustrativni dijagram modela napajanja za procjenu učinkovitosti procesa nabave i opskrbe prikazan je na slici 2.3.

Svrha prikupljanja podataka za praćenje i kontrolu procesa nabave je omogućiti analizu učinkovitosti u području operativnog kontrolinga. U ovom radu prikazani su pojedinačni podaci (ulazni i izlazni) koji su nužni za utvrđivanje najvažnijih pokazatelja za ocjenu opskrbnog procesa. Međutim, treba imati na umu da se analiza ne temelji samo na podacima potrebnim za određivanje niza pokazatelja koji su prikazani u nastavku. Za provođenje pouzdane analize procesa opskrbe potrebni su i osnovni podaci koji su polazište za ocjenu pojedinih vrijednosti koje se koriste u daljnjim fazama u obliku agregiranih rezultata pojedinih pokazatelja. Osnovni podaci potrebni za praćenje procesa izvršenja narudžbe su:

- geografski položaj ciljanog skladišta koje ispunjava narudžbe,
- geografski položaj dobavljača, uključujući: udaljenost od ciljanog skladišta i dostupnost različitih vrsta transporta (cestovni, željeznički, pomorski, kopneni, zračni).
- broj dobavljača koji podliježu daljnjoj analizi, odnosno dobavljača koji zadovoljavaju određene kriterije ekonomske ocjene,
- geografski položaj ciljanih skladišta lokalnih i globalnih konkurenata,
- odluku o izvršenju narudžbe vlastitim prijevozom ili korištenjem usluga prijevozničke tvrtke,
- dostupnost prijevoznih sredstava koja omogućuju prijevoz određenog tereta.

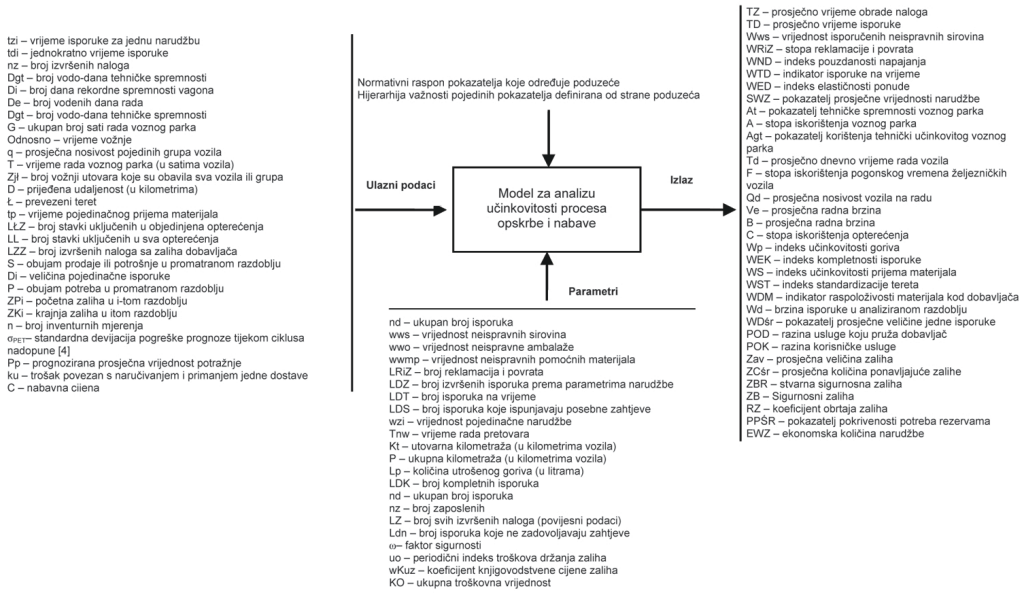
Slika 2.3. Model viševarijantne analize učinkovitosti upravljanja protokom materijala u procesu nabave



Izvor: rezultat istraživačkog rada koji je suizvodio Autor u sklopu istraživačkog projekta "Simulacija upravljanja materijalnim tokovima poduzeća instrumentom viševarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", br. N N509 549940, realiziran od sredstva za financiranje znanosti odobrena od strane Ministarstva znanosti i visokog obrazovanja odlukom br. 5499/B/T02 /2011/40, Sveučilište za logistiku, Poznań 2011–2013.

Prilikom analize učinkovitosti procesa kupovine i nabave prikazanih na slici 2.4, provjeren je skup mjera (Śliwczyński, 2011b; Twaróg, 2005; Watson, Blackstone & Gardiner, 2007) uzimajući u obzir međusobne veze između pojedinih faza protoka materijala u opskrbnom lancu. Svijest o interakcijama između odjela tvrtke omogućuje razumijevanje uzročno-posljedičnih veza između karika u opskrbnom lancu. Što bolje tvrtke međusobno surađuju na razini poslovnog partnerstva, to je bolja učinkovitost cjelokupnog opskrbnog lanca (Croxton et al., 2001; Forza, Salvador & Rungtusanatham, 2005).

Slika 2.4. Analiza podataka u modelu učinkovitosti procesa opskrbe i nabave



Izvor: vlastita studija.

Izneseni podaci vjerojatno ne predstavljaju puni opseg osnovnih podataka, ali mogu biti temelj za daljnje, detaljnije analize temeljene na ocjeni učinkovitosti procesa. Neovisna istraživanja o optimizaciji opskrbnih i proizvodnih procesa iz perspektive opskrbe materijalom potvrđuju relevantnost pitanja učinkovitosti opskrbe (Urbaniak & Zimon, 2022). Prije definiranja pokazatelja učinkovitosti potrebno je sistematizirati sve logističke procese, što zahtijeva ispunjenje sljedećih uvjeta (Twaróg, 2005, str. 133):

- definiranje i sistematiziranje logističkog procesa u skladu sa smjerom protoka materijala i strukturom upravljanja koja je okomita na smjer protoka materijala,

- uspostavljanje postupaka za mjerenje i prijenos informacija u redovitim intervalima koji omogućuju prikupljanje podataka potrebnih za izračun pokazatelja uspješnosti,
- definiranje pokazatelja uspješnosti utvrđivanjem odstupanja od standarda,
- uspostavljanje kvantitativnih standarda i odgovarajućih kontrolnih granica,
- imenovanje ljudi s odgovarajućim iskustvom za donošenje odluka, omogućavanje postavljanja prave dijagnoze na temelju različitih signala,
- pružanje upravljačkih instrumenata odgovornom menadžmentu kako bi se omogućila učinkovita integracija logističkih procesa.

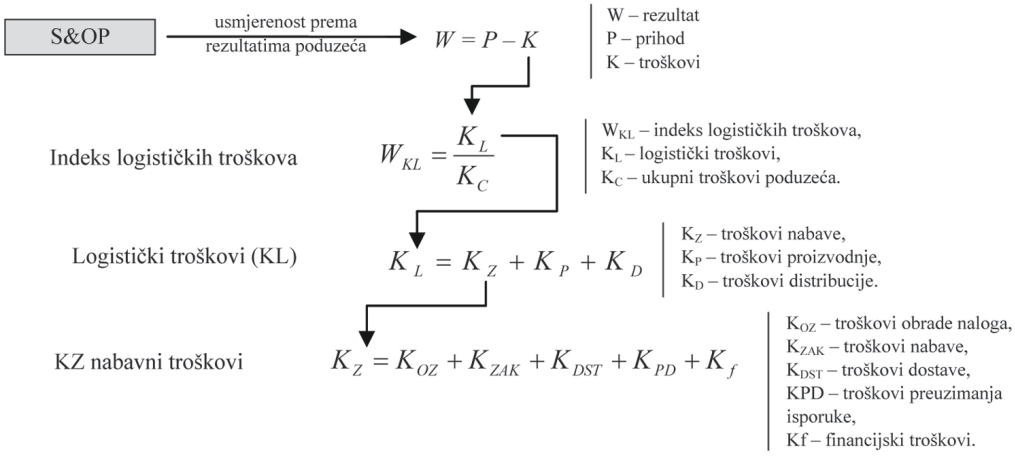
Sama prezentacija podataka koji su važni sa stajališta upravljanja procesima u poduzeću i opskrbnom lancu nije dovoljan faktor za izračun pokazatelja učinkovitosti procesa. Stoga bi se procjena učinkovitosti trebala temeljiti na informacijama o danom procesu, definiranim i generiranim u skladu s pretpostavkama i u skladu s usvojenim standardima ili normama. Prema PRH van der Meulenu (1998), najvažniji pokazatelji učinkovitosti ispunjenja narudžbe su:

- sigurnost opskrbe ili dobavljača,
- duljina proizvodnog ciklusa,
- fleksibilnost proizvodnje,
- zalihe u poduzeću, uključujući: sirovine, proizvodnju u tijeku i gotove proizvode,
- vrijeme transporta,
- razina korisničke usluge,
- vrijeme ciklusa narudžbe.

Definiranje ulaznih i izlaznih podataka i parametara potrebnih za učinkovitu analizu učinkovitosti procesa kupovine i nabave temelj je za transponiranje strateških ciljeva u operativne aktivnosti vezane uz procese nabave u lancu nabave. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove nabave prikazana je na slici 2.5.

Transponiranje ciljeva u operativne aktivnosti podrazumijeva potrebu razvoja niza algoritama potrebnih za provođenje višekriterijskih analiza učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima. U pogledu učinkovitosti opskrbnih procesa potrebno je razviti sheme za dobivanje operativnih podataka, sustav pokazatelja praćenja tijeka procesa te analizirati mogućnost standardizacije procesa.

Slika 2.5. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove nabave



Izvor: vlastita studija prema: Śliwczyński & Koliński, 2012b, str. 302.

Prilikom transponiranja strateških ciljeva u operativne aktivnosti posebnu pozornost treba posvetiti onim aspektima koji utječu na učinkovitost procesa nabave na operativnoj razini. U sklopu stalnog istraživačkog rada[11] identificirani su mnogi čimbenici koji utječu na učinkovitost opskrbnih procesa[12], međutim, samo neke od njih treba smatrati ključnima u smislu operativnog djelovanja:

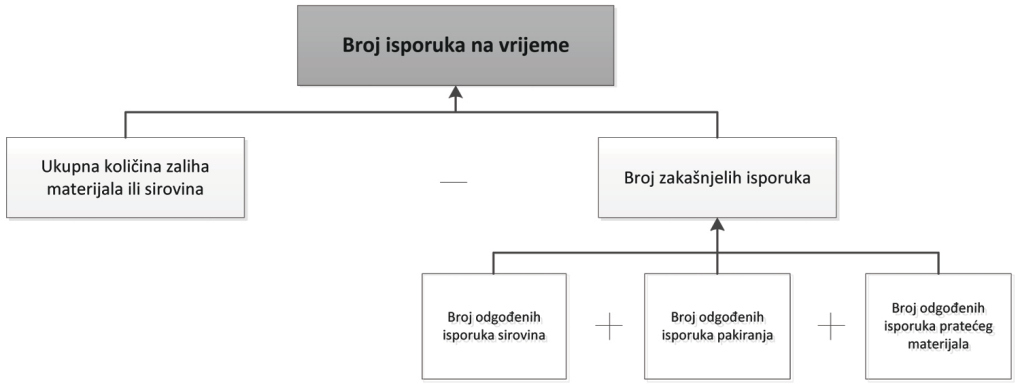
- točnost isporuka,
- analiza reklamacija i povrata,
- vrijednost isporučenih neispravnih zaliha.

Analiza isporuke na vrijeme odnosi se na omjer broja isporuka na vrijeme (u skladu s preporučenim rokom isporuke) prema ukupnom broju isporuka materijala i sirovina u određenom razdoblju (mjesečno, tromjesečno, godišnje). Broj isporuka izvršenih na vrijeme može se analizirati pomoću Du Pont dijagrama koji će omogućiti generiranje daljnjih osnovnih podataka potrebnih za daljnju analizu učinkovitosti procesa. Shema izračuna broja isporuka na vrijeme prikazana je na slici 2.6.

[11] Istraživački projekt „Referentni model višedimenzionalne transpozicije financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", Sveučilište za logistiku, KILiI 1/16, Poznań 2016–2018.

[12] Detaljna analiza problematike prikazana je u publikaciji: Koliński & Śliwczyński, 2016.

Slika 2.6. Shema izračuna za broj isporuka na vrijeme



Izvor: vlastita studija.

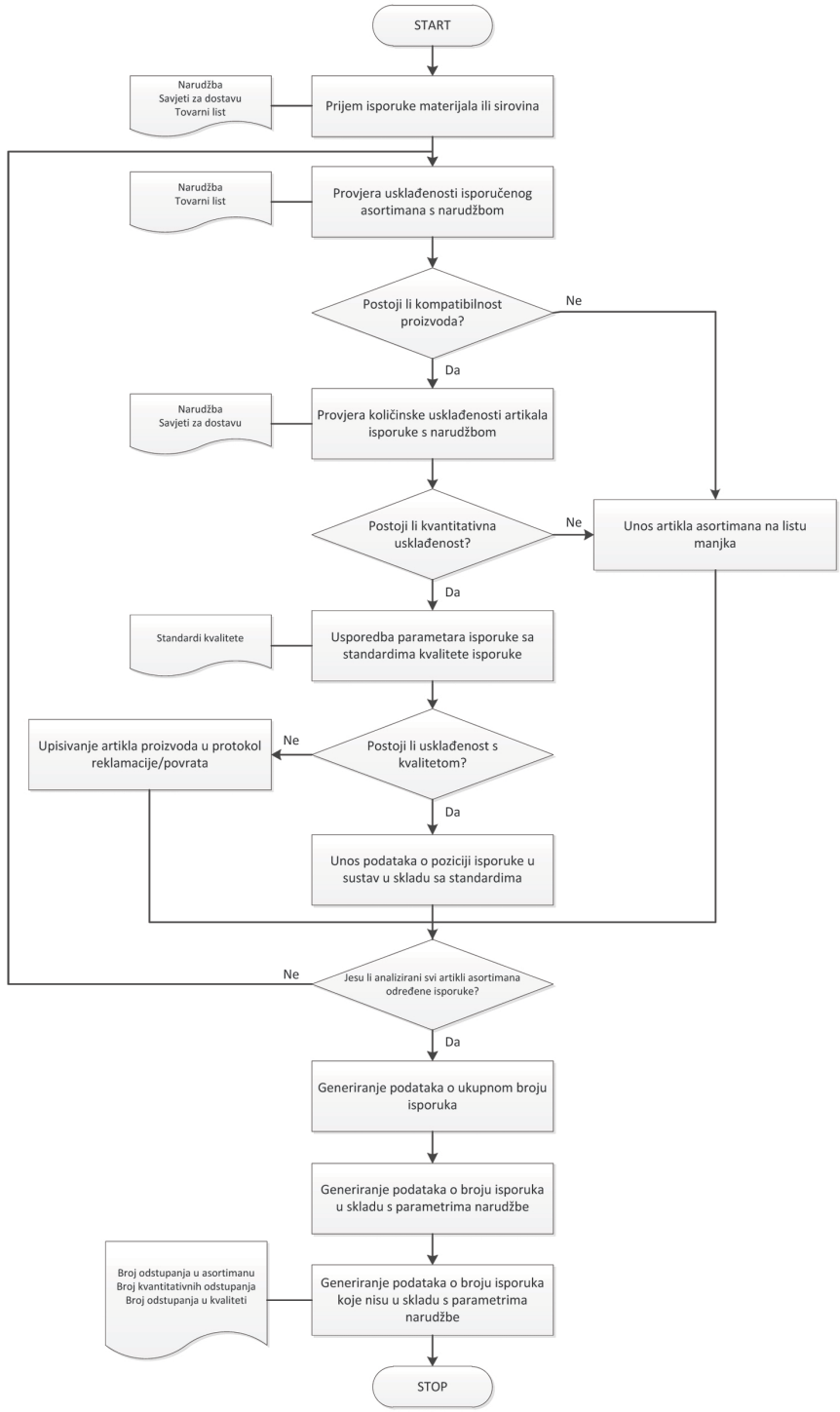
Analizirajući izrađenu proračunsku shemu, treba konstatirati da je za detaljno određivanje broja pravovremenih isporuka u promatranom razdoblju potrebno koristiti daljnje osnovne podatke potrebne za određivanje pokazatelja pravovremenih isporuka, tj.

- broj zakašnjelih isporuka sirovina,
- broj odgođenih isporuka pakiranja,
- broj zakašnjelih isporuka pomoćnog materijala.

Analiza reklamacija i povrata u procesu opskrbe, odnosi se na omjer broja reklamacija ili povrata prema ukupnom broju isporuka materijala i sirovina u određenom razdoblju (npr. mjesečno, tromjesečno ili godišnje). Analizirani opseg treba sadržavati i odgovarajuće standarde na temelju kojih se mora procijeniti hoće li se određena isporuka klasificirati kao neispravna ili ispravna. Na slici 2.7 prikazan je prijedlog algoritmizacije analize usklađenosti isporuke s utvrđenim normativnim parametrima.

Algoritam prikazan na slici 2.7 treba tretirati kao opći postupak za generiranje podataka o neispravnim isporukama i isporukama u skladu s parametrima narudžbe, koji su nužni za određivanje stope reklamacija i povrata. Međutim, treba napomenuti da se prikazani proces odnosi samo na provjeru usklađenosti isporuke s narudžbom i standardima kvalitete, ne uzimajući u obzir aktivnosti koje se odnose na, primjerice, prijenos materijala ili sirovina u i iz skladišta kako bi se provele daljnje faze kontrole. Pretpostavke vezane uz određivanje broja neispravnih isporuka prikazane u algoritmu prikazane su u obliku Du Pont dijagrama prikazanog na slici 2.8.

Slika 2.7. Algoritam za analizu usklađenosti isporuke s utvrđenim normativnim parametrima



Izvor: vlastita studija.

Slika 2.8. Shema izračuna za broj isporuka na vrijeme



Izvor: vlastita studija.

Učinkovito određivanje broja reklamacija i povrata u promatranom razdoblju zahtijeva korištenje ne samo kvantitativnih i asortimanskih parametara narudžbe, već i prethodno navedenih standarda kvalitete.

Vrijednost neispravnih zaliha materijala definira se kao zbroj vrijednosti svih neispravnih elemenata uključenih u gotov proizvod, odnosno materijala, ambalaže i pomoćnih materijala. Stoga, pri analizi formule za izračun, treba izdvojiti sljedeće podatke:

- vrijednost neispravnih materijala,
- vrijednost neispravne ambalaže,
- vrijednost neispravnih pomoćnih materijala.

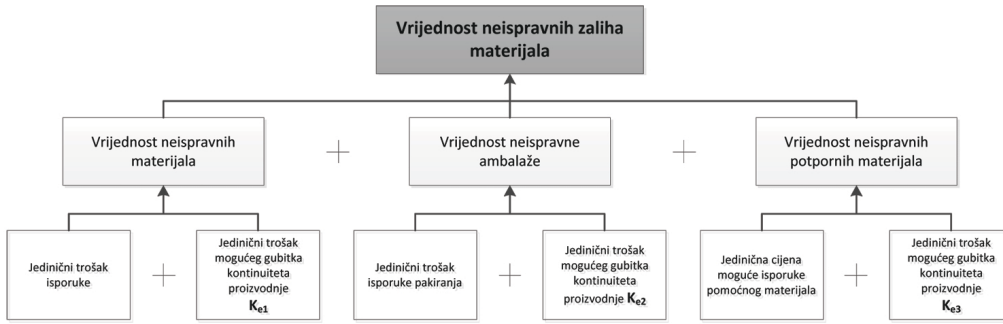
Međutim, valja imati na umu da su prikazani podaci zbroj koji proizlazi iz troškova nastalih za isporuku pojedinih elemenata (sirovine, ambalaža, pomoćni materijali). Iz tog razloga osnovni podaci potrebni za određivanje vrijednosti isporučenih neispravnih sirovina su:

- jedinični trošak isporuke materijala (po komadu ili zbirnom pakiranju),
- jedinični trošak isporuke pakiranja,
- jedinični trošak utrošenih pomoćnih materijala (po komadu ili zbirnom pakiranju),
- jedinični trošak mogućeg gubitka kontinuiteta proizvodnje zbog isporuke neispravnih materijala – K_{e1},
- jedinični trošak mogućeg gubitka kontinuiteta proizvodnje zbog isporuke neispravne ambalaže – K_{e2},
- jedinični trošak mogućeg gubitka kontinuiteta proizvodnje zbog nedostatka dovoljno pomoćnih materijala – K_{e3},
- jedinični trošak eventualne isporuke pomoćnog materijala.

Prikazane pretpostavke i podaci prikazani su na slici 2.9 u obliku dijagrama koji je konzistentan s Dupontovom piramidom. Osnovna pretpostavka bi trebala biti da bez obzira je li isporučeni materijal ili pakiranje neispravno ili ne, tvrtka

snosi troškove dostave. U slučaju reklamacije na neispravan materijal i pakiranje, podrazumijevalo se da troškove dostave reklamacije snosi dobavljač. Također je vrijedno uzeti u obzir aspekt sustava dimenzija pakiranja (tzv. modularni sustav pakiranja) koji donosi ekonomske i organizacijske koristi (Korzeniowski, Skrzypek & Szyszka, 2010, str. 50), što također utječe na troškove usluge.

Slika 2.9. Shema izračuna pokazatelja vrijednosti isporučenih neispravnih materijala



Izvor: vlastita studija.

U sklopu analize operativnih aktivnosti koje utječu na učinkovitost opskrbnih procesa identificirani su mnogi predloženi pokazatelji za ocjenu učinkovitosti ovog procesa. Oni su uzeti u obzir u daljnjem radu vezanom uz razvoj skupa indikatora za analizu učinkovitosti procesa nabave u opskrbnom lancu.

Tijekom analize učinkovitosti opskrbnog procesa u četiri perspektive u skladu s pretpostavkama Strategic Scorecarda, razvijen je skup mjera (Śliwczyński, 2011a; Twaróg, 2005), uzimajući u obzir osnovnu značajku učinkovitosti definiranu formulom [1]. Tablica 2.2 prikazuje odabrane mjere za ocjenu ekonomske učinkovitosti procesa nabave, uzimajući u obzir četiri perspektive Strategic Scorecarda.

Tablica 2.2. Skup mjerila za ocjenu učinkovitosti procesa opskrbe

Financijska perspektiva			Odnos podataka	Perspektiva internog procesa		
Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica		Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica
Stopa reklamacija i povrata	*a* – vrijednost/trošak reklamacija i povrata	%	$\frac{a}{b}$	Učinkovitost prijema materijala	*a* – prosječno vrijeme prijema materijala	h/rad
	b – vrijednost/trošak svih isporuka materijala i sirovina				*b* – broj zaposlenih	
Pokazatelj vrijednosne nepotpunosti isporuka	*a* – vrijednost nepotpunih isporuka	%		Pouzdanost isporuke	*a* – broj isporuka u skladu s parametrima narudžbe	%
	b – vrijednost svih isporuka				*b* – vrijednost svih isporuka	
Stopa obrtaja zaliha materijala	*a* – troškovi utroška materijala	%		Udio neispravnih isporuka sirovina	*a* – broj neispravnih isporuka sirovina	%
	b – prosječna razina materijalnih zaliha				*b* – ukupan broj isporuka sirovina	
Prosječna vrijednost/prosječna cijena narudžbe	*a* – vrijednost/trošak izvršenih naloga	euro		Zakašnjele isporuke	*a* – broj zakašnjelih isporuka	%
	b – broj izvršenih naloga				*b* – ukupan broj isporuka	
Perspektiva kupca				**Razvojna perspektiva**		
Učinkovitost ispunjenja naloga	*a* – broj izvršenih naloga	%		Udio neispravnih isporuka sirovina	*a* – broj neispravnih isporuka sirovina	%
	b – ukupan broj naloga				*b* – ukupan broj isporuka sirovina	
Kvantitativni i vrijednosni tržišni udio	*a* – veličina ciljne skupine kupaca	%		Fleksibilnost isporuke	*a* – broj isporuka koje ispunjavaju posebne uvjete	%
	b – ukupna veličina tržišta				*b* – ukupan broj isporuka	
Prosječno vrijeme isporuke	*a* – ukupno vrijeme isporuke	h		Pouzdanost opskrbe	*a* – broj isporuka u skladu s parametrima narudžbe	%
	b– broj isporuka				*b* – ukupan broj isporuka	
Udio nepotpunih isporuka kupcu	*a* – broj nepotpunih isporuka	%		Standardizacija tereta	*a* – broj stavki uključenih u standardna opterećenja	%
	b – ukupan broj isporuka				*b* – broj stavki uključenih u sve utovare	

Izvor: vlastita studija.

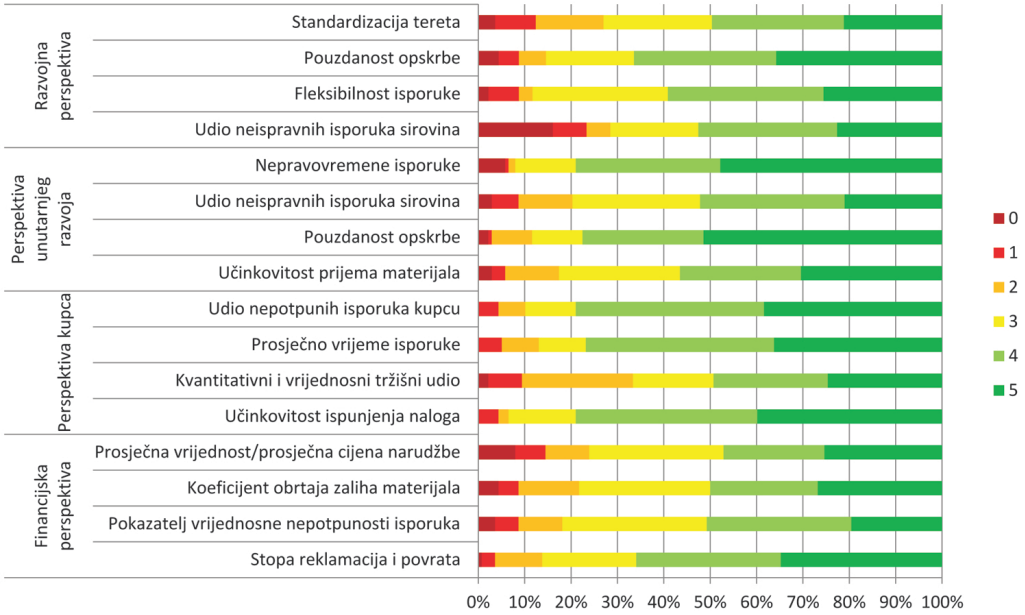
Ograničenje razvoja skupa pokazatelja i mjera je mogućnost prihvaćanja za detaljnu analizu onih pokazatelja koji mogu biti u suprotnosti ne samo sa svrhom upravljanja opskrbnim procesom, već i s osnovnim strateškim ciljevima poduzeća ili opskrbnog lanca (Lichocik i Sadowski, 2013). Odvojena analiza i izrada mjera za ocjenu uspješnosti za svaku perspektivu može dovesti do situacije suprotne očekivanoj – moguće je dobiti skup pokazatelja koji se međusobno isključuju ili pokazuju različitost ciljeva.

Skup gore razvijenih pokazatelja suočen je s očekivanjima gospodarske prakse u sklopu istraživanja koje se bavilo analizom stupnja važnosti razvijenih pokazatelja u pojedinim perspektivama[13]. Istraživanje je provedeno u prva dva kvartala 2015. U istraživanju je sudjelovalo 138 poduzeća iz Velikopoljskog vojvodstva. Većina analiziranih poduzeća su velika i srednja poduzeća, što povećava sigurnost statističkog uzorka, jer poduzeća ove veličine koriste IT sustave koji podržavaju upravljanje za analizu podataka i pokazatelja.

Za potrebe provedenog istraživanja pošlo se od pretpostavke da pojam značaja (važnosti) izražava stupanj ili snagu ispitanikovog uvjerenja o valjanosti, učinkovitosti i mogućnosti korištenja određenog pokazatelja u pojedinim perspektivama. Za svaki od kriterija uspostavljen je isti mehanizam vrednovanja – na temelju petostupanjske R. Likertove ljestvice (1932) dopunjene nultom razinom. Ljestvica za mjerenje stupnja značajnosti indikatora razvijena je za određivanje snage udara na temelju prosjeka dobivenih rezultata. Stavovi mnogih istraživačkih timova izneseni u literaturi o ovoj temi ukazuju na to da su analize temeljene na pretpostavkama Likertove ljestvice kvantitativne prirode (Elliott & Woodward, 2007; Gamst, Meyers & Guarino, 2008; Gatignon, 2013). Pojedinačne ocjene značile su: 0 – bez značaja; 5 – vrlo visoka važnost. Analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti opskrbnog procesa prikazana je na slici 2.10.

[13] U sklopu istraživanja analiziran je stupanj važnosti pokazatelja za ocjenu učinkovitosti opskrbnih, proizvodnih i distribucijskih procesa. U sljedećim potpoglavljima prikazani su rezultati istraživanja u ovom području za razvijen skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti proizvodnih procesa i učinkovitosti distribucijskih procesa. Detaljne informacije o provedenom istraživanju o važnosti pokazatelja za procjenu učinkovitosti procesa opskrbe prikazane su u publikaciji: Koliński & Kolińska, 2016.

Slika 2.10. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti procesa opskrbe



Legenda: strstupanj važnosti pokazatelja evaluacije: 0 – nema značaja, 1 – vrlo nizak značaj, 2 – nizak značaj, 3 – srednji značaj, 4 – visok značaj, 5 – vrlo visok značaj.

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih pokazatelja treba konstatirati da su svi ocijenjeni pokazatelji identificirani kao značajni. Smatralo se da je prag odluke dobivanje prosjeka rezultata iznad 3,0 (srednja značajnost). U tablici 2.3 prikazani su detaljni rezultati za pojedine pokazatelje za ocjenu ekonomske učinkovitosti procesa nabave.

Tablica 2.3. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti opskrbnog procesa

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina važnosti indikatora [broj indikacija]						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Financijska perspektiva	Stopa reklamacija i povrata	1	4	14	28	43	48	3,826
	Pokazatelj vrijednosne nepotpunosti isporuka	5	7	13	43	43	27	3,399
	Koeficijent obrtaja zaliha materijala	6	6	18	39	32	37	3,420
	Prosječna vrijednost/prosječna cijena narudžbe	11	9	13	40	30	35	3,261

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina važnosti indikatora [broj indikacija]						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Perspektiva kupca	Učinkovitost ispunjenja naloga	0	6	3	20	54	55	4,080
	Kvantitativni i vrijednosni tržišni udio	3	10	33	24	34	34	3,290
	Prosječno vrijeme isporuke	0	7	11	14	56	50	3,949
	Udio nepotpunih isporuka kupcu	0	6	8	15	56	53	4,029
Perspektiva internog procesa	Učinkovitost prijema materijala	4	4	16	36	36	42	3,609
	Pouzdanost isporuke	3	1	12	15	36	71	4,123
	Udio neispravnih isporuka sirovina	4	8	16	38	43	29	3,413
	Nepravovremene isporuke	8	1	2	18	43	66	4,065
Razvojna perspektiva	Udio neispravnih isporuka sirovina	22	10	7	26	41	31	3,073
	Fleksibilnost isporuke	3	9	4	40	46	35	3,620
	Pouzdanost opskrbe	6	6	8	26	42	49	3,745
	Standardizacija tereta	5	12	20	32	39	29	3,277

Izvor: Domański, Adamczak & Cyplik, 2012, str. 12.

Razvijeni sustav pokazatelja za ocjenu učinkovitosti procesa nabave treba u konačnici dovesti u korelaciju s modelima upravljanja usmjerenim na rezultate (SDM – *score-driven management*) i upravljanjem prema vrijednostima (VD BPM – *value-driven business process management*)[14]. Na taj način moguće je dobiti skup pokazatelja i podataka potrebnih za njihovo određivanje u smislu matričnih odnosa između Strategic Scorecarda i koncepata SDM i VD BPM. Tablica 2.4 prikazuje sustav pokazatelja za ocjenu ekonomske učinkovitosti opskrbnog procesa, razlikujući koncepte SDM i VD BPM.

VD BPM je koncept usmjeren na smanjenje utjecaja kompromisnih odnosa na upravljanje poduzećem. VD BPM omogućuje analizu donošenja odluka na višoj, strateškijoj razini. U prvom se koraku fokusira na vrijednost i financijski rezultat, a zatim identificira veze između specifičnih strateških ciljeva i procesa koji ih provode (Franz & Kirchmer, 2012, str. 5). Iz tog razloga razvijeni skup indikatora u VD BPM pristupu uključuje mjere na strateškoj razini, kao i one koje se odnose na operativnu razinu. U slučaju SDM modela fokus je bio na operativnom učinku procesa nabave. Mogućnost primjene pojedinačnih pokazatelja na oba koncepta samo naglašava poteškoće u primjerenom transponiranju strateških ciljeva u operativne aktivnosti procesa nabave.

[14] Istraživački projekt „Referentni model višedimenzionalne transpozicije financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", Sveučilište za logistiku, KILiI 1/16, Poznań 2016–2018.

Tablica 2.4. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti opskrbe u smislu SDM i VD BPM

Perspektiva	Naziv indikatora	SDM	VD BPM
Financijska perspektiva	Stopa reklamacija i povrata	X	X
	Pokazatelj vrijednosne nepotpunosti isporuka		X
	Koeficijent obrtaja zaliha materijala	X	
	Prosječna vrijednost/prosječna cijena narudžbe	X	X
Perspektiva kupca	Učinkovitost ispunjenja naloga		X
	Kvantitativni i vrijednosni tržišni udio		X
	Prosječno vrijeme isporuke	X	X
	Udio nepotpunih isporuka kupcu	X	
Perspektiva internog procesa	Učinkovitost prijema materijala	X	X
	Pouzdanost isporuke	X	X
	Udio neispravnih isporuka sirovina	X	
	Nepravovremene isporuke	X	
Razvojna perspektiva	Udio neispravnih isporuka sirovina	X	
	Fleksibilnost isporuke	X	X
	Pouzdanost opskrbe	X	
	Standardizacija tereta	X	X

Izvor: vlastita studija.

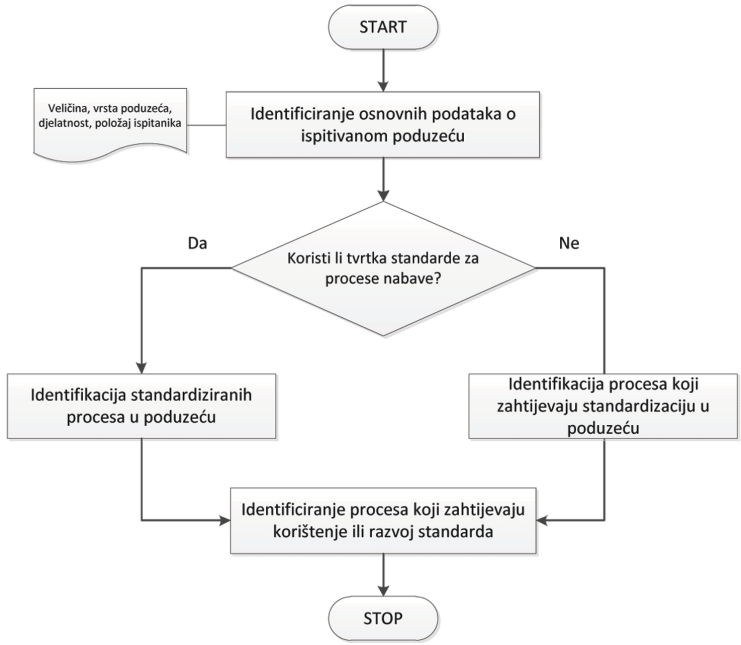
Prikazani sustav pokazatelja rezultat je višegodišnjeg istraživačkog rada i autorovih zapažanja u gospodarskoj praksi. Međutim, treba imati na umu da u literaturi postoje i drugi načini za mjerenje učinkovitosti procesa nabave iz perspektive opskrbnog lanca (Beamon, 1999; Danese & Romano, 2011; Lopes de Sousa Jabbour et al., 2011; Shepherd & Günter, 2010; Sillanpää, 2015; Walters, 2006). Sustavi pokazatelja prikazani u literaturi ne jamče sveobuhvatnu analizu ekonomske i operativne učinkovitosti. Provedeno istraživanje imalo je za cilj definirati skup pokazatelja koji bi zadovoljili uvjete višekriterijske procjene u oba analitička raspona.

Uz mogućnost mjerenja procesa opskrbe, vrlo važan aspekt je i opseg praćenja ovog procesa na operativnoj razini. Praćenje opskrbnih procesa kontinuirani je proces s ciljem trajnog poboljšanja aktivnosti vezanih uz logistički proces. U tom smislu provedeno je istraživanje primjene standarda u praćenju opskrbnog procesa i njihov utjecaj na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu.

Glavni cilj standardizacije procesa koji uključuje izradu mapa procesa je opisati poslovne procese koji omogućuju njihovo pojednostavljenje, praćenje i poboljšanje na način da proizvodi i usluge budu jeftiniji, bolji i brže ostvarivi (Hunt, 1996, str. 17). Iz tog razloga odlučeno je provesti istraživanje u okruženju poslovne prakse koje je imalo za cilj identificirati procese koji zahtijevaju

standardizaciju. Na slici 2.11 prikazana je metodologija za provođenje studije o stupnju korištenja standardizacije opskrbnih procesa[15].

Slika 2.11. Metodologija provođenja istraživanja stupnja korištenja standardizacije opskrbnih procesa u poslovnoj praksi



Izvor: vlastita studija.

Rezultati provedenog istraživanja[16] dokazuju da 22% ispitanih poduzeća ne zadovoljava standarde logističkih procesa ili toga nije svjesno. Ovaj rezultat ne bi trebao biti iznenađujući, uglavnom zbog strategije optimiziranja razine korisničke usluge u cijelom opskrbnom lancu. Međutim, dobiveni rezultati ukazuju i na povećanu svijest o potrebi standardizacije procesa za poboljšanje učinkovitosti poslovanja i konkurentnosti na tržištu. U tablici 2.5 prikazani su zbirni rezultati koji pokazuju stupanj standardizacije procesa nabave, dok su u tablici 2.6 prikazani rezultati koji pokazuju koje je procese potrebno standardizirati.

[15] Ova je metodologija također korištena za identifikaciju procesa koji zahtijevaju standardizaciju u fazama proizvodnje i distribucije. Odlučeno je da se metodologija istraživanja prikaže jednom i da se ne ponavlja u nastavku rada.

[16] Istraživanje je provedeno u obliku ankete (samo su neke tvrtke dopustile provođenje izravnih promatranja i intervjua u svojim prostorijama). Istraživanje je provedeno u drugoj polovici 2014. u 193 poduzeća iz Velikopoljskog vojvodstva. Cilj istraživanja bio je pokazati stupanj standardizacije opskrbnih procesa u poslovnoj praksi. Detaljna analiza rezultata istraživanja u području opskrbnih procesa i prijedlozi standardizacije prikazani su u publikaciji: Koliński, Kolińska & Frąś, 2015.

Tablica 2.5. Stupanj standardizacije opskrbnih procesa u poslovnoj praksi

Element procesa nabave	Postotak indikacija*
Proces planiranja nabave materijala (MRP – planiranje potreba za materijalom)	20
Proces kvalifikacije dobavljača	23
Planiranje isporuke materijala	16
Odabir načina nadopune zaliha za pojedine grupe proizvoda	19
Analiza kompletnosti zaliha	22

* Anketirane tvrtke imale su mogućnost odabrati više od jednog odgovora.

Izvor: vlastita studija.

Analizirajući navedene rezultate, treba zaključiti da se najveći stupanj primjene standarda odnosio na sljedeće procese opskrbe:

- kvalifikacije dobavljača,
- analiza kompletnosti ponude,
- planiranje nabave materijala (MRP).

Dobiveni rezultati također mogu ukazivati na to da identificirani opskrbni procesi imaju najveći utjecaj na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima u smislu održavanja kontinuiteta toka materijala.

Tablica 2.6. Potreba standardizacije procesa nabave u praksi

Element procesa nabave	Postotak indikacija*
Proces planiranja nabave materijala (MRP)	15
Proces kvalifikacije dobavljača	27
Planiranje isporuke materijala	15
Odabir načina nadopune zaliha za pojedine grupe proizvoda	20
Analiza kompletnosti zaliha	24

* Anketirane tvrtke imale su mogućnost odabrati više od jednog odgovora.

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi potrebe za standardizacijom procesa identificirani su sljedeći procesi:

- kvalifikacije dobavljača,
- analiza kompletnosti ponude,
- odabir načina nadopune zaliha za pojedine grupe proizvoda.

Uzimajući u obzir i rezultate dobivene od poduzeća koja su prethodno koristila standarde opskrbnog procesa, kao i rezultate poduzeća koja planiraju standardizirati procese, treba zaključiti da je ključni proces koji utječe na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu, a koji zahtijeva detaljnu analiza, proces kvalifikacije dobavljača.

Proces kvalifikacije dobavljačaje široko shvaćen proces koji uključuje analizu uvjeta nabave i ugovora s dobavljačima. Prije početka procesa kvalifikacije dobavljača odabire se predmet kvalifikacije. Materijale za koje postoje kvalificirani dobavljači treba grupirati u klase prema ABC klasifikaciji. ABC klasifikacija omogućuje značajno ograničavanje dobavljača za koje se provodi kvalifikacija (samo dobavljači materijala skupine A i B podliježu daljnjoj analizi, materijali skupine C najčešće se nabavljaju od nekvalificiranih dobavljača). Odabir pojedinih kriterija ocjenjivanja ovisi o specifičnosti i očekivanjima poduzeća (Urbaniak, 2020b). Sljedeća faza je određivanje pondera za utvrđenu hijerarhiju pojedinih kriterija[17]predmet procjene. Tablica 2.7 predstavlja primjer kako odrediti važnost pojedinačnih kriterija u odnosu na druge u hijerarhiji. Kriterij S1 postavljen je najviše u hijerarhiji (učestalost prednosti u odnosu na ostale kriterije – 8).

Tablica 2.7. Primjer određivanja pondera za pojedine kriterije

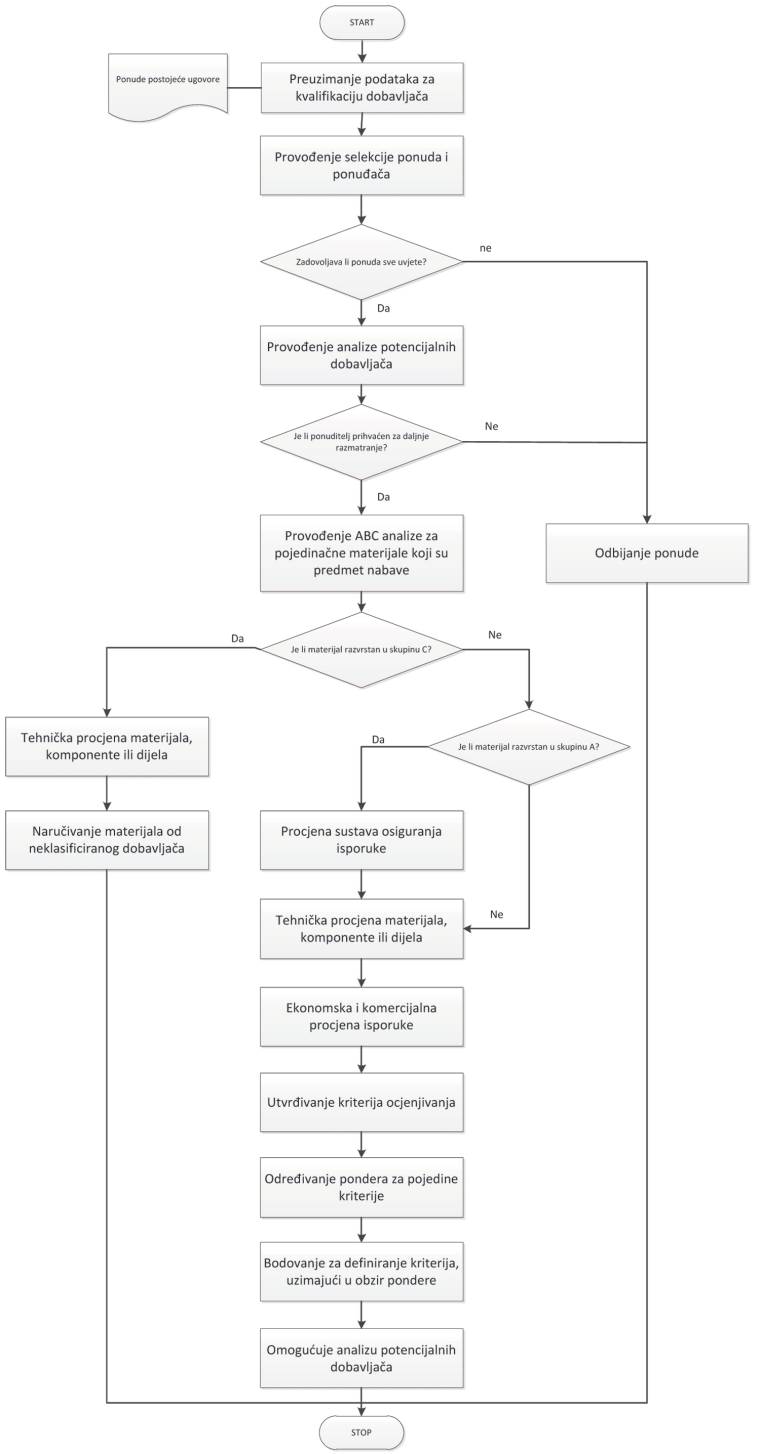
S1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	Učestalost prednosti	Vaga
S1		X	X	X	X	X	X	X	X	8	0,222
S2			X	X	X	X	X	X	X	7	0,194
S3				X	X	X	X	X	X	6	0,167
S4					X	X	X	X	X	5	0,139
S5						X	X	X	X	4	0,111
S6							X	X	X	3	0,083
S7								X	X	2	0,056
S8									X	1	0,028
S9										0	0,000
Iznos										**36**	**1,00**

Izvor: vlastita studija.

Način bodovanja pojedinih dobavljača također ovisi o zahtjevima tvrtki koje nabavljaju proizvodni materijal ili rezervne dijelove. Literatura o ovoj temi sadrži niz predloženih rješenja za ovaj problem (Badzińska, 2014; Dąbrowska-Mitek, 2006; Lewandowska, 2013; Urbaniak, 2020a), ali se ne može odrediti standardni tijek djelovanja. Istraživanja provedena na području standardizacije procesa opskrbe potaknula su autora na izradu algoritma koji sadrži opće aktivnosti koje je potrebno provesti u sklopu procesa kvalifikacije dobavljača. Algoritam kvalifikacije dobavljača prikazan je na slici 2.12.

[17] Razvijena hijerarhija važnosti kriterija koji se ocjenjuju prikazana je u publikaciji: Doliński & Koliński, 2011, str. 30.

Slika 2.12. Opći algoritam kvalifikacije dobavljača



Izvor: vlastita studija.

Jedan od načina povećanja učinkovitosti procesa nabave je fokusiranje na odnose s dobavljačima. Ovo je iznimno važan element učinkovitog upravljanja poslovanjem jer definiranjem ekonomskih uvjeta suradnje možete smanjiti troškove poslovanja. Pouzdana klasifikacija dobavljača ovisi o detaljnosti razvijenih kriterija ocjenjivanja i načinu bodovanja. Temeljni problem je rizik objektivne ocjene pojedinačnih ponuda pristiglih od dobavljača. Zbog toga je proces klasifikacije dobavljača jedan od ključnih problema učinkovitosti logističkih procesa u cjelokupnom opskrbnom lancu.

2.2. Učinkovitost proizvodnih procesa

Upravljanje proizvodnjom je vrlo složen proces. Upravljanje proizvodnjom je disciplina upravljačke znanosti i praktične djelatnosti koja se odnosi na planiranje, kontinuirano upravljanje i kontrolu količine gotovih proizvoda, proizvodnje u tijeku i sirovina, kao i organiziranje resursa za zadovoljenje potražnje kupaca, minimiziranje troškova proizvodnje, kašnjenja i zaliha, te maksimiziranje učinkovitosti (Głowacka-Fertsch & Fertsch, 2013, str. 7).

Specifičnost učinkovitosti proizvodnih procesa – u različitim aspektima i na različitim razinama detalja – naširoko se raspravlja u literaturi o ovoj temi[18]. U literaturi vezanoj za upravljanje proizvodnjom može se pronaći osnovni odnos ekonomske učinkovitosti (formula [1]) kao osnovni oblik mjerenja produktivnosti (Borkowski & Ulewicz, 2008; Pająk, 2006; Santarek, 1999; Śliwczyński, 2008). Prema logističkoj terminologiji, produktivnost je odnos između „outputa" određenog procesa ili proizvodne jedinice mjerenog pomoću određene mjere i „inputa" mjerenog u istom razdoblju, iako ne nužno istim mjeračem (Fertsch, 2016, str. 159). Zbog činjenice da su „output" određenog procesa učinci, a „input" – ulaz resursa, produktivnost se može tumačiti kao učinkovitost korištenja resursa u procesu proizvodnje (Kamienicer & Więckowski, 1979; Libal, 1976; Lis, 1984; Wróblewski, 1993) ili prostorna učinkovitost proizvodnje (Probst, 1970).

Pregled ekonomske literature (Besanko et al., 2009; Croson & Donohue, 2002; Deaton & Muellbauer, 1980; Freeman, 2013; Mankiw, 2014; Marshall, 2009) samo potvrđuje složenost problematike utjecaja inputa, a troškovi proizvodnje na učinkovitost cjelokupnog opskrbnog lanca. Problem maksimiziranja učinkovitosti proizvodnje može se prikazati pomoću jednog od dobro poznatih ekonomskih

[18] Detaljna analiza teorijskih aspekata učinkovitosti proizvodnih procesa prikazana je u publikaciji: Koliński, Małyszek & Trojanowska, 2016.

zakona – zakona opadajućih prinosa[19]. Time se potvrđuje potreba analize uloge inputa i njihovih nositelja u učinkovitoj procjeni učinkovitosti proizvodnog procesa.

Koncept inputa proizvodnog procesa (faktora proizvodnje) treba shvatiti kao količinu resursa koji postoje na određenom mjestu u određenom trenutku, a tok čimbenika proizvodnje – količinu tog resursa koji se koristi ili troši u analiziranom razdoblju (Borowiec, 2005, str. 53). Povećanje inputa proizvodnog procesa dovodi do povećanja obujma proizvodnje. Međutim, postupno povećavanje inputa ne znači nužno da će proizvodnja proporcionalno rasti. Ovdje treba razlikovati tri mogućnosti (Milewski, 2007, str. 182):

- stalni povrati na razmjere kada se obujmi proizvodnje povećavaju istom brzinom kao i inputi proizvodnog procesa,
- rastući povrat na razmjere kada je postotak povećanja obujma proizvodnje veći od postotka povećanja inputa proizvodnog procesa,
- smanjenje povrata na razmjere kada obujam proizvodnje raste sporije od inputa proizvodnog procesa.

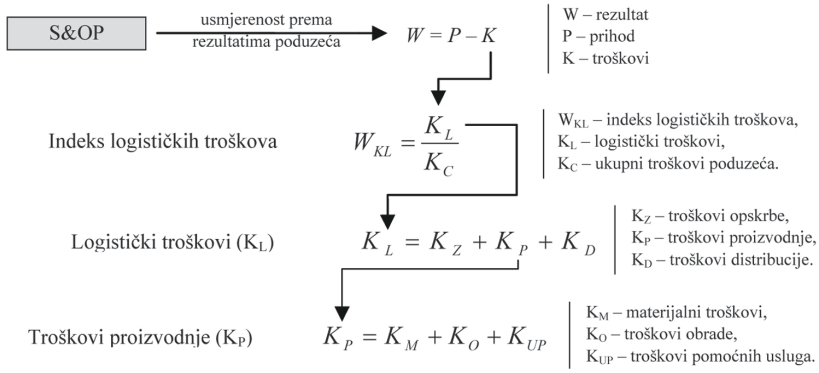
Ako je poznat planirani obujam proizvodnje, potrebno je analizirati problem korištenja inputa (npr. odgovarajuće proizvodne tehnologije) kako bi se maksimizirao profit poduzeća. Čini se očiglednim da poduzeće, kako bi maksimiziralo profit, mora minimizirati troškove ili ih održavati na zadovoljavajućoj razini. Sa stajališta učinkovitosti proizvodnog procesa, stoga je opravdano analizirati koja će kombinacija inputa (koja omogućuje postizanje potrebnog obujma proizvodnje) omogućiti racionalizaciju troškova proizvodnje (Mansfield, 2002, str. 59).

Organizacijska i troškovna povezanost osnovnih i pomoćnih proizvodnih procesa, kao i međusobni trgovinski odnosi između proizvodnje i ostalih faza toka materijala u opskrbnom lancu znače da se transpozicija ciljeva u operativne aktivnosti u proizvodnji može pokazati ključnom za učinkovitost logističkih procesa u cjelokupnom lancu opskrbe. Prva odluka je odrediti vrstu strategije koja ima izravan utjecaj na definiranje skupa mjera uspješnosti i donošenje zaključaka na temelju dobivenih rezultata[20]. Sljedeći element je razmatranje mogućnosti implementacije strateških ciljeva u proizvodni proces, s naznakom gdje nastaju troškovi. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove proizvodnje prikazana je na slici 2.13.

[19] Zakon opadajućih prinosa je ekonomski zakon prema kojem je povećanjem unosa varijabilnog faktora (pod pretpostavkom da su ostali faktori konstantni) moguće doći do točke u kojoj će, nakon njegovog prekoračenja, svaka dodatna jedinica varijabilnog faktora rezultirati sve manjim povećanjem proizvodnje. Više o ovoj temi: Rekowski, 2002, 145.

[20] Detaljan prikaz mogućeg utjecaja odabrane strategije na učinkovitost proizvodnih procesa prikazan je u publikaciji: Trojanowska & Koliński, 2011.

Slika 2.13. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove proizvodnje



Izvor: vlastita studija prema: Koliński, Małyszek & Trojanowska, 2016, str. 114.

Optimizacija troškova odnosi se na racionalizaciju čimbenika koji su kontrolirani ili kontrolirani od strane poduzeća i stoga imaju poseban utjecaj na sposobnost generiranja većeg profita. Međutim, treba imati na umu da je fokusiranje optimizacije na analizu troškova proizvodnje preporučljivo samo kada je udio troškova proizvodnje u ukupnim troškovima poduzeća značajan.

Analizom transpozicije ciljeva u troškove proizvodnje i uzimajući u obzir mogućnosti klasifikacije tih troškova, moguće je izdvojiti strukturu troškova proizvodnje koja uvažava višeaspektnost problematike koja se razmatra. Tablica 2.8 prikazuje predloženu strukturu troškova proizvodnje.

Tablica 2.8. Prijedlog strukture troškova proizvodnje

Stavka troškova		Karakteristike	Fiksni troškovi	Varijabilni troškovi
Materijalni troškovi	Troškovi nabavljenog materijala	Materijali potrebni za izradu gotovog proizvoda		X
	Troškovi kupljenih dijelova i komponenti	Dijelovi i komponente potrebni za proizvodnju gotovog proizvoda		X
	Troškovi otpada	Troškovi otpadnih proizvoda nastalih strojnom obradom		X
Troškovi obrade	Troškovi rada	Plaće, bonusi itd.	X	X
	Amortizacija	Troškovi amortizacije zgrada, strojeva i opreme	X	
	Porezi, premije osiguranja	Porez na imovinu, osiguranje od požara itd.	X	
	Troškovi pomoćnog materijala	Materijali koji podržavaju učinkovitu provedbu proizvodnog procesa, npr. maziva, kemikalije, rukavice		X
	Troškovi potrošnog alata	Alati koji podržavaju učinkovitu provedbu proizvodnog procesa, npr. bušilice, glodala		X
	Troškovi energije	Troškovi električne energije, npr. goriva, plina		X

Stavka troškova		Karakteristike	Fiksni troškovi	Varijabilni troškovi
Troškovi usluge pomoćni	Troškovi planiranja proizvodnje	Troškovi vezani uz izradu plana proizvodnje	X	
	Troškovi održavanja	Troškovi pregleda i popravaka strojeva i uređaja	X	X
	Troškovi kontrole kvalitete	Troškovi kontrole kvalitete proizvedenih proizvoda	X	
	Troškovi tehničke pripreme proizvodnje	Troškovi građevinskih radova koji utječu na tehnologiju proizvodnje	X	
	Međuoperacijski troškovi transporta	Troškovi protoka materijala u proizvodnom procesu	X	
	Troškovi skladištenja	Troškovi skladištenja sirovina, materijala, komponenti, podsklopova i rezervnih dijelova	X	
	Troškovi istraživanja i razvoja	Troškovi dizajniranja novih proizvoda	X	

Izvor: vlastita studija prema: Aoki, 2012, str. 120–151.

Prilikom transponiranja strateških ciljeva u operativne aktivnosti posebnu pozornost treba posvetiti onim aspektima koji utječu na učinkovitost proizvodnog procesa na operativnoj razini. U sklopu stalnog istraživačkog rada[21] identificirani su mnogi čimbenici koji utječu na učinkovitost proizvodnih procesa, ali samo neke od njih treba smatrati ključnima u smislu operativnog djelovanja:

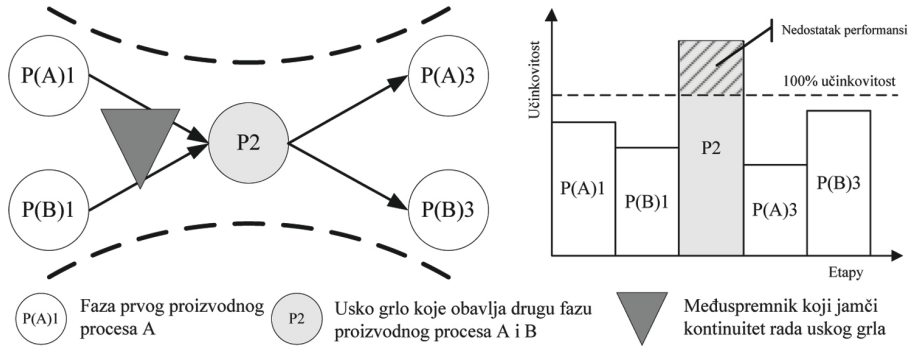
- analiza uskog grla,
- praćenje provedbe proizvodnog procesa,
- analiza raspodjele proizvodnih zadataka na radna mjesta.

Način rješavanja problema uravnoteženosti resursa ovisi o mogućnosti identificiranja strukture proizvodnog procesa već u trenutku preuzimanja planiranog proizvodnog naloga. U takvim slučajevima resursi koji ograničavaju cijeli analizirani proces najčešće su podvrgnuti procesu uravnoteženja – tzv. uska grla. **Koncept uskih grla** prikazan je na slici 2.14. Glavna karakteristika uskog grla je korištenje njegovog 100% proizvodnog kapaciteta. Ovaj faktor naglašava važnost problema uskih grla u proizvodnom procesu. Treba napomenuti da 100% iskorištenost proizvodnog kapaciteta određene radne stanice nosi ogromnu prijetnju učinkovitosti proizvodnih procesa. To je zbog najvećeg stupnja iskorištenosti radne stanice (ili skupine radnih stanica), što je ograničavajući resurs, te što dovodi do povećanja vjerojatnosti kvara i kašnjenja u provedbi cjelokupnog proizvodnog procesa. Uska grla u proizvodnji ometaju nesmetan tijek procesa,

[21] Istraživački projekt „Referentni model višedimenzionalne transpozicije financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", Sveučilište za logistiku, KILiI 1/16, Poznań 2016–2018.

uzrokujući gomilanje zaliha i zastoje (Śliwczyński, 2008, str. 164). Stoga se može zaključiti da se raspored proizvodnog procesa mora temeljiti na rasporedu uskog dijela (Fertsch, 2016, str. 227). Stoga se mora zajamčiti kontinuitet rada uskog grla definiranjem međuspremnika neposredno prije restrikcijske stanice.

Slika 2.14. Ideja o uskom grlu



Izvor: vlastita studija.

Primjer uskog grla prikazan na slici 2.14 prikazuje situaciju u kojoj dvije proizvodne linije koriste jednu proizvodnu stanicu, što uzrokuje prekoračenje iskorištenosti kapaciteta. Naravno, ovo nije jedini slučaj ograničenja u procesu proizvodnje. Ograničenja proizvodnje mogu biti uzrokovana mnogim razlozima: nedostatkom strojeva, nedostatkom proizvodnog prostora, nedostatkom kvalificiranih zaposlenika, poremećenom dostupnošću materijala, nedostatkom financijskih sredstava, pa čak i zbog vjerojatnosti velike varijabilnosti proizvodnje, što uzrokuje brojne poteškoće u određivanju broja i veličina potencijalnih narudžbi. Ograničavajući resurs također se može odnositi na tehnologije pomoćnih procesa koji izravno utječu na kontinuitet toka proizvodnog procesa (Belhadi et al., 2022; Santarek & Obłuska, 2012). Najveći problem u upravljanju višelinijske proizvodnje u uvjetima ograničenih resursa je velika raznolikost čimbenika koji utječu na pojedine resurse proizvodnog procesa, što uzrokuje brojna odstupanja od standarda (Trojanowska, 2011, str. 51). Zbog varijabilnosti potražnje mogu se primijetiti i povremena uska grla koja ovise o broju narudžbi za proizvodnju (Koliński & Tomkowiak, 2010). Analiza uskih grla iznimno je važan element ne samo u smislu organizacije proizvodnih procesa, već i u ekonomskoj dimenziji. Brojne situacijske analize i studije predstavljene u literaturi na tu temu samo potvrđuju ogroman utjecaj uskih grla na učinkovitost proizvodnog procesa (Corbett, 1998; Domański & Hadaś, 2010; Hadaś, 2009; Tomkowiak & Koliński, 2010; Woeppel, 2000).

Analiza raspodjele proizvodnih zadataka određuje se analiziranim ekstremnim slučajevima:

- kada je broj radnih stanica (LSR) puno veći od broja proizvodnih operacija (LOP),
- kada je broj radnih stanica (LSR) mnogo manji od broja proizvodnih operacija (LOP).

Analizom matematičkih i statističkih metoda dostupnih u literaturi moguće je utvrditi i treću varijantu optimizacije – kada je broj radnih stanica (LSR) jednak broju proizvodnih operacija (LOP) ili mu je blizu. Na temelju ovih razmatranja pokušalo se izraditi optimizacijski algoritam korištenjem matematičkih metoda. Odabir pojedinačnih matematičkih metoda potkrijepljen je kako detaljnom analizom literature na tu temu (Bazaraa, Jarvis & Sherali, 2011; Dantzig, 2016; Gass, 2010; Kall & Mayer, 2010), tako i promatranjima fenomena koji se događaju u gospodarskoj praksi. Primjena matematičkih metoda u pojedinim varijantama prikazana je prema sljedećem algoritmu raspodjele proizvodnih zadataka na radna mjesta.

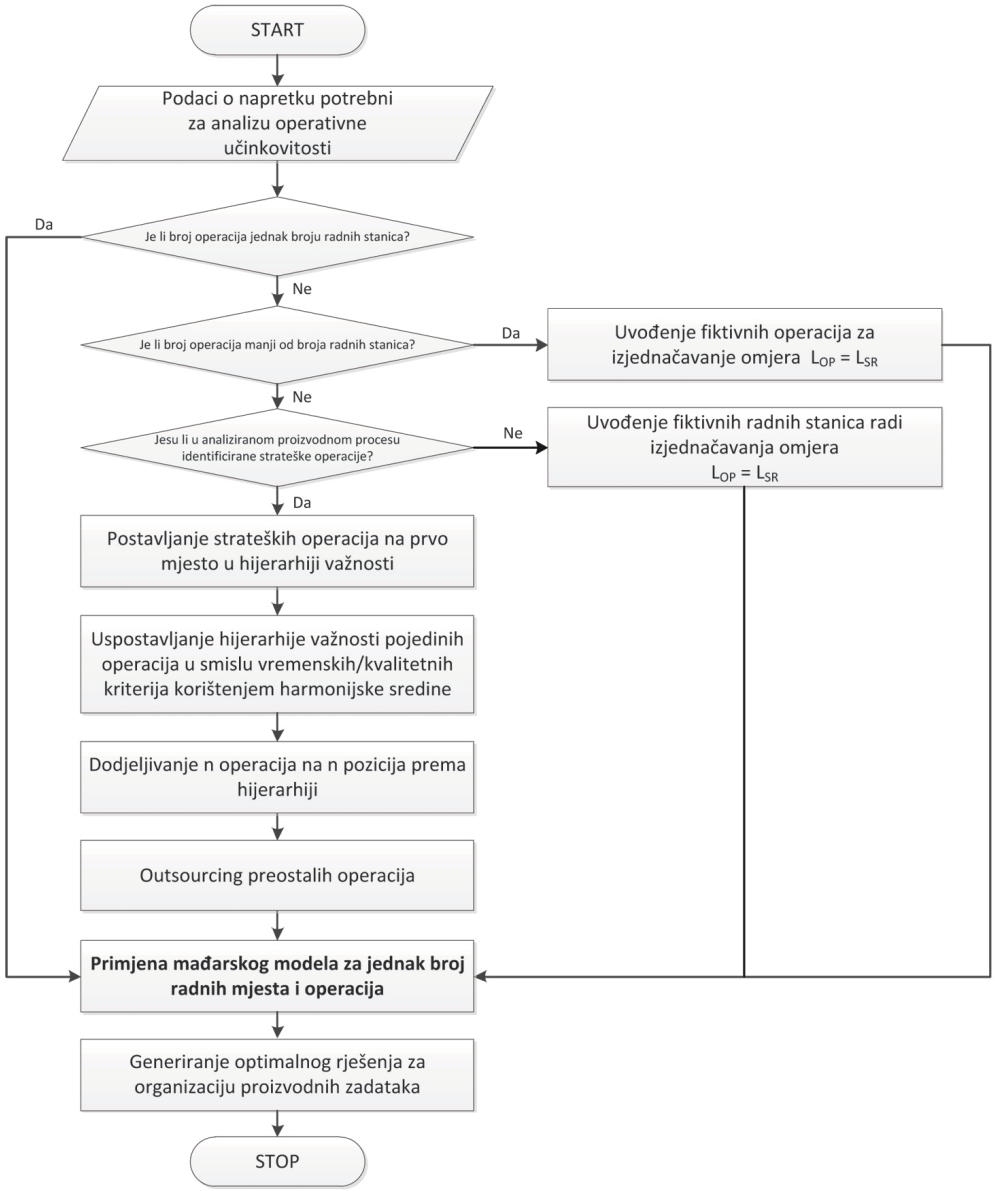
Analiza spomenute tri varijante temelj je za predložene optimizacijske aktivnosti, jer tjera donositelja odluka na najučinkovitiju podjelu posla, korištenje outsourcinga za provedbu odabranih proizvodnih operacija te održavanje eventualnog viška proizvodnih kapaciteta u slučaju podopterećenja. Stoga prikazani algoritam za korištenje matematičkih metoda u potpunosti odražava specifičnost proizvodnog procesa.

Prikazani algoritam uzima u obzir metodu analize i procjene operativne učinkovitosti pomoću mađarske metode i harmonijske sredine. Mađarska metoda je kombinatorni algoritam optimizacije procesa (Kukuła, 2011) koji ima za cilj riješiti problem dodjele zadataka i proizvodnih operacija pojedinačnim radnim stanicama[22].

Praćenje provedbe proizvodnog procesa proizlazi, u određenoj mjeri, iz oba prethodno opisana pitanja. Bez mogućnosti posjedovanja odgovarajućih alata, rukovodeće osoblje nije u mogućnosti identificirati trenutne probleme i utjecati na promjene kroz brzi proces donošenja odluka. U specifičnom okruženju proizvodnih procesa praćenje treba uključiti usporednu analizu ulaznih i izlaznih podataka koji proizlaze iz provedbe ovog procesa. Slika 2.16 prikazuje primjer podataka i informacija korištenih u analizi proizvodnog procesa.

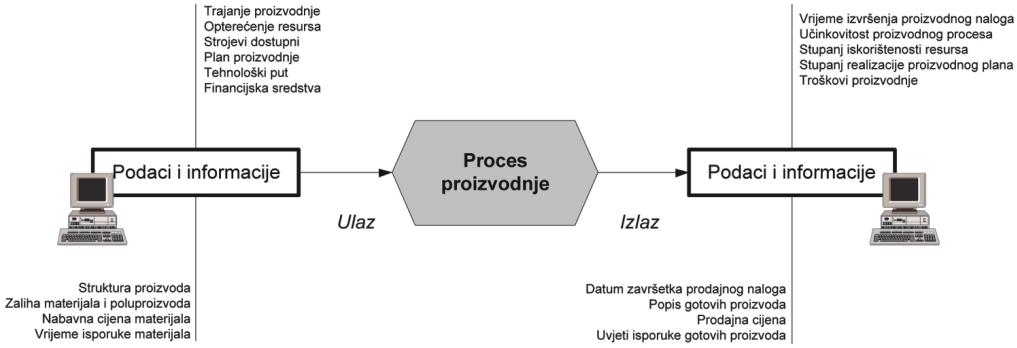
[22] Primjena ove metode je provjerena u praksi. Rezultati su predstavljeni u publikaciji: Koliński & Koliński, 2013.

Slika 2.15. Algoritam za dodjelu proizvodnih zadataka radnim stanicama



Izvor: vlastita studija.

Slika 2.16. Prijedlog podataka i informacija za analizu proizvodnog procesa



Izvor: vlastita studija.

Najveći problem učinkovitog praćenja proizvodnog procesa je raznolikost izvora za prikupljanje operativnih i financijskih podataka (Meade, Kumar & Houshyar, 2006), uključujući: tehnološki putovi, planovi proizvodnje, analitički podaci iz proračunskih tablica, podaci iz računalnih simulacija ili podaci iz namjenskih IT sustava i ERP sustava (planiranje resursa poduzeća)[23].

Utjecaj transponiranja ciljeva na operativne aktivnosti proizvodnog procesa ima izravan utjecaj na mogućnosti korištenja informatičkih sustava za podršku menadžmentu. Tablica 2.9 identificira mogućnosti korištenja specifičnih podataka iz ERP IT sustava za praćenje provedbe proizvodnog procesa[24].

Tablica 2.9. Mogućnosti korištenja informatičkih sustava u aktivnostima operativnog upravljanja proizvodnjom

Funkcionalni opseg	Operativne aktivnosti podržane podacima sustava
Planiranje proizvodnje	Izrada plana proizvodnje na temelju narudžbi kupaca (proizvodnja po narudžbi)
	Ažuriranje plana od strane korisnika (proizvodnja prema zalihama, uključujući rukovanje minimalnim i maksimalnim razinama)
	Određivanje datuma početka proizvodnog zadatka u odnosu na datum prijema proizvoda naveden u planu
	Provođenje MRP bilansiranja koje omogućuje pokretanje proizvodnog naloga ili generiranje zahtjeva za kupnju materijala
	Povezivanje narudžbi kupaca s procesom proizvodnje – potvrda narudžbe povezana s analizom zaliha i proizvodnim mogućnostima

[23] Detaljna analiza razmatranih tema prikazana je u 3. poglavlju, a odnosi se na integraciju protoka informacija u opskrbnom lancu.

[24] Mogućnosti korištenja IT sustava u praćenju i implementaciji proizvodnje prikazane su u publikaciji: Fajfer, Malanowska & Koliński, 2011.

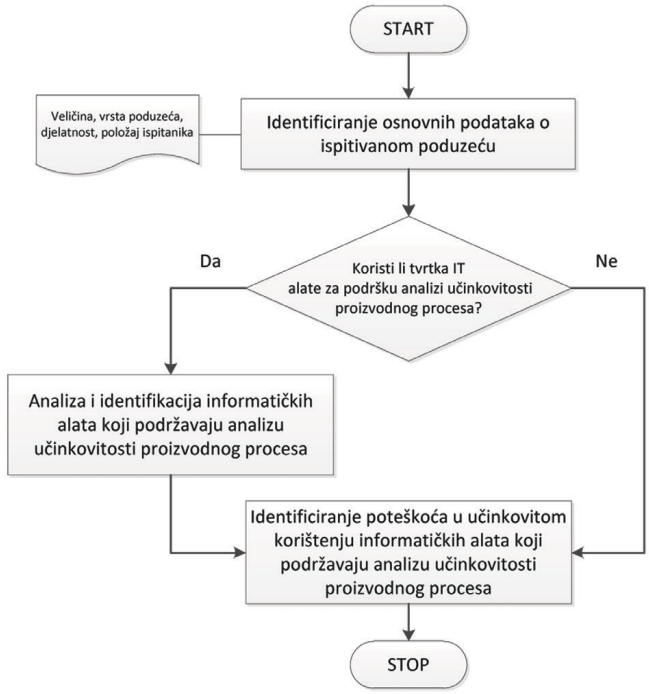
Funkcionalni opseg	Operativne aktivnosti podržane podacima sustava
Tehnologija	Praćenje tehnoloških operacija za proizvodnju proizvoda ili poluproizvoda, uključujući identifikaciju proizvodnih ćelija
	Razvoj osnovnih i varijantnih tehnologija
	Praćenje paralelnih, sekvencijalnih i mrežnih procesa
	Analiza popisa ulaznih materijala i sirovina sa supstitutima
	Analiza normativa radnog vremena operatera i strojeva
Proizvodni nalozi	Povezivanje skladišnih dokumenata internih izdanja i internih primitaka s aktivnostima vezanim uz logistiku manjkova
	Analiza radnog vremena ljudi (uzimajući u obzir povezanost s platnim listama) i strojeva
	Praćenje suradnje proizvodnje i outsourcing usluga nabavne dokumentacije
	Mogućnost korištenja barcode čitača
	Planiranje narudžbi i balansiranje opterećenja resursa koji se koriste u proizvodnim operacijama
Smanjenje troškova proizvodnje	Kontrola trajanja proizvodnih procesa radi poboljšanja njihove učinkovitosti
	Analiza zaliha sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda
	Tekuća kontrola troškova proizvodnje kroz brzi pristup trenutnim podacima o troškovima i njihovim sažetcima u više odjeljaka
	Optimizacija tehnologije temeljena na analizi raspoloživih resursa
Proizvodno naselje	Praćenje stvarnih troškova proizvodnje
	Analiza troškova proizvodnje u tijeku
	Analiza normativnih i stvarnih troškova

Izvor: vlastita studija.

Ova su razmatranja potaknula istraživanja kako bi se procijenio stupanj korištenja IT alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa. Na slici 2.17 prikazana je metodologija za ispitivanje stupnja korištenja informatičkih alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa u gospodarskoj praksi.

Istraživanje je provedeno metodom anketiranja, a neki od anketiranih subjekata omogućili su provođenje promatranja i neposrednih intervjua u prostorijama poduzeća. Studija je provedena u prva dva tromjesečja 2013 u 117 proizvodnih, uslužnih i proizvodnih, proizvodno-trgovačkih i proizvodnih i trgovačko-uslužnih poduzeća u Velikopoljskom vojvodstvu. Preko 68% anketiranih poduzeća predstavljala su srednja i velika poduzeća. Studija se fokusirala samo na ona poduzeća koja su izjavila da koriste analizu učinkovitosti za praćenje i ocjenu proizvodnih procesa. Glavni cilj istraživanja bio je identificirati vrstu IT alata koji se koriste, uzimajući u obzir specifičnost analize učinkovitosti proizvodnih procesa. Neizravni cilj, ujedno i važan sa stajališta analize uporabe informatičkih alata, bio je identificirati poteškoće i ograničenja u njihovoj učinkovitoj uporabi.

Slika 2.17. Metodologija za ispitivanje stupnja korištenja informatičkih alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa u gospodarskoj praksi



Izvor: vlastita studija.

Korištenje IT alata koji podržavaju analizu učinkovitosti procesa izjasnilo se od strane 90% ispitanih proizvodnih tvrtki. Međutim, valja napomenuti da većina rukovodećeg osoblja temelji svoje analitičke aktivnosti na korištenju proračunskih tablica (npr. MS Excel). Osobito u slučaju srednjih i velikih poduzeća može se identificirati šira uporaba ERP IT sustava, namjenskih sustava i simulacijskih programa. Detaljna analiza stupnja iskorištenosti pojedinih informatičkih alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa prikazana je u tablici 2.10.

Tablica 2.10. IT alati koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa

Informatski alat	Postotak iskorištenja*
Proračunske tablice (npr. MS Excel)	82,05
IT sustavi klase ERP	52,99
Namjenski sustavi (npr. MES, CIM)	17,09
Računalne simulacije	15,38

* Anketirane tvrtke imale su mogućnost odabrati više od jednog odgovora.

Izvor: vlastita studija.

Analizirajući dobivene rezultate istraživanja, može se zaključiti da je najčešće korišteni analitički alat proračunska tablica. Više od 50% poduzeća također koristi ERP IT sustave za podršku analizama učinkovitosti proizvodnog procesa. U ovu skupinu spadaju srednja i velika poduzeća, kao i mikro i mali subjekti. U slučaju srednjih i velikih poduzeća, mogućnost korištenja ERP IT sustava za implementaciju složenih proizvodnih procesa ovisi o detaljnom funkcionalnom opsegu korištenog IT alata. Međutim, u odnosu na mala i srednja proizvodna poduzeća, treba napomenuti da obično niska razina složenosti implementiranih procesa omogućava korištenje funkcionalnosti ERP IT sustava pri analizi učinkovitosti proizvodnog procesa.

Promatranje gospodarske prakse potkrijepljeno istraživanjem omogućuje nam da identificiramo osnovne poteškoće u korištenju prezentiranih informatičkih alata koji podržavaju učinkovitu analizu učinkovitosti proizvodnog procesa. Detaljna identifikacija osnovnih poteškoća u korištenju ovih alata prikazana je u tablici 2.11.

Tablica 2.11. Poteškoće u korištenju informatičkih alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa

Identificirane poteškoće	Postotak indikacija*
Proračunske tablice nisu dovoljne za analizu	44,07
Provođenje računalnih simulacija zaposlenicima je kompliciranо i nejasno	44,07
ERP IT sustav ne jamči dobivanje svih potrebnih podataka	32,20
Namjenski sustavi ne uključuju funkcionalnost analize učinkovitosti	28,81

* Anketirane tvrtke imale su mogućnost odabrati više od jednog odgovora.

Izvor: vlastita studija.

Na temelju identificiranih poteškoća treba zaključiti da su IT alati koji su trenutno dostupni na tržištu uvelike nedostatni za specifičnosti proizvodnih procesa koji se provode u poduzećima[25]. To zahtijeva stvaranje koncepta sveobuhvatnog informatičkog alata koji omogućava preuzimanje podataka iz ERP sustava i namjenskih sustava, kao i korištenje veza u opskrbnom lancu i izvođenje simulacija za olakšavanje donošenja upravljačkih odluka.

U sklopu analize operativnih aktivnosti koje utječu na učinkovitost proizvodnih procesa identificirani su brojni potencijalni pokazatelji za ocjenu učinkovitosti ovog procesa. Oni su uzeti u obzir u daljnjem radu vezanom uz razvoj skupa pokazatelja za analizu učinkovitosti proizvodnog procesa u opskrbnom lancu.

[25] Detaljna analiza razmatranih pitanja predstavljena je u publikaciji: Koliński & Śliwczyński, 2015b.

Tablica 2.12. Skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa

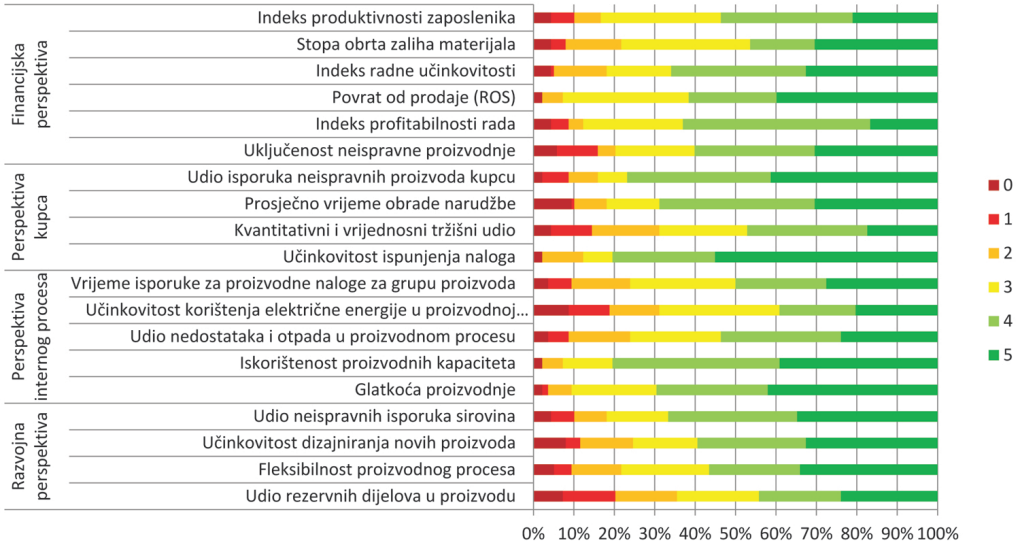
Financijska perspektiva			Odnos podataka	Perspektiva internog procesa		
Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica		Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica
Uključenost neispravne proizvodnje	*a* – vrijednost neispravnih proizvoda	%	$\frac{a}{b}$	Glatkoća proizvodnje	*a* – zastoji u proizvodnom procesu	h/rad
	b – ukupna vrijednost proizvoda				*b* – ukupno radno vrijeme	
Indeks profitabilnosti rada	*a* – neto dobit	%		Iskorištenost proizvodnih kapaciteta	*a* – iskorišten proizvodni kapacitet	%
	b – vrijednost svih isporuka				*b* – ukupni kapacitet proizvodnje	
Povrat od prodaje (ROS)	*a* – neto dobit	%		Udio nedostataka i otpada u proizvodnom procesu	*a* – vrijednost sirovina klasificiranih kao nedostaci u proizvodnom procesu i radu zaposlenika	%
	b – prosječna razina materijalnih zaliha				*b* – ukupna vrijednost sirovina	
Indeks radne učinkovitosti	*a* – neto prodaja	%		Učinkovitost korištenja električne energije u proizvodnoj stanici	*a* – neproduktivno vrijeme korištenjem električne energije	%
	b – obujam zaposlenosti				*b* – ukupno radno vrijeme stanice	
Stopa obrta zaliha materijala	*a* – troškovi utroška materijala	%		Vrijeme isporuke za proizvodne naloge za grupu proizvoda	*a* – ukupno vrijeme izvršenja proizvodnih naloga	
	b – prosječna razina materijalnih zaliha				*b* – broj proizvodnih naloga	
Indeks produktivnosti zaposlenika	*a* – neto prodaja	%				
	b – troškovi plaća					
Perspektiva kupca				**Razvojna perspektiva**		
Učinkovitost ispunjenja naloga	*a* – broj izvršenih naloga	%		Udio rezervnih dijelova u proizvodu	*a* – broj komponenti koje se mogu zamijeniti	%
	b – ukupan broj naloga				*b* – ukupan broj komponenti u proizvodu	
Kvantitativni i vrijednosni tržišni udio	*a* – veličina ciljne skupine kupaca	%		Fleksibilnost proizvodnog procesa	*a* – broj izvršenih posebnih narudžbi	%
	b – ukupna veličina tržišta				*b* – ukupan broj posebnih narudžbi	
Prosječno vrijeme obrade narudžbe	*a* – ukupno vrijeme obrade narudžbe	h		Učinkovitost dizajniranja novih proizvoda	*a* – broj dovršenih projekata novih proizvoda	%
	b – broj narudžbi				*b* – ukupan broj novih dizajna proizvoda	
Udio isporuka neispravnih proizvoda kupcu	*a* – broj neispravnih isporuka	%		Udio neispravnih isporuka sirovina	*a* – broj neispravnih isporuka sirovina	%
	b – ukupan broj isporuka				*b* – ukupan broj isporuka sirovina	

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi učinkovitosti proizvodnog procesa u četiri perspektive u skladu s pretpostavkama Strategic Scorecarda, razvijen je skup mjera (Goldrat & Cox, 1984; Koliński, 2013; Śliwczyński, 2011a; Twaróg, 2005), uzimajući u obzir osnovno obilježje učinkovitosti definirano formulom [1]. Tablica 2.12 prikazuje odabrane mjere za ocjenu ekonomske učinkovitosti proizvodnog procesa, uzimajući u obzir četiri perspektive Strategic Scorecarda[26].

Razvijeni skup indikatora suočen je s očekivanjima gospodarske prakse[27]. Analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa prikazana je na slici 2.18.

Slika 2.18. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa



Legenda: stupanj važnosti indikatora evaluacije: 0 – nema značaja, 1 – vrlo nizak značaj, 2 – nizak značaj, 3 – srednji značaj, 4 – *velika važnost*, 5 – *vrlo visoka važnost*.

Izvor: Koliński, Śliwczyński & Golińska-Dawson, 2016, str. 134.

[26] Razvijeni skup pokazatelja temelji se na istim metodološkim pretpostavkama koje su predstavljene tijekom analize učinkovitosti procesa opskrbe, v. potpoglavlje 2.1.

[27] Istraživanje analize stupnja važnosti pojedinih pokazatelja razvijenog sustava za ocjenu učinkovitosti procesa proizvodnje provedeno je zajedno s istim istraživanjem za sustav pokazatelja učinkovitosti opskrbnih procesa. Detaljan metodološki opis provedenog istraživanja i njegov vremenski opseg prikazan je u potpoglavlju 2.1.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih pokazatelja treba konstatirati da su svi oni identificirani kao važni. Pragom odluke smatrao se prosjek dobivenih rezultata iznad 3,0 (srednja značajnost). U tablici 2.13 prikazani su detaljni rezultati za pojedine pokazatelje za ocjenu ekonomske učinkovitosti proizvodnog procesa.

Tablica 2.13. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina bitnosti indikatora [broj indikacija]						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Financijska perspektiva	Uključenost neispravne proizvodnje	8	14	6	27	41	42	3,486
	Indeks profitabilnosti rada	6	6	5	34	64	23	3,543
	Povrat od prodaje (ROS)	3	0	7	43	30	55	3,899
	Indeks radne učinkovitosti	6	1	18	22	46	45	3,710
	Stopa obrta zaliha materijala	6	5	19	44	22	42	3,428
	Indeks produktivnosti zaposlenika	6	8	9	41	45	29	3,435
Perspektiva kupca	Učinkovitost ispunjenja naloga	3	0	14	10	35	76	4,188
	Kvantitativni i vrijednosni tržišni udio	6	14	23	30	41	24	3,145
	Prosječno vrijeme obrade narudžbe	13	1	11	18	53	42	3,616
	Udio isporuka neispravnih proizvoda kupcu	3	9	10	10	49	57	3,913
Perspektiva internog procesa	Glatkoća proizvodnje	3	2	8	29	38	58	3,964
	Iskorištenost proizvodnih kapaciteta	3	0	7	17	57	54	4,080
	Udio nedostataka i otpada u proizvodnom procesu	5	7	21	31	41	33	3,413
	Učinkovitost korištenja električne energije u proizvodnoj stanici	12	14	17	41	26	28	3,007
	Vrijeme isporuke za proizvodne naloge za grupu proizvoda	5	8	20	36	31	38	3,406
Razvojna perspektiva	Udio rezervnih dijelova u proizvodu	10	18	21	28	28	33	3,051
	Fleksibilnost proizvodnog procesa	7	6	17	30	31	47	3,543
	Učinkovitost dizajniranja novih proizvoda	11	5	18	22	37	45	3,478
	Udio neispravnih isporuka sirovina	6	8	11	21	44	48	3,688

Izvor: Koliński, Śliwczyński & Golińska-Dawson, 2016, str. 134.

Razvijeni sustav pokazatelja za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa u konačnici treba dovesti u korelaciju s modelom upravljanja usmjerenog na rezultate (SDM) i modelom upravljanja usmjerenog na vrijednost (VD BPM). Tablica 2.14 prikazuje sustav pokazatelja za ocjenu ekonomske učinkovitosti proizvodnog procesa, razlikujući koncepte SDM i VD BPM.

Tablica 2.14. Pokazatelji procjene učinkovitosti proizvodnje u smislu SDM i VD BPM

Perspektiva	Naziv indikatora	SDM	VD BPM
Financijska perspektiva	Uključenost neispravne proizvodnje	X	X
	Indeks profitabilnosti rada		X
	Povrat od prodaje (ROS)		X
	Indeks radne učinkovitosti	X	X
	Stopa obrta zaliha materijala	X	
	Indeks produktivnosti zaposlenika	X	X
Perspektiva kupca	Učinkovitost ispunjenja naloga		X
	Kvantitativni i vrijednosni tržišni udio		X
	Prosječno vrijeme obrade narudžbe	X	X
	Udio isporuka neispravnih proizvoda kupcu	X	
Perspektiva internog procesa	Glatkoća proizvodnje	X	X
	Iskorištenost proizvodnih kapaciteta	X	X
	Udio nedostataka i otpada u proizvodnom procesu	X	
	Učinkovitost korištenja električne energije u proizvodnoj stanici	X	
	Vrijeme isporuke za proizvodne naloge za grupu proizvoda	X	
Razvojna perspektiva	Udio rezervnih dijelova u proizvodu	X	
	Fleksibilnost proizvodnog procesa	X	X
	Učinkovitost dizajniranja novih proizvoda	X	X
	Udio neispravnih isporuka sirovina	X	

Izvor: Koliński, Małyszek & Trojanowska, 2016, str. 119.

Razvijeni skup indikatora u VD BPM pristupu uključuje mjere na strateškoj razini i one koje se odnose na operativnu razinu. U slučaju SDM modela fokus je bio na operativnom učinku proizvodnog procesa. Mogućnost primjene pojedinačnih pokazatelja na oba koncepta samo naglašava poteškoće pravilnog transponiranja strateških ciljeva u operativne aktivnosti proizvodnog procesa.

Ova razmatranja bila su pretpostavka za analizu gospodarske prakse u smislu važnosti pojedinih proizvodnih procesa koje treba nadzirati i pratiti sa stajališta učinkovitosti proizvodnog procesa. Istraživanje je provedeno u prvom kvartalu 2016 godine u 117 proizvodnih tvrtki iz Velikopoljskog vojvodstva. Anketirana poduzeća predstavljala su različite djelatnosti, a njih 83% bila su velika i srednja poduzeća. Glavni cilj istraživanja bio je identificirati procese koje je potrebno standardizirati i podvrgnuti detaljnoj analizi i praćenju[28]. Rezultat istraživanja

[28] Detaljan metodološki opis provedenog istraživanja analogan je prikazanom u potpoglavlju 2.1 (Sl. 2.11) u pogledu utvrđivanja stupnja korištenja standardizacije opskrbnih procesa. Ovo istraživanje provedeno je u drugom vremenskom okviru, ali uzimajući u obzir isti proces istraživanja u odnosu na proizvodni proces kako bi se zaključci generalizirali na cijeli opskrbni lanac.

bio je razvoj algoritama, procedura ili standarda za detaljnu implementaciju ovih elemenata proizvodnog procesa, što je ključno utjecalo na mogućnost dobivanja sveobuhvatnih podataka potrebnih za daljnje analize u gospodarskoj praksi. Tablica 2.15 daje rezultate koji pokazuju procese koje je potrebno standardizirati.

Tablica 2.15. Potreba standardizacije proizvodnih procesa u praksi

Element proizvodnog procesa	Postotak indikacija*
Analiza učinkovitosti materijalnog planiranja	15
Analiza isplativosti operativnih ulaganja u proizvodni proces	30
Analiza učinkovitosti proizvodnog procesa	38
Analiza kontrole kvalitete proizvedenih proizvoda	10
Analiza provedbe proizvodnog plana	7

* Anketirane tvrtke imale su mogućnost odabrati više od jednog odgovora.

Izvor: Koliński, Małyszek & Trojanowska, 2016, str. 92.

Na temelju navedenih rezultata može se zaključiti da su nužni elementi proizvodnog procesa koji izravno utječu na organizaciju proizvodnog procesa:

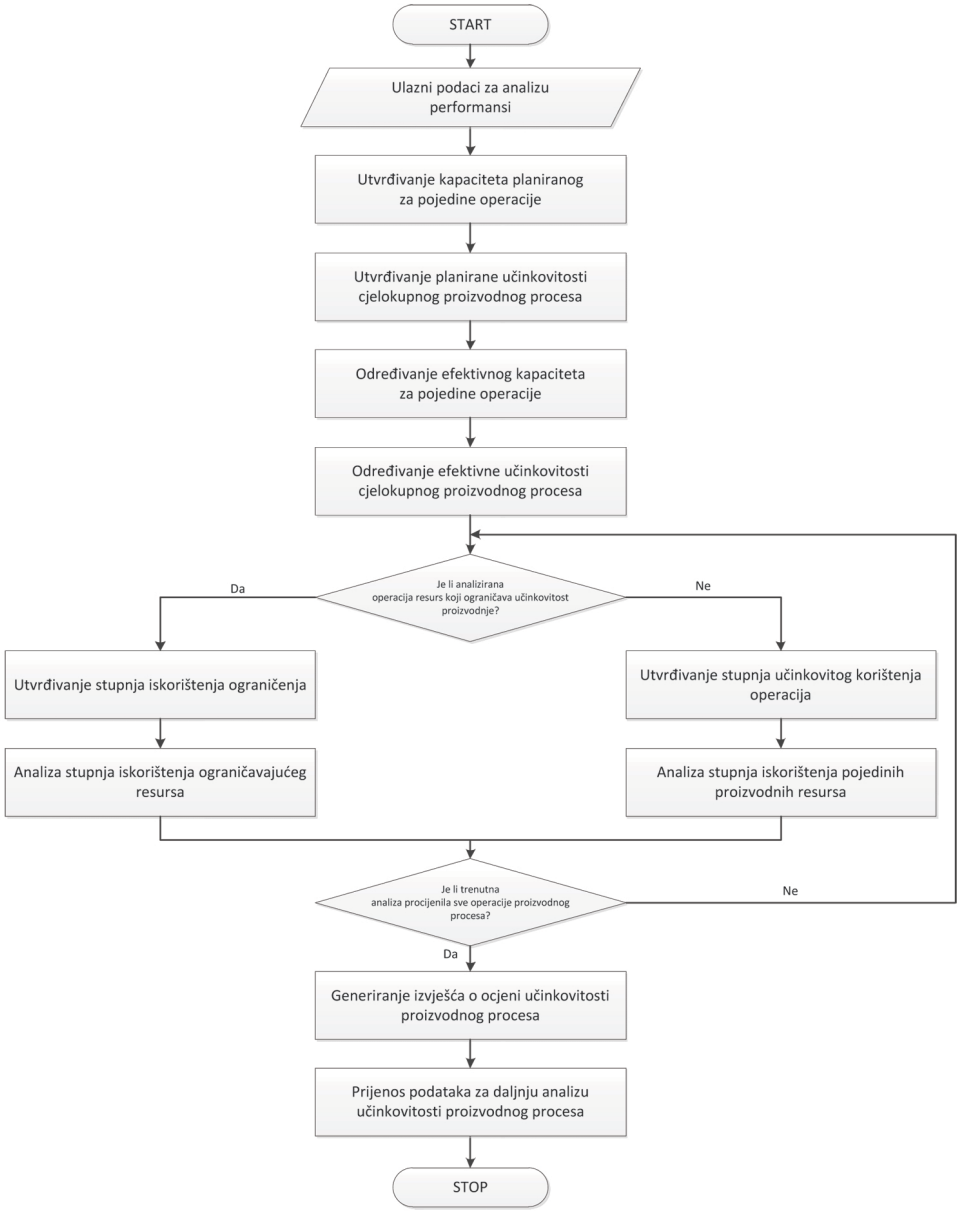
- analizu isplativosti operativnih ulaganja u proizvodni proces,
- analiza učinkovitosti proizvodnog procesa.

Ovo istraživanje samo potvrđuje višegodišnja znanstvena istraživanja i promatranja gospodarske prakse. Uzimajući u obzir navedene rezultate, kao i analizirajući specifičnosti proizvodnih procesa, ovi procesni elementi su algoritmizirani kako bi se standardizirao njihov tok, što ima izravan utjecaj ne samo na učinkovitost proizvodnog procesa, već i na učinkovitost proizvodnog procesa. dobivanje pouzdanih podataka potrebnih za provođenje analiza u cijelom lancu opskrbe.

Analiza učinkovitosti proizvodnog procesaje vrlo važan problem u smislu učinkovitosti, jer se temelji na procesu usklađivanja raspoloživog kapaciteta raspoloživih resursa s planiranom potražnjom. Neekonomični su i višak i nedovoljna učinkovitost proizvodnog procesa. Slika 2.19 prikazuje koncept analize učinkovitosti proizvodnog procesa[29], koji je razvijen i provjeren u poduzećima iz industrije kućanskih aparata i automobilske industrije.

[29] Razvoj koncepta i verifikacija algoritma analize učinkovitosti proizvodnog procesa na praktičnom primjeru prikazani su u publikacijama: Koliński & Golińska, 2011; Koliński, 2012 (monografija).

Slika 2.19. Analiza izvedbe proizvodnog procesa



Izvor: vlastita studija prema: Koliński, 2012, str. 145.

Planirani kapacitet obično pretpostavlja idealne uvjete, ne uzimajući u obzir bilo kakve poremećaje u proizvodnji. Planirani kapacitet ne uzima u obzir neproduktivno vrijeme povezano s namjerno planiranim zastojima. Da biste izračunali planiranu učinkovitost cjelokupnog proizvodnog procesa, prvo morate odrediti učinkovitost pojedinih operacija. Efektivna produktivnost je realniji pokazatelj

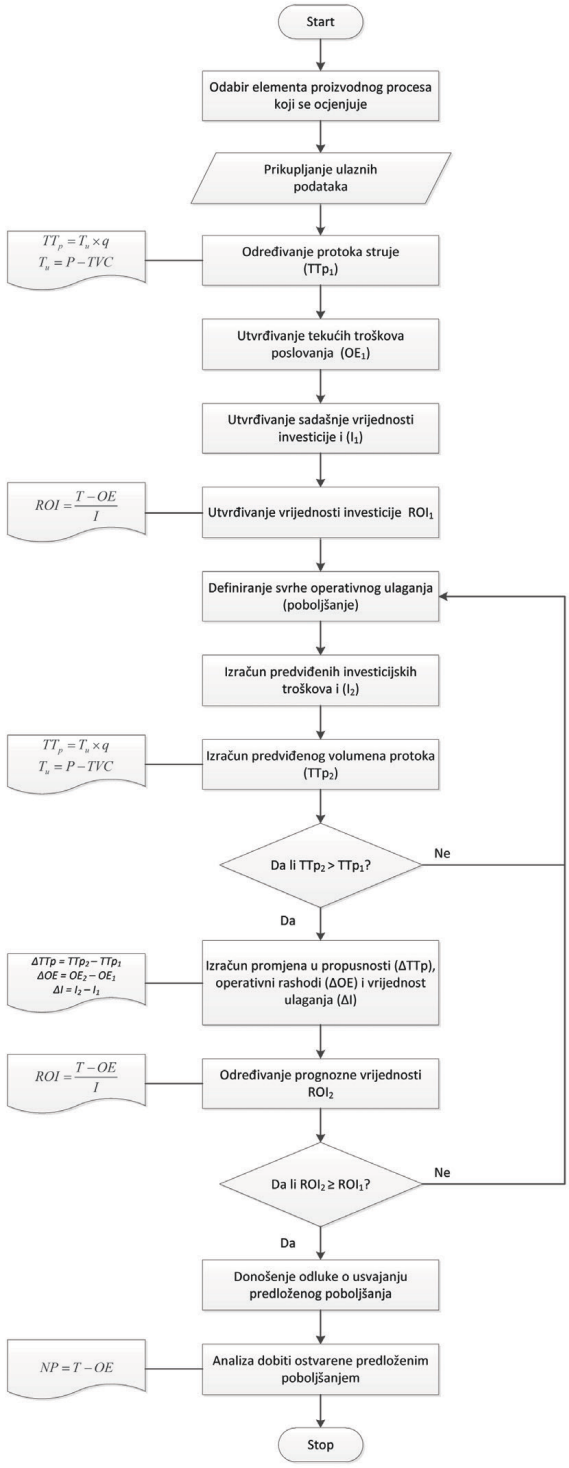
koji definira stvarna proizvodna očekivanja u normalnim uvjetima (Waters, 2002, str. 279). Utvrđivanje efektivne mjere učinka temelji se na sličnoj metodologiji prikazanoj prilikom analize planiranog učinka. Utvrđivanje efektivnog stupnja iskorištenja pojedinih operacija u proizvodnom procesu odnosi se na odnos stvarne učinkovitosti proizvodnje i učinkovitosti efektivne operacije. U slučaju da operacija ograničava proizvodni proces, određivanje stupnja iskorištenja operacije je bespredmetno jer je blizu 100%. U slučaju ostalih operacija utvrđivanjem stupnja učinkovite uporabe operacije omogućit će se daljnja analiza korištenja pojedinih radnih stanica. Ovisno o stupnju utjecaja pojedine operacije na učinkovitost cjelokupnog proizvodnog procesa, prikladno je razlikovati dvije mjere:

- stupanj učinkovite uporabe operacije/položaja,
- stupanj iskorištenosti ograničenja.

Slično se može provesti analiza stupnja iskorištenosti pojedinih radnih stanica. Međutim, u ovom slučaju, ne zaboravite ravnomjerno podijeliti korištenje svih stanica unutar određene operacije. Također treba napomenuti da što je niža vrijednost stupnja iskorištenja pojedine radne stanice, to je veća vjerojatnost potrebe za diversifikacijom poslova ili zadataka na toj radnoj stanici. Kako bi se osiguralo odgovarajuće opterećenje, blisko normiranom, potrebno je birati sve više i više raznolikih operacija koje će se izvoditi na radnom mjestu (Mazurczak, 2009). Pri analizi učinkovitosti proizvodnje treba zaključiti da prevelika raznolikost operacija koje se izvode na jednoj stanici negativno utječe na razinu učinkovitosti. To je uzrokovano povećanjem vremena prijelaza (a time i povećanjem neproduktivnog vremena), što smanjuje efektivnu učinkovitost proizvodnje.

Operativna ulaganja usmjerena su na uvođenje organizacijskih promjena u proizvodni proces. Poduzimanje radnji za racionalizaciju proizvodnog procesa čini se prirodnom posljedicom praćenja učinkovitosti provedenih aktivnosti, međutim, zahtijeva koncentraciju na ključne procese koji utječu na lanac vrijednosti ne samo u samom proizvodnom procesu, već i unutar cjelokupnog opskrbnog lanca. Razmotrena sinteza operativnih čimbenika procesa i resursa u opskrbnom lancu omogućuje odabir samo polioptimalne varijante (tj. ne lošije od bilo koje druge). U praksi to znači odabir zadovoljavajućeg rješenja među mogućim varijantama, a ne očito najboljeg. Ovo je pravilo u skladu s načelom zadovoljstva HA Simona (1979), prema kojem poduzeća ne traže optimalna i teška rješenja, već ona stvarna i zadovoljavajuća. U mehanizmima odlučivanja utvrđuju se pragovi zadovoljstva za zadani kriterij i odabire varijanta koja je zadovoljavajuća u pogledu svih usvojenih kriterija. Na slici 2.20 prikazan je algoritam za analizu isplativosti operativnih ulaganja u proizvodni proces.

Slika 2.20. Analiza isplativosti operativnih ulaganja u proizvodni proces



Izvor: vlastita studija prema: Trojanowska, Koliński & Kolińska, 2011, str. 50.

Ovaj algoritam temelji se na pretpostavkama teorije ograničenja (TOC – *theory of constraints*), koja uključuje donošenje odluka usmjerenih na optimizaciju uskog grla i procesa koji imaju izravan utjecaj ne samo na učinkovitost proizvodnje, već i na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima. Osnova za donošenje odluka pomoću TOC-a su tri mjere učinka:

- protok (T – *throughput*) – odnosi se na sve prihode (P) koje poduzeće ostvaruje nakon odbitka troškova vezanih uz nabavu sirovina (TVC – *totally variable costs*). Međutim, ukupni promet proizvoda (TT_p) u određenom razdoblju može se dobiti množenjem jediničnog prometa (T_u) i količine proizvoda (q – *količina*) prodanog u analiziranom razdoblju,
- ulaganja (I – *investment*) – tj. svi troškovi nastali za kupnju onoga što tvrtka namjerava prodati; takva opća karakteristika ove mjere učinkovitosti pokazuje da se kupnja svih faktora koji utječu na proizvodnju konačnog proizvoda tretira kao investicija, npr. kupnja novog stroja,
- operativni troškovi (OE – *operating expenses*) – odnose se na sve ostale troškove poduzeća koji dovode do pretvaranja ulaganja u preradu.

Analiza isplativosti operativnih ulaganja u proizvodni proces treba započeti utvrđivanjem strateškog cilja poduzeća i opskrbnog lanca u kojem posluje. U procesu transponiranja troškova, u ovom slučaju u troškove proizvodnje, potrebno je odabrati mogućnost poboljšanja ključnog elementa proizvodnog procesa. Iz tog razloga, mjere koje se koriste za analizu isplativosti operativnog ulaganja trebaju se usredotočiti na to hoće li uvođenje predložene promjene biti isplativije u usporedbi s trenutačno korištenim rješenjem.

Uzimanje u obzir osnovnih pretpostavki teorije ograničenja u aktivnostima koje optimiziraju proizvodni proces i u analizi učinkovitosti ne samo proizvodnih procesa potvrđuje valjanost fokusiranja na ograničenja i korištenje računovodstva obrade za analize (Bragg, 2012; Corbett, 1998; Cox & Schleier, 1997; Noreen, Smith & Mackey, 1995; Watson, Blackstone & Gardiner, 2007) obračuna propusnosti (Lea, 2007). Međutim, dugogodišnja istraživanja u aspektu učinkovitosti proizvodnje potvrđuju valjanost korištenja analize uskih grla koja se temelji na osnovnim pretpostavkama teorije ograničenja (Koliński, Trojanowska & Pająk, 2010; Trojanowska et al., 2017; 2018).

Uzimajući u obzir temeljne postavke teorije ograničenja, procesno ograničenje je resurs koji određuje učinkovitost proizvodnog procesa. Analiza isplativosti operativnog ulaganja stoga bi se trebala svesti na utvrđivanje hoće li određeno poboljšanje utjecati na proizvodni kapacitet uskog grla. Ako se uvođenjem

predloženih promjena poveća obujam proizvodnje, poboljšanje će pozitivno utjecati na učinkovitost proizvodnje, a ako ne promijeni obujam proizvodnje, treba ih odbaciti.

2.3. Učinkovitost distribucijskih procesa

Iz procesne perspektive, distribucija se temelji na aktivnostima vezanim uz kretanje robe, obično proizvoda i elemenata za uslugu, od proizvođača do potrošača. Ove aktivnosti uključuju, između ostalog: transport, skladištenje, upravljanje zalihama, manipulacija materijalom, razvoj narudžbi, analiza lokacije, upravljanje pakiranjem, obrada informacija i komunikacija, što je neophodno za učinkovitu koordinaciju svih aktivnosti (Cyplik, Głowacka-Fertsch & Fertsch, 2008, str. 9; Świerczek, 2020b). Proces distribucije također se može analizirati analogno procesu opskrbe, samo mijenjajući perspektivu analize. Zbog širokog definicijskog aspekta procesa distribucije, fokus je bio na analizi učinkovitosti procesa distribucije u smislu aktivnosti vezanih uz skladištenje (uključujući analizu zaliha) i transport[30].

Vođenje skladišta vrlo je važan element poslovanja svake tvrtke. Stoga upravljanje skladištem u poduzeću postaje posebno važno. Treba ih razmatrati u tri područja (Michalik & Budzik, 2011):

- opskrba – u kojoj je zadaća skladišnog vođenja zaprimiti materijale i sirovine za proizvodnju od dobavljača, uskladištiti ih i izdati u proizvodnju,
- proizvodnja – u kojoj se zadaća upravljanja skladištem svodi na optimalnu distribuciju materijala i sirovina u odgovarajuće prostore i faze proizvodnje,
- distribucija – koja uključuje skladištenje, sastavljanje i distribuciju gotovih proizvoda na način da se zadovolje očekivanja kupca (prava roba, u pravo vrijeme, na pravom mjestu, po pravoj cijeni).

Pri analizi skladišnog procesa s aspekta učinkovitosti potrebno je definirati ciljeve i zadatke učinkovitog skladišnog upravljanja koji su prikazani u tablici 2.16.

[30] Detaljna analiza učinkovitosti procesa distribucije na operativnoj razini, uzimajući u obzir očekivanja i potrebe poslovne prakse, razmatra se u publikaciji: Koliński & Śliwczyński, 2021.

Tablica 2.16. Ciljevi i zadaci učinkovitog upravljanja skladištem

Ciljevi	Zadaci
Maksimalno iskorištenje skladišnog prostora postiže se odgovarajućim aktivnostima u projektiranju, izgradnji i puštanju skladišta u rad te odgovaranje na aktualne promjene	Osiguravanje raspoloživosti odgovarajućih tehničkih i osobnih resursa za postizanje planirane razine aktivnosti – moguće samo u bliskoj suradnji s upravom tvrtke
	Osiguravanje protoka robe koji zadovoljava zahtjeve za dostavu i otpremu zahtijeva suradnju između skladišta i odjela opskrbe i prodaje
Minimiziranje korištenja manipulacijskih operacija – u prvom koraku se eliminiraju nepotrebne operacije, au drugom koraku cilj je skratiti vrijeme potrebno za obavljanje potrebnih aktivnosti	Stalno planiranje, kontrola i održavanje korištenja svih raspoloživih resursa – provodi se na operativnoj razini i može se temeljiti na planovima proizvodnje i narudžbama dobavljača (u slučaju opskrbnog skladišta) ili planovima prodaje i narudžbama kupaca (distribucijsko skladište)
	Kontinuirano praćenje, vrednovanje i unapređenje skladišnog procesa prema utvrđenim kriterijima – treba se temeljiti na odabranim pokazateljima i mjerama koje odražavaju tijek procesa

Izvor: vlastita studija prema: Niemczyk, 2015, str. 248–251.

Priznajući valjanost teze da upravljanje skladištem ima značajan utjecaj na funkcioniranje poduzeća, očito je da je potrebno težiti stalnom poboljšanju funkcioniranja skladišta. Najvažniji čimbenici koji utječu na povećanje učinkovitosti rada skladišta uključuju (Niemczyk, 2015, str. 252–253):

- prilagođavanje toka kapacitetu skladišta – polazište treba biti određivanje kapaciteta skladišta; na temelju toga, u suradnji s drugim odjelima tvrtke, treba postaviti raspored isporuke i otpreme na takav način da se izbjegne gomilanje posla tijekom dana i višak jedinica tereta koji teče kroz skladište,
- korištenje skladišnog prostora – odnosi se na učinkovito korištenje raspoložive visine skladišne zone,
- racionalizacija ruta kojima idu zaposlenici i roba – ovaj faktor je najvažniji u slučaju procesa komisioniranja; Osim toga, potrebno je uložiti napore da se uklone ili skrate udaljenosti koje zaposlenici putuju bez robe,
- iskorištenost osoblja – pri analizi ovog čimbenika pozornost treba obratiti na tri kriterija: opterećenost zaposlenika tijekom vremena, kompetencije i ovlaštenja koje imaju te stabilnost zaposlenja,
- učinkovit protok informacija – ima ključni utjecaj na provedbu svih faza procesa pohrane; svaki poremećaj u protoku informacija (osobito u fazi komisioniranja i izdavanja) može rezultirati kašnjenjem u ispunjenju narudžbe.

Osim gore navedenih organizacijskih čimbenika, učinkovitost skladišnih procesa također ovisi o:

- moderna skladišna oprema,
- korištenje modernih tehnologija,
- stupanj korištenja automatske identifikacije na temelju bar kodova ili EPC/RFID sustava (elektronički kod proizvoda / radiofrekvencijska identifikacija) (Korzeniowski, Ankiel-Homa & Czaja-Jagielska, 2011, str. 123–128),
- korištenje IT sustava koji podržavaju upravljanje skladištem (WMS – *warehouse management systems*).

Prilikom detaljne analize skladišnog procesa u smislu operativnog kontrolinga treba procijeniti (Śliwczyński, 2011a, str. 139):

- učinkovitost skladišnih resursa i stupanj njihove iskorištenosti,
- učinkovitost, učinkovitost i pouzdanost skladišnog poslovanja,
- vrijeme rukovanja teretom od primitka do isporuke i protok skladišta, uzimajući u obzir zastoje, redove i uska grla u protoku tereta.

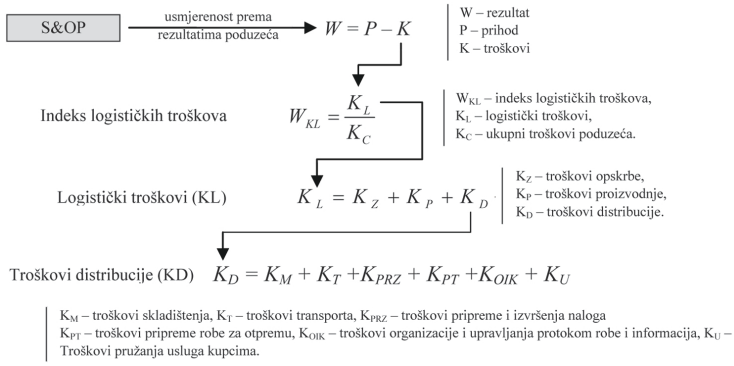
Specifična priroda skladišnih procesa čini nužnim usredotočiti se na one čimbenike koji imaju ključni utjecaj na kontinuitet toka materijala kroz opskrbni lanac. Znanstveno istraživanje upravljanja logistikom uključuje mnoge čimbenike koji utječu na cjelokupni proces skladištenja. Stoga treba istaknuti da se upravljanje skladištem treba usredotočiti na načine poboljšanja učinkovitosti kako internih tako i eksternih procesa opskrbnog lanca te kontinuirani nadzor i evaluaciju dobivenih rezultata (Kašnar, 2016, str. 38–51; Matanović, 2017, str. 45–56; Šurbek, 2016, str. 133–144). Definiranje područja logističkog procesa u kojima se održava višak procesnih ili propusnih kapaciteta pojedinih transportnih resursa, kako raspoloživih tako i potencijalnih, iznimno je složen analitički proces.

Svrha balansiranja potreba i mogućnosti transportnih resursa u perspektivi operativne učinkovitosti u opskrbnom lancu je (Śliwczyński, 2007, str. 104):

- poštivanje rokova i razina usluge kupcima,
- ravnomjerno opterećenje potencijala transportne flote u opskrbnom lancu,
- minimiziranje vremena mirovanja lančanih resursa, a time i povećanje obrtaja stalnih i obrtnih sredstava poduzeća,
- minimiziranje vremena čekanja u procesima protoka materijala (materijali, dijelovi, komponente, finalni proizvodi).

Drugi element je prijenos strateških ciljeva na mogućnost njihove implementacije u procesu distribucije, s naznakom gdje nastaju troškovi. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove distribucije prikazana je na slici 2.21.

Slika 2.21. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove distribucije



Izvor: vlastita studija.

Analiza transpozicije strateških ciljeva u operativne aktivnosti distribucijskih procesa i specifičnosti samih distribucijskih procesa, dokazujući višestranost razmatrane problematike, nametnula je provjeru očekivanja poslovne prakse kako bi se razjasnio opseg procjene učinkovitost distribucijskih procesa na operativnoj razini. Prva faza istraživanja za provjeru poslovnih potreba bilo je provođenje stručnih konzultacija[31] kako bi se strateški ciljevi transponirali u one operativne aktivnosti koje imaju najveći utjecaj na učinkovitost distribucijskih procesa. Transponiranjem ciljeva u operativne aktivnosti identificirani su sljedeći osnovni opseg potreba za podršku analizi učinkovitosti distribucijskog procesa:

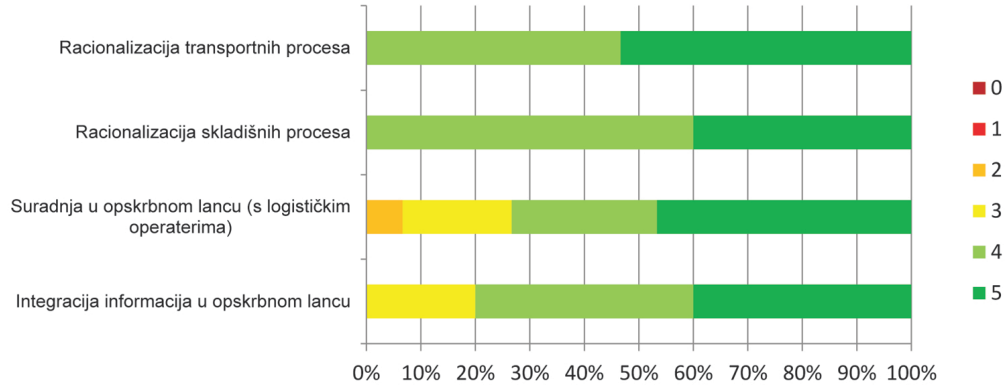
- racionalizacija transportnih procesa,
- racionalizacija skladišnih procesa,
- suradnja u opskrbnom lancu (s logističkim operaterima),
- integracija informacija u opskrbnom lancu.

Sljedeća faza istraživačkog rada bila je analiza stupnja važnosti identificiranih raspona za učinkovitost distribucijskih procesa. Studija je pretpostavila da koncept značajnosti (važnosti) izražava stupanj ili snagu ispitanikovog uvjerenja/povjerenja u ispravnost korištenja dane funkcije u analizi učinkovitosti logističkih procesa. Uspostavljen je jedinstveni mehanizam za njihovo vrednovanje – na

[31] Savjetovanja su provedena u sklopu istraživačkog rada koji je autor proveo za Institut za logistiku i skladištenje u području učinkovitosti distribucijskih procesa i primjene GS1 standarda u opskrbnom lancu. Ove su se konzultacije održale u lipnju 2017 u obliku radionica na kojima je sudjelovalo 15 stručnjaka koji su predstavljali vodeće logističke operatere u Poljskoj.

temelju Likertove ljestvice od pet stupnjeva, dopunjene nultom razinom[32]. Slika 2.22 prikazuje analizu stupnja važnosti identificiranih opsega za učinkovitu provedbu distribucijskih procesa.

Slika 2.22. Stupanj važnosti identificiranih raspona učinkovitosti distribucije



Legenda: stupanjvažnost pokazatelja procjene: 0 – nema značaja, 1 – vrlo nizak značaj, 2 – nizak značaj, 3 – srednji značaj, 4 – visok značaj, 5 – vrlo visok značaj.

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih opsega treba konstatirati da su svi procijenjeni aspekti provedbe distribucijskog procesa identificirani kao važni (svi su dobili rezultat iznad 4,0 – visoka važnost). Za sve navedene aspekte provjerene su potrebe poslovne prakse u pogledu opsega procjene učinkovitosti distribucijskih procesa. U tablici 2.17 prikazani su detaljni rezultati analize stupnja važnosti pojedinih opsega ocjene učinkovitosti distribucijskog procesa.

Tablica 2.17. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih raspona učinkovitosti distribucijskih procesa

Problem definiran	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Integracija informacija u opskrbnom lancu	0	0	0	3	6	6	4,200
Suradnja u opskrbnom lancu (s logističkim operaterima)	0	0	1	3	4	7	4,133
Racionalizacija skladišnih procesa	0	0	0	0	9	6	4,400
Racionalizacija transportnih procesa	0	0	0	0	7	8	4,533

Izvor: vlastita studija.

[32] Metodologija provođenja istraživanja utvrđivanja stupnja značajnosti čimbenika koji utječu na učinkovitost opskrbnog lanca analogno je primijenjena kroz cijeli proces istraživanja. Detaljan opis korištenja Likertove ljestvice u istraživanjima u ovom području prikazan je u podpoglavlju 2.2.

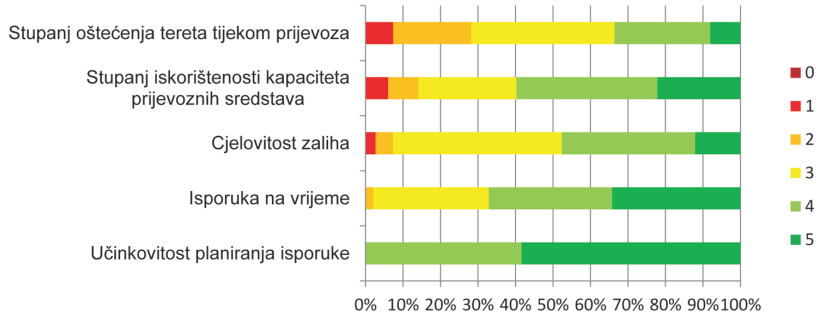
Analiza utjecaja transporta na učinkovitost distribucijskog procesa[33], identificirani su sljedeći osnovni problemi za učinkovitu provedbu transportnih procesa:

- učinkovitost planiranja isporuke,
- točnost isporuka,
- kompletnost zaliha,
- stupanj iskorištenosti kapaciteta prijevoznih sredstava,
- stupanj oštećenja tereta tijekom prijevoza.

Optimizacija prometnih procesa na razini planiranja, organizacije i upravljanja kapacitetom voznog parka kritičan je čimbenik u ocjeni učinkovitosti prometnih procesa (Penava, 2016, str. 24–25).

Sljedeći korak u istraživačkom radu bila je analiza stupnja važnosti identificiranih čimbenika koji utječu na učinkovitu provedbu prometnih procesa[34]. Na slici 2.23 prikazana je analiza stupnja važnosti identificiranih problema u učinkovitoj provedbi prometnih procesa, uzimajući u obzir sličnu metodu procjene temeljenu na Likertovoj ljestvici.

Slika 2.23. Stupanj važnosti identificiranih problema u transportnim procesima



Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih problema treba reći da su svi procijenjeni aspekti transportnog procesa identificirani kao važni (svi su dobili ocjenu iznad 3,0 – prosječna značajnost). Problemi s ocjenom iznad 4,0 (visoka značajnost) prihvaćeni su za daljnju analizu. U tablici 2.18 prikazani su detaljni rezultati za pojedine analizirane probleme učinkovite provedbe prometnih procesa.

[33] Ova analiza je provedena u sklopu prethodno spomenutih konzultacija, koje su se održale u lipnju 2017 u obliku radionica na kojima je sudjelovalo 15 stručnjaka koji predstavljaju vodeće logističke operatere u Poljskoj. Ovo istraživanje je predstavljeno u publikaciji: Cudziło & Koliński, 2017.

[34] Istraživanje je provedeno u trećem i četvrtom tromjesečju 2017 u 149 poduzeća različitih veličina i djelatnosti koja posluju u Velikopoljskom vojvodstvu. U istraživanju su sudjelovale i prijevozničke tvrtke i poslovni partneri u opskrbnom lancu koji koriste prijevozničke usluge prijevoznika.

Tablica 2.18. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih problema učinkovite provedbe prometnih procesa

Problem definiran	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Učinkovitost planiranja isporuke	0	0	0	0	62	87	4,584
Isporuka na vrijeme	0	0	3	46	49	51	3,993
Cjelovitost zaliha	0	4	7	67	53	18	3,497
Stupanj iskorištenosti kapaciteta prijevoznih sredstava	0	9	12	39	56	33	3,617
Stupanj oštećenja tereta tijekom prijevoza	0	11	31	57	38	12	3,060

Izvor: vlastita studija.

Uzimajući u obzir navedenu analizu, odlučeno je da se proces planiranja opskrbe dodatno istraži kao glavni problem učinkovitosti distribucijskih procesa u smislu upravljanja transportom. Drugi, uvjetno prihvaćeni problem je pravovremenost isporuka, koja također izravno utječe na učinkovitost distribucijskih procesa.

Sljedeća faza istraživanja bila je analiza utjecaja skladištenja na učinkovitost distribucijskog procesa[35]. U sklopu konzultacija identificirani su sljedeći osnovni problemi za učinkovitu implementaciju skladišnih procesa:

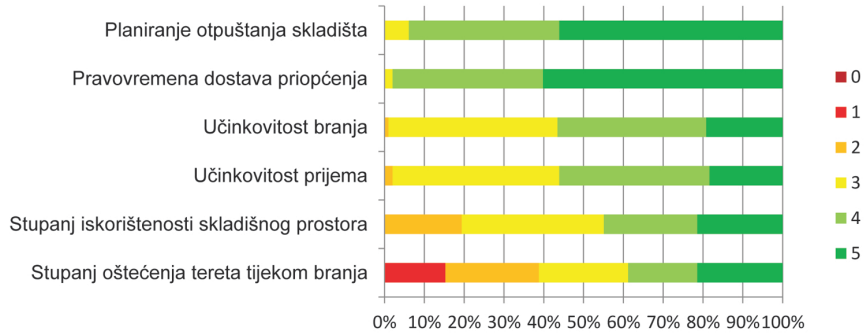
- planiranje otpuštanja iz skladišta,
- točnost izdavanja,
- učinkovitost branja,
- učinkovitost prijema,
- stupanj iskorištenosti skladišnog prostora,
- stupanj oštećenja tereta tijekom branja.

Sljedeći korak istraživačkog rada bio je analizirati stupanj važnosti identificiranih čimbenika koji utječu na učinkovitu implementaciju skladišnih procesa[36]. Na slici 2.24 prikazana je analiza stupnja važnosti identificiranih problema u učinkovitoj implementaciji skladišnih procesa, uzimajući u obzir Likertovu ljestvicu.

[35] Kako bi se provela analiza, u listopadu 2017 organizirana su dodatna stručna savjetovanja na kojima su sudjelovali kako akademski stručnjaci tako i praktičari iz poduzeća iz različitih djelatnosti.

[36] Istraživanje je provedeno u četvrtom tromjesečju 2017 i prvom tromjesečju 2018. Istraživanje je uključivalo 98 poduzeća različitih veličina i djelatnosti koja posluju u Velikopoljskom vojvodstvu, implementirajući ili nadzirući procese skladištenja.

Slika 2.24. Stupanj važnosti identificiranih problema u skladišnim procesima



Izvor: vlastita studija.

Treba napomenuti da su i u slučaju identificiranih problema svi procijenjeni aspekti ocijenjeni važnima (svi su dobili ocjenu iznad 3,0 – prosječna značajnost). Međutim, daljnje analize trebale bi se usredotočiti na one probleme s ocjenom iznad 4,0 (visoka značajnost). Tablica 2.19 prikazuje detaljne rezultate za pojedine analizirane probleme učinkovite implementacije skladišnih procesa.

Tablica 2.19. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih problema učinkovite implementacije skladišnih procesa

Problem definiran	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Planiranje otpuštanja skladišta	0	0	0	6	37	55	4,500
Pravovremena dostava priopćenja	0	0	0	2	37	59	4,582
Učinkovitost branja	0	0	1	42	37	19	3,747
Učinkovitost prijema	0	0	2	41	37	18	3,724
Stupanj iskorištenosti skladišnog prostora	0	0	19	35	23	21	3,469
Stupanj oštećenja tereta tijekom branja	0	15	23	22	17	21	3,061

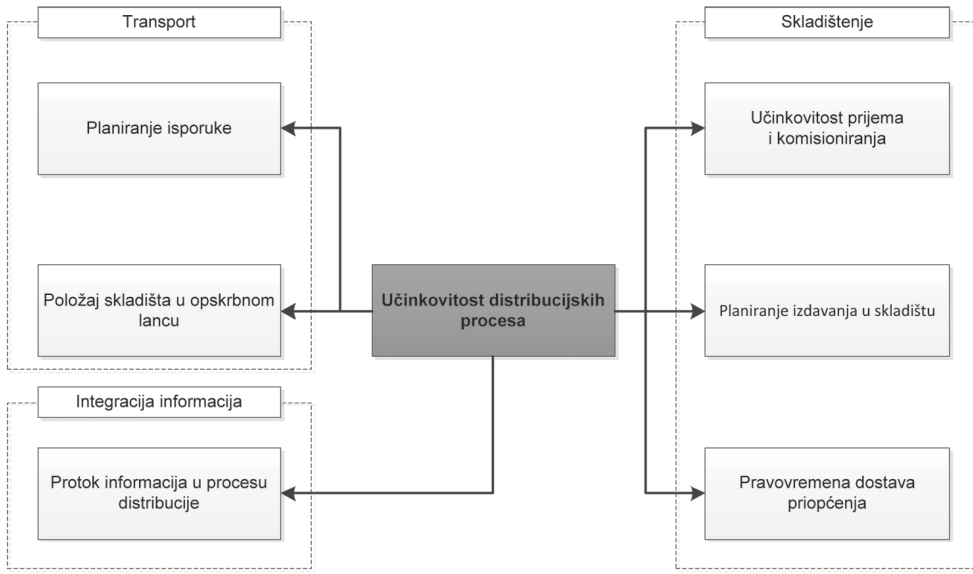
Izvor: vlastita studija.

Daljnjim istraživanjem obuhvaćeni su procesi planiranja skladišnih otpuštanja i pravodobnosti otpuštanja. U daljnjim analizama valja voditi računa i o učinkovitosti komisioniranja i učinkovitosti prijema, jer greške i nedostaci na ulazu u skladišni proces određuju poteškoće na izlazu, što izravno utječe na učinkovitost cjelokupnog procesa distribucije.

Provedena analiza ukazuje na raznolikost i višeaspektnost problematike o kojoj se raspravlja. Rezultati analize teorijskih (znanstvenih i specijalističkih) i praktičnih spoznaja (istraživanja, konzultacije i opažanja u poduzećima) ukazuju da analiza učinkovitosti distribucijskog procesa treba uključiti skup kako

pokazatelja za ocjenu postojećeg stanja tako i različitih čimbenika. uzrokujući poteškoće u učinkovitoj provedbi ovog procesa. Osnovni opseg analize učinkovitosti distribucijskog procesa prikazan je na slici 2.25.

Slika 2.25. Osnovni opseg analize učinkovitosti distribucijskog procesa



Izvor: vlastita studija.

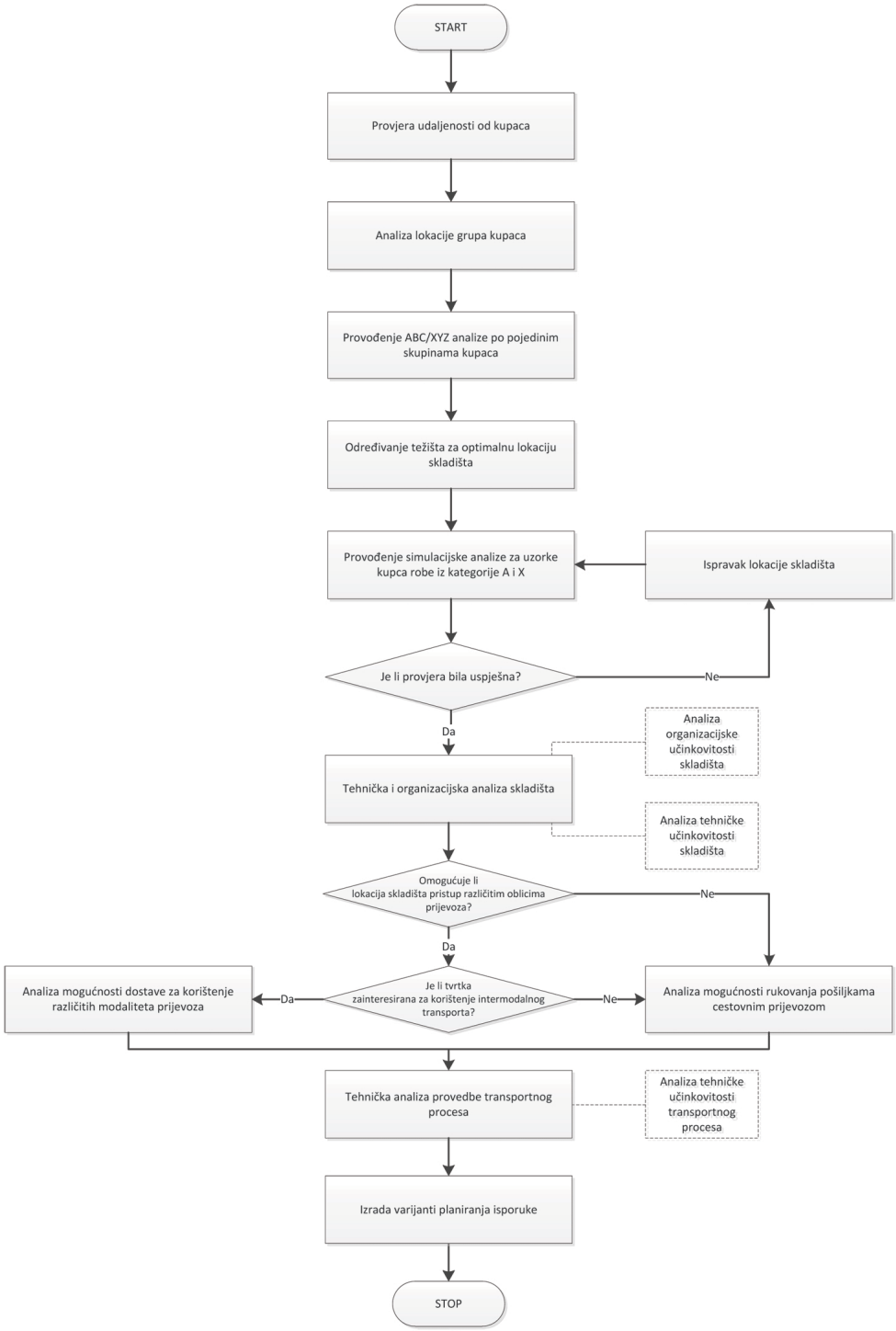
Čimbenici identificirani u sklopu provjere potreba poslovne prakse su problemi koji se odnose na:

- utjecaj lokacije skladišta na učinkovitost procesa distribucije,
- planiranje isporuke u smislu upravljanja i optimizacije transportnih procesa,
- planiranje izdavanja u skladištu i pravodobno provođenje izdavanja u smislu upravljanja i optimizacije skladišnih procesa (vodeći računa o učinkovitosti primitka i komisioniranja),
- integracija protoka informacija u procesu distribucije[37].

Analiza učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu na strateškoj razini ovisi o lokaciji pojedinih poslovnih partnera i njihovih kupaca. Glavni problem identificiran u transponiranju strateških ciljeva bio je utjecaj lokacije skladišta na učinkovitost distribucije u opskrbnom lancu. Slika 2.26 prikazuje algoritam za analizu položaja skladišta u opskrbnom lancu.

[37] O integraciji protoka informacija detaljno se govori u 3. poglavlju.

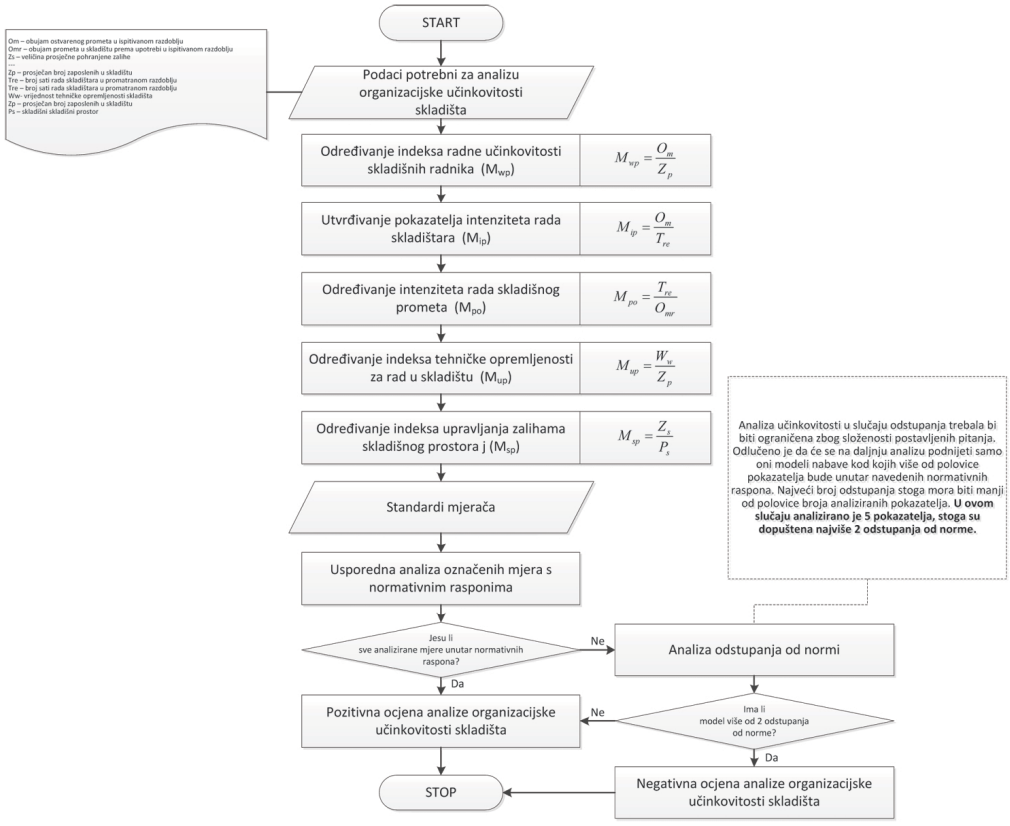
Slika 2.26. Algoritam za analizu položaja skladišta u opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

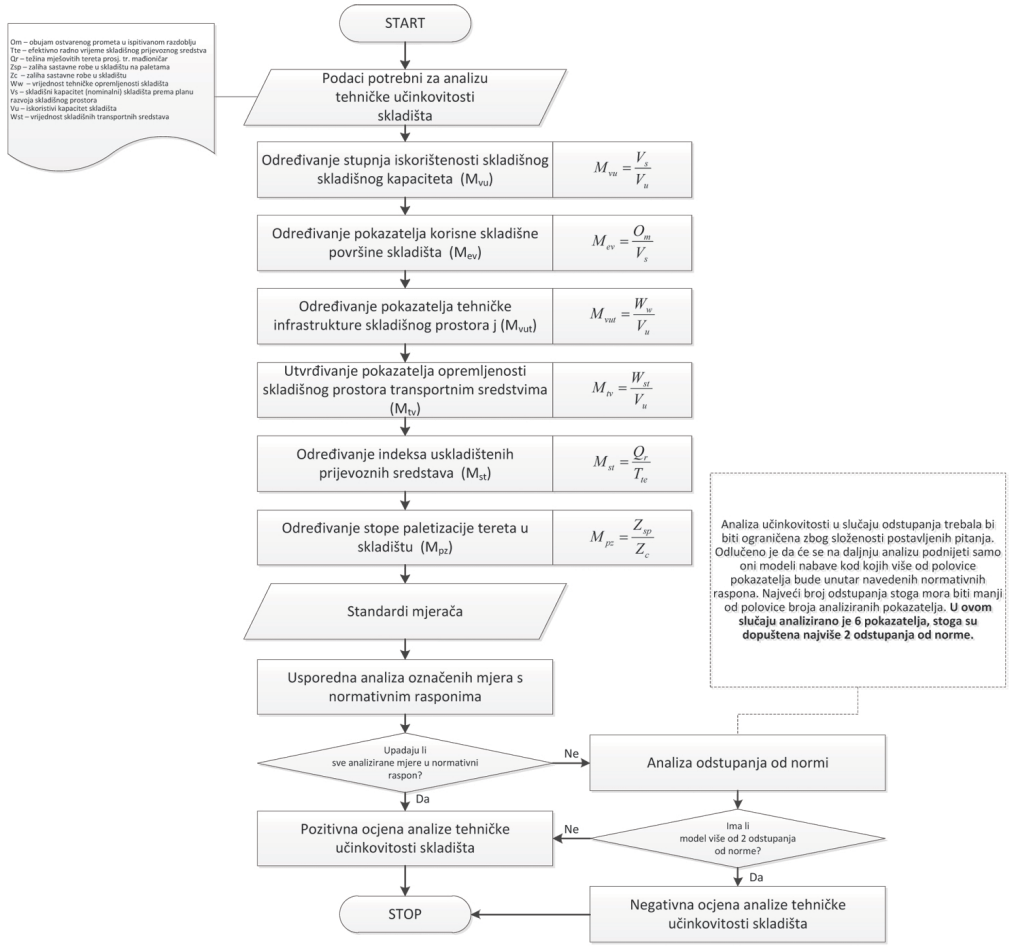
Analiza utjecaja skladišnih lokacija na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu određuje strukturiranje analitičkih opsega skladištenja i transporta. Na slikama u nastavku prikazan je algoritam za analizu organizacijske učinkovitosti skladišta (slika 2.27), analizu tehničke učinkovitosti skladišta (slika 2.28) i analizu tehničke učinkovitosti transportnog procesa (slika 2.29).

Slika 2.27. Analiza organizacijske učinkovitosti skladišta



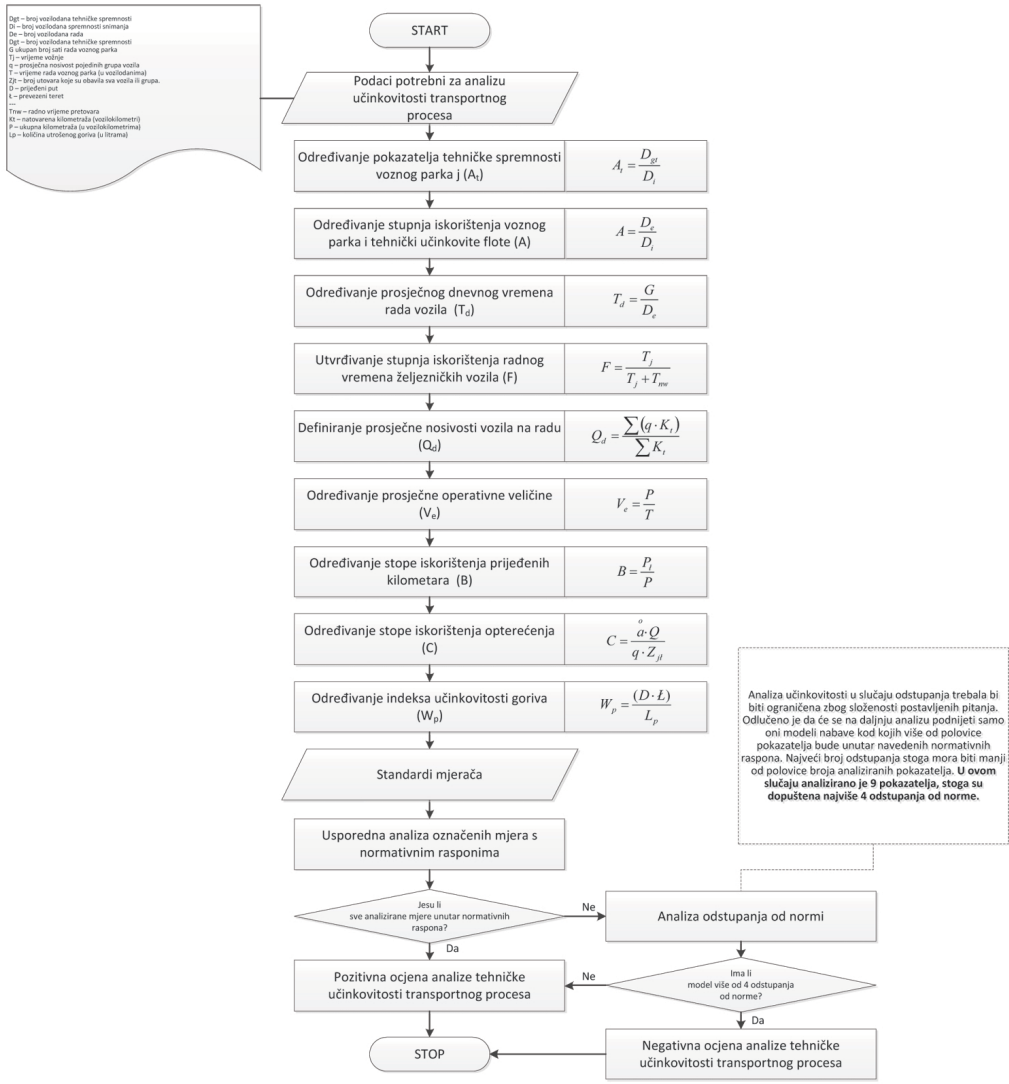
Izvor: vlastita studija temeljena na istraživačkom radu u sklopu projekta „Simulacija upravljanja tokovima materijala poduzeća pomoću instrumenta multivarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", Sveučilište logistike, Poznań 2011–2013.

Slika 2.28. Analiza tehničke učinkovitosti sklad



Izvor: vlastita studija temeljena na istraživačkom radu u sklopu projekta „Simulacija upravljanja tokovima materijala poduzeća pomoću instrumenta multivarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", Sveučilište logistike, Poznań 2011–2013.

Slika 2.29. Analiza tehničke učinkovitosti transportnog procesa

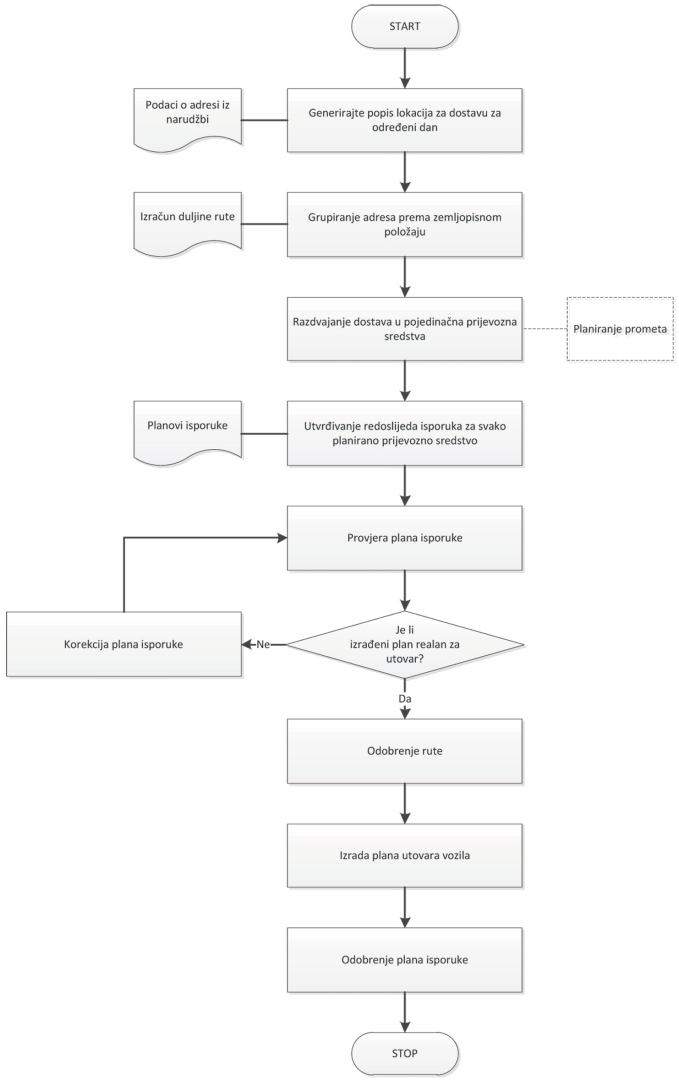


Izvor: vlastita studija temeljena na istraživačkom radu u sklopu projekta „Simulacija upravljanja tokovima materijala poduzeća pomoću instrumenta multivarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", Sveučilište logistike, Poznań 2011–2013.

Sljedeća faza analize procesa distribucije, koja je proizašla iz transpozicije strateških ciljeva, bilo je planiranje opskrbe. Pri analizi pitanja vezanih uz planiranje nabave treba uzeti u obzir sustav planiranja uključujući MRP (planiranje materijalnih potreba) i DRP (planiranje distribucijskih potreba). Ovi sustavi osiguravaju uravnoteženo planiranje potražnje s predviđanjima potražnje, čime se skraćuje ciklus isporuke i smanjuju razine zaliha. MRP i DRP koji se koriste

istovremeno stvaraju integrirani sustav planiranja logističkih zahtjeva (LRP), koji pokriva planiranje logističkih potreba u području opskrbnih, proizvodnih i distribucijskih procesa. Literatura na tu temu uključuje pokušaje integriranja planiranja u opskrbni lanac, koji se tiču korištenja genetske algoritmizacije (Dorka, Lagemann & Meier, 2015), analize ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI) (Meier i sur., 2011) ili analiza učinkovitosti planiranja (Lagemann & Meier, 2014). Pregled literature samo potvrđuje potrebu sređivanja znanja o planiranju nabave. Slika 2.30 prikazuje algoritam za proces planiranja opskrbe.

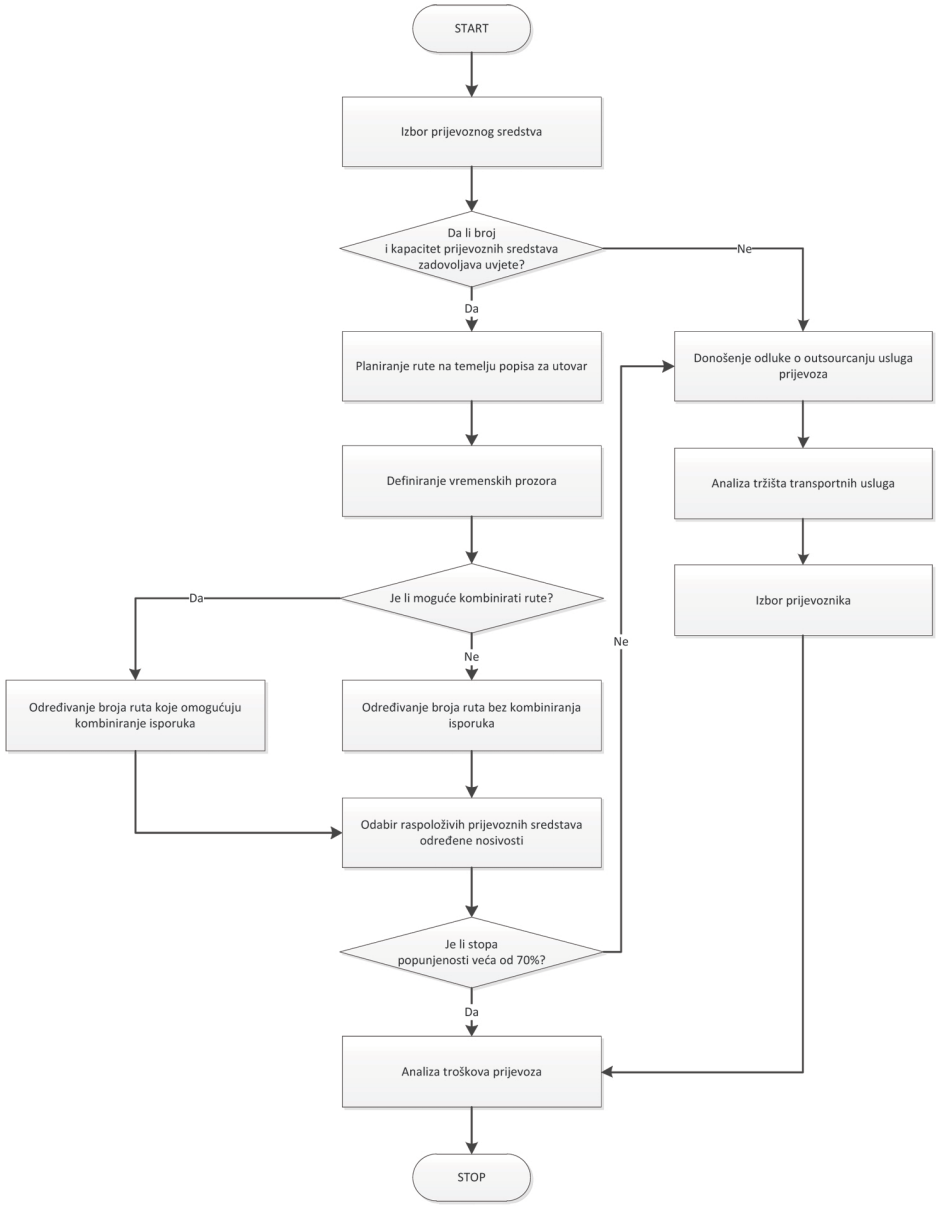
Slika 2.30. Algoritam za proces planiranja isporuke



Izvor: vlastita studija temeljena na istraživačkom radu u sklopu projekta „Učinkovitost primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Predstavljeni algoritam sadrži opće pretpostavke za provedbu procesa planiranja isporuke, a iako je sa stajališta simulacijskih alata zaokružen, u konceptualnom aspektu zahtijeva dopunu s naznačenim opsegom u pogledu planiranja transporta (slika 2.31).

Slika 2.31. Algoritam za proces planiranja prometa



Izvor: vlastita studija temeljena na istraživačkom radu u sklopu projekta „Simulacija upravljanja tokovima materijala poduzeća pomoću instrumenta multivarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa“, Sveučilište logistike, Poznań 2011–2013.

Kao rezultat istraživačkog rada[38] identificirane su sljedeće potencijalne koristi od korištenja planiranja opskrbe u području distribucije[39]:

- minimiziranje grešaka prilikom dovršavanja pošiljki,
- minimiziranje zastoja u području dostave uzrokovanih čekanjem prijevoznog sredstva,
- eliminiranje gomilanja izdanja u isto vrijeme,
- optimizacija korištenja radnog vremena skladištara u zoni otpuštanja,
- mogućnost zajedničke organizacije rada djelatnika prihvatnih i otpustnih prostorija.

Planiranje isporuke također utječe na posljednji od identificiranih procesa koji izravno utječu na učinkovitost distribucije, a to je planiranje i provedba skladišnih otpuštanja[40]. Ovaj proces je jedna od osnovnih faza protoka tereta kroz skladište i ključan je u distribucijskom smislu zbog utjecaja na učinkovitost utovara na prijevozno sredstvo, a time i na učinkovitost isporuke do kupca. Tijekom istraživanja i optimizacijskog rada za poduzeća, formuliran je zaključak[41] da su osnovni djelokrug ovog procesa aktivnosti vezane uz završetak i ispuštanje tereta. Slika 2.32 prikazuje algoritam za planiranje i izvođenje skladišnih otpuštanja.

Razvijeni algoritmi učinkovitosti distribucijskog procesa u opskrbnom lancu mogu predstavljati osnovu za provođenje optimizacijskih aktivnosti temeljenih na simulaciji procesa[42]. Međutim, treba imati na umu da neki od razvijenih algoritama predstavljaju koncept analitičkih aktivnosti koje treba izvesti prije početka rada na simulaciji. Sve dodatne aktivnosti izdvojene sa slika 2.26 i 2.30 analitički su algoritmi koje treba implementirati paralelno sa simulacijama procesa.

U sklopu analize operativnih aktivnosti koje utječu na učinkovitost distribucijskih procesa identificirani su brojni potencijalni pokazatelji za procjenu učinkovitosti ovog procesa. Oni su uzeti u obzir u daljnjem radu vezanom uz razvoj skupa indikatora za analizu učinkovitosti procesa distribucije u opskrbnom lancu.

[38] Istraživački projekt „Analiza utjecaja operativnih aktivnosti na učinkovitost distribucijskih procesa", br. KCiSI1/17, Sveučilište za logistiku, Poznań 2017–2019.

[39] Detaljna analiza rezultata dobivenih u ovom području prikazana je u publikaciji: Koliński, 2018.

[40] Detaljna analiza utjecaja planiranja i provedbe oslobađanja skladišta prikazana je u publikaciji: Koliński & Śliwczyński, 2021.

[41] Analiza simulacije skladišnog procesa predstavljena je u publikaciji: Zając & Koliński, 2018.

[42] Simulacije razvijenih algoritama provedene su u sklopu istraživačkog projekta „Analiza utjecaja operativnih aktivnosti na učinkovitost distribucijskih procesa", br. KCiSI1/17, Sveučilište za logistiku, Poznań 2017–2019.

Slika 2.32. Planiranje i izvođenje skladišnih otpuštanja



Izvor: vlastita studija temeljena na istraživačkom radu u sklopu projekta "Učinkovitost korištenja GS1 logističkih oznaka u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018.

Pri analizi učinkovitosti distribucijskog procesa u četiri perspektive u skladu s pretpostavkama Strategic Scorecarda, razvijen je skup mjera koje ističu transportne procese (Koliński, 2015; Koliński & Zhuravskaya, 2015; Stajniak, 2012; Stajniak & Koliński, 2014; Śliwczyński, 2011a; Twaróg, 2005) i skladišta (Koliński & Śliwczyński, 2015a; Niemczyk, 2015; Śliwczyński, 2011a; Twaróg, 2005), uzimajući u obzir osnovnu značajku učinkovitosti definiranu formulom [1]. Tablica 2.20 prikazuje odabrane mjere za ocjenu ekonomske učinkovitosti transportnog procesa u području distribucije, uzimajući u obzir četiri perspektive Strategic Scorecarda[43].

Neke od gore navedenih mjera vrlo se često svode na jedan pokazatelj – OTIF (na vrijeme i u punoj izvedbi, engl. *On Time In Full*). Ovaj pokazatelj treba tretirati kao razinu usluge kupcima gledano iz perspektive kupca (trgovačkog lanca) – pune narudžbe isporučene na vrijeme. U praksi se može naći proširenje kratice OTIF obogaćeno elementom bez grešaka, koji uzima u obzir pogreške pri komisioniranju (kvantitativno ispravno, ali npr. isporučena je drugačija varijanta proizvoda od naručene). OTIF je postao ključni pokretač inicijativa za poboljšanje organizacijskih procesa. Organizacijska orijentacija i planiranje integracije kao rezultat optimizacije procesa u cijelom opskrbnom lancu dovodi do viših razina usluge povezanih sa smanjenjem zaliha (Otto & Kotzab, 2003; Sehgal, Sahay & Goyal, 2006). Uzimajući u obzir problematiku transponiranja strateških ciljeva u operativne aktivnosti, može se primijetiti da indikator OTIF, iako agregirano prikazuje učinkovitost transporta u opskrbnom lancu, teži generalizaciji proceduralne odgovornosti. Često se događa da proces koji je odgovoran za OTIF indikator nema utjecaja na ključne vrijednosti koje se koriste za njegovo određivanje. Iz tog razloga, sustav pokazatelja koji sadrži višekriterijski pristup učinkovitosti povećava vjerojatnost sveobuhvatnosti provedenih analiza.

Razvijeni skup indikatora suočen je s očekivanjima gospodarske prakse[44]. Analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti transportnog procesa prikazana je na slici 2.33.

[43] Razvijeni skup pokazatelja temelji se na istim metodološkim pretpostavkama koje su iznesene tijekom analize učinkovitosti procesa opskrbe. Vidjeti potpoglavlje 2.1.

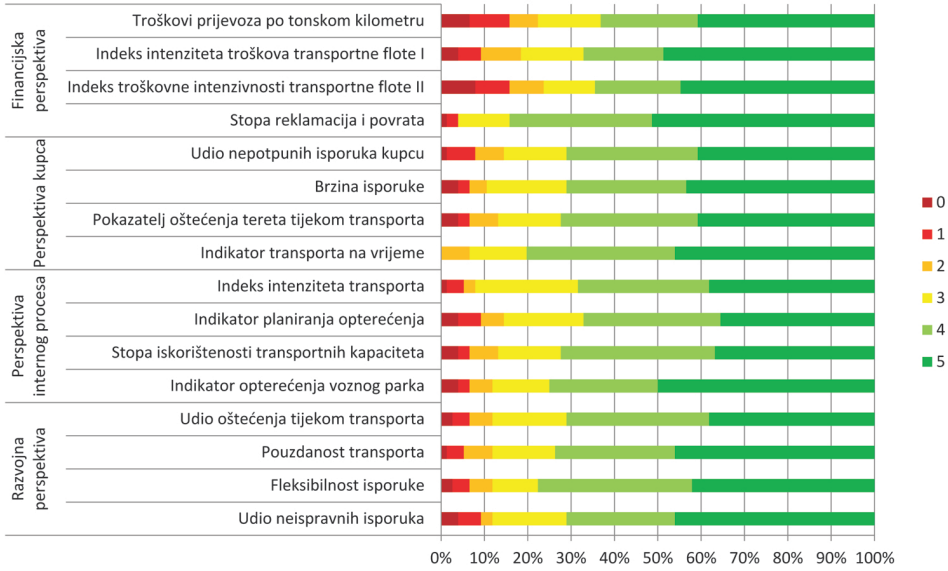
[44] Istraživanje analize stupnja važnosti pojedinih pokazatelja razvijenog sustava za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa provedeno je u trećem kvartalu 2017 godine u 76 poduzeća iz TSL industrije. Detaljan metodološki opis provedenog istraživanja i njegov vremenski opseg prikazan je u potpoglavlju 2.1.

Tablica 2.20. Skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa

Financijska perspektiva			Odnos podataka	Perspektiva internog procesa		
Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica		Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica
Stopa reklamacija i povrata	*a* – vrijednost/trošak reklamacija i povrata	%	$\frac{a}{b}$	Indikator opterećenja voznog parka	*a* – broj prijeđenih kilometara	kg/auto
	b – vrijednost/trošak svih isporuka materijala i sirovina				*b* – broj prijevoznog sredstva	
Indeks intenziteta troškova transportne flote I	*a* – trošak prijeđenih kilometara	PLN/auto		Stopa iskorištenosti transportnih kapaciteta	*a* – težina tereta koji se prevozi	kg/auto
	b – broj prijevoznog sredstva				*b* – broj prijevoznog sredstva	
Indeks troškovne intenzivnosti transportne flote II	*a* – vrijednost/trošak prevezenog tereta	PLN/auto		Indikator planiranja opterećenja	*a* – teret koji se prevozi (težina ili volumen)	%
	b – broj prijevoznog sredstva				*b* – nosivost ili kapacitet prijevozne flote	
Troškovi prijevoza po tonskom kilometru	*a* – troškovi prijevoza	PLN/tkm		Indeks intenziteta transporta	*a* – vrijeme prijevoza	h/dostava
	b – broj tonskih kilometara				*b* – ukupan broj isporukae	
Perspektiva kupca				**Razvojna perspektiva**		
Indikator transporta na vrijeme	*a* – broj putovanja na vrijeme	%		Udio neispravnih isporuka	*a* – broj neispravnih isporuka	%
	b – ukupan broj putovanja				*b* – ukupan broj isporuka	
Pokazatelj oštećenja tereta tijekom transporta	*a* – broj oštećenih transportnih jedinica	%		Fleksibilnost isporuke	*a* – broj isporuka koje ispunjavaju posebne uvjete	%
	b – broj svih transportnih jedinica koje su prevezene				*b* – ukupan broj isporuka	
Brzina isporuke	*a* – broj elemenata isporučenih prije vremena	h		Pouzdanost transporta	*a* – broj obavljenih prijevoza na vrijeme	%
	b – ukupan broj elemenata				*b* – ukupan broj transporta	
Udio nepotpunih isporuka kupcu	*a* – broj nepotpunih isporuka	%		Udio oštećenja tijekom transporta	*a* – broj oštećenih transportnih jedinica	%
	b – ukupan broj isporuka				*b* – ukupan broj prevezenih transportnih jedinica	

Izvor: vlastita studija.

Slika 2.33. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti transportnog procesa



Legenda: stupanjvažnost pokazatelja procjene: 0 – bez značaja, 1 – vrlo nizak značaj, 2 – nizak značaj, 3 – srednji značaj, 4 – visok značaj, 5 – vrlo visok značaj.

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih pokazatelja treba konstatirati da su svi ocijenjeni pokazatelji identificirani kao značajni. Pragom odluke smatrao se prosjek dobivenih rezultata iznad 3,0 (srednja značajnost). U tablici 2.21 prikazani su detaljni rezultati za pojedine pokazatelje za ocjenu ekonomske učinkovitosti transportnog procesa.

Tablica 2.21. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Financijska perspektiva	Stopa reklamacija i povrata	1	2	0	9	25	39	4,263
	Indeks intenziteta troškova transportne flote I	3	4	7	11	14	37	3,842
	Indeks troškovne intenzivnosti transportne flote II	6	6	6	9	15	34	3,618
	Troškovi prijevoza po tonskom kilometru	5	7	5	11	17	31	3,592
Perspektiva kupca	Indikator transporta na vrijeme	0	0	5	10	26	35	4,197
	Pokazatelj oštećenja tereta tijekom transporta	3	2	5	11	24	31	3,895
	Brzina isporuke	3	2	3	14	21	33	3,934
	Udio nepotpunih isporuka kupcu	1	5	5	11	23	31	3,882

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Perspektiva internog procesa	Indikator opterećenja voznog parka	3	2	4	10	19	38	4,026
	Stopa iskorištenosti transportnih kapaciteta	3	2	5	11	27	28	3,855
	Indikator planiranja opterećenja	3	4	4	14	24	27	3,750
	Indeks intenziteta transporta	1	3	2	18	23	29	3,921
Razvojna perspektiva	Udio neispravnih isporuka	3	4	2	13	19	35	3,921
	Fleksibilnost isporuke	2	3	4	8	27	32	3,987
	Pouzdanost transporta	1	3	5	11	21	35	4,013
	Udio oštećenja tijekom transporta	2	3	4	13	25	29	3,882

Izvor: vlastita studija.

Razvijeni sustav pokazatelja za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa u konačnici treba dovesti u korelaciju s modelima upravljanja usmjerenim na rezultate (SDM) i modelima upravljanja vođenih vrijednostima (VD BPM). Tablica 2.22 prikazuje sustav pokazatelja za ocjenu ekonomske učinkovitosti transportnog procesa, razlikujući koncepte SDM i VD BPM.

Tablica 2.22. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti transporta u smislu SDM i VD BPM

Perspektiva	Naziv indikatora	SDM	VD BPM
Financijska perspektiva	Stopa reklamacija i povrata	X	X
	Indeks intenziteta troškova transportne flote I		X
	Indeks troškovne intenzivnosti transportne flote II		X
	Troškovi prijevoza po tonskom kilometru	X	X
Perspektiva kupca	Indikator transporta na vrijeme	X	X
	Pokazatelj oštećenja tereta tijekom transporta	X	X
	Brzina isporuke	X	
	Udio nepotpunih isporuka kupcu	X	X
Perspektiva internog procesa	Indikator opterećenja voznog parka	X	X
	Stopa iskorištenosti transportnih kapaciteta	X	X
	Indikator planiranja opterećenja	X	
	Indeks intenziteta transporta	X	
Razvojna perspektiva	Udio neispravnih isporuka	X	
	Fleksibilnost isporuke	X	X
	Pouzdanost transporta	X	
	Udio oštećenja tijekom transporta	X	X

Izvor: vlastita studija.

Tablica 2.23 prikazuje odabrane mjere za ocjenu ekonomske učinkovitosti skladišnog procesa u području distribucije, uzimajući u obzir četiri perspektive Strategic Scorecarda.

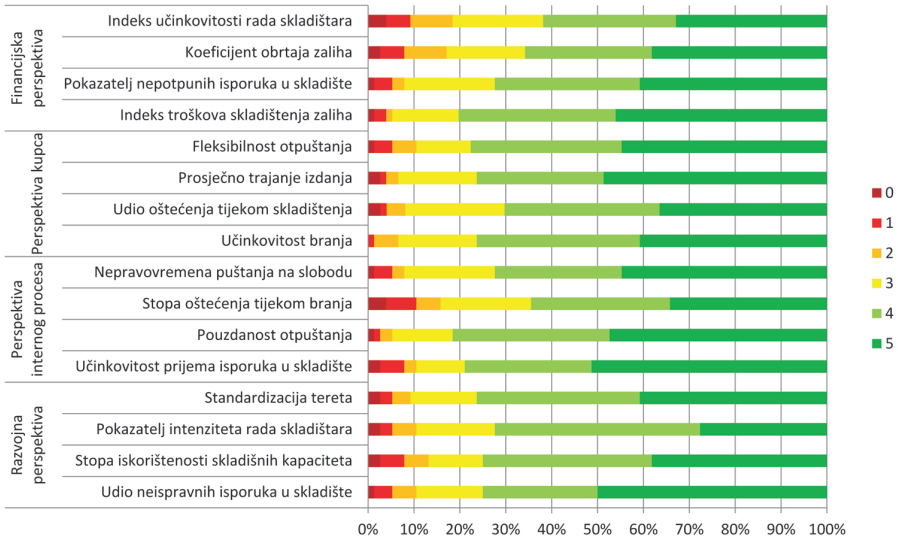
Tablica 2.23. Skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa

Financijska perspektiva			Odnos podataka	Perspektiva internog procesa		
Naziv mjerača	Podaci	Mjerna jedinica		Naziv mjerača	Podaci	Mjerna jedinica
Indeks troškova skladištenja zaliha	*a* – ukupni troškovi skladištenja u analiziranom razdoblju	PLN/jedinica opterećenja	$\frac{a}{b}$	Učinkovitost prijema isporuka u skladište	*a* – prosječno vrijeme prijema	h/zaposlenik
	b – prosječne zalihe u promatranom razdoblju				*b* – broj zaposlenih	
Pokazatelj nepotpunih isporuka u skladište	*a* – vrijednost nepotpunih isporuka	%		Pouzdanost otpuštanja	*a* – broj izdanja u skladu s parametrima narudžbe	%
	b – vrijednost svih isporuka				*b* – ukupan broj izdanja	
Koeficijent obrtaja zaliha	*a* – troškovi potrošnje asortimana	%		Stopa oštećenja tijekom branja	*a* – broj šteta	%
	b – prosječna razina zaliha				*b* – ukupan broj asortimana	
Indeks učinkovitosti rada skladištara	*a* – vrijednost skladišnog prometa u promatranom razdoblju	PLN/zaposleniku		Nepravovremena puštanja na slobodu	*a* – broj kasnih izdanja	%
	b – broj zaposlenih radnika u skladištu				*b* – ukupan broj izdanja	
Perspektiva kupca				Razvojna perspektiva		
Učinkovitost branja	*a* – broj ispravno ispunjenih naloga	%		Udio neispravnih isporuka u skladište	a – broj neispravnih isporuka	%
	b – ukupan broj komisionih naloga				*b* – ukupan broj isporuka	
Udio oštećenja tijekom skladištenja	*a* – broj oštećenih jedinica tereta	%		Stopa iskorištenosti skladišnih kapaciteta	*a* – popunjeni kapacitet	%
	b – ukupan broj utovarnih jedinica				*b* – raspoloživi kapacitet	
Prosječno trajanje izdanja	*a* – ukupno vrijeme izdanja	h		Pokazatelj intenziteta rada skladištara	*a* – obujam skladišnog prometa u promatranom razdoblju	jedinice opterećenja/h
	b – broj izdanja				*b* – broj sati rada skladištara	
Fleksibilnost otpuštanja	*a* – broj ispuštanja koja ispunjavaju posebne zahtjeve	%		Standardizacija tereta	*a* – broj stavki uključenih u objedinjena opterećenja	%
	b – ukupan broj izdanja				*b* – broj stavki uključenih u sve utovare	

Izvor: vlastita studija.

Razvijeni skup indikatora suočen je s očekivanjima gospodarske prakse[45]. Analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa prikazana je na slici 2.34.

Slika 2.34. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa



Legenda: strstupanj važnosti pokazatelja evaluacije: 0 – nema značaja, 1 – vrlo nizak značaj, 2 – nizak značaj, 3 – srednji značaj, 4 – visok značaj, 5 – vrlo visok značaj.

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih pokazatelja treba konstatirati da su svi ocijenjeni pokazatelji identificirani kao značajni. Pragom odluke smatrao se prosjek dobivenih rezultata iznad 3,0 (srednja značajnost). U tablici 2.24 prikazani su detaljni rezultati za pojedine pokazatelje za ocjenu ekonomske učinkovitosti skladišnog procesa.

Tablica 2.24. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Financijska perspektiva	Indeks troškova skladištenja zaliha	1	2	1	11	26	35	4,158
	Pokazatelj nepotpunih isporuka u skladište	1	3	2	15	24	31	3,987
	Koeficijent obrtaja zaliha	2	4	7	13	21	29	3,763
	Indeks učinkovitosti rada skladištara	3	4	7	15	22	25	3,632

[45] Istraživanje analize stupnja važnosti pojedinih pokazatelja razvijenog sustava za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa provedeno je u trećem kvartalu 2017 godine u 76 poduzeća iz TSL industrije. Detaljan metodološki opis provedenog istraživanja i njegov vremenski opseg prikazan je u potpoglavlju 2.1.

Perspektiva	Naziv indikatora	Razina bitnosti						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Perspektiva kupca	Učinkovitost branja	0	1	4	13	27	31	4,092
	Udio oštećenja tijekom skladištenja	2	1	3	16	25	27	3,919
	Prosječno trajanje izdanja	2	1	2	13	21	37	4,118
	Fleksibilnost otpuštanja	1	3	4	9	25	34	4,053
Perspektiva internog procesa	Učinkovitost prijema isporuka u skladište	2	4	2	8	21	39	4,092
	Pouzdanost otpuštanja	1	1	2	10	26	36	4,197
	Stopa oštećenja tijekom branja	3	5	4	15	23	26	3,684
	Nepravovremena puštanja na slobodu	1	3	2	15	21	34	4,026
Razvojna perspektiva	Udio neispravnih isporuka u skladište	1	3	4	11	19	38	4,079
	Stopa iskorištenosti skladišnih kapaciteta	2	4	4	9	28	29	3,895
	Pokazatelj intenziteta rada skladištara	2	2	4	13	34	21	3,816
	Standardizacija tereta	2	2	3	11	27	31	4,000

Izvor: vlastita studija.

Razvijeni sustav pokazatelja za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa u konačnici treba korelirati s modelima upravljanja usmjerenog na rezultate (SDM) i upravljanja vođenog vrijednostima (VD BPM). Tablica 2.25 prikazuje sustav pokazatelja za ocjenu ekonomske učinkovitosti skladišnog procesa, razlikujući koncepte SDM i VD BPM.

Tablica 2.25. Pokazatelji za procjenu učinkovitosti pohrane u smislu SDM i VD BPM

Perspektiva	Naziv indikatora	SDM	VD BPM
Financijska perspektiva	Indeks troškova skladištenja zaliha	X	X
	Pokazatelj nepotpunih isporuka u skladište		X
	Koeficijent obrtaja zaliha	X	
	Indeks učinkovitosti rada skladištara	X	X
Perspektiva kupca	Učinkovitost branja		X
	Udio oštećenja tijekom skladištenja	X	X
	Prosječno trajanje izdanja	X	X
	Fleksibilnost otpuštanja	X	X
Perspektiva internog procesa	Učinkovitost prijema isporuka u skladište	X	X
	Pouzdanost otpuštanja	X	X
	Stopa oštećenja tijekom branja	X	
	Nepravovremena puštanja na slobodu	X	
Razvojna perspektiva	Udio neispravnih isporuka u skladište	X	
	Stopa iskorištenosti skladišnih kapaciteta	X	X
	Pokazatelj intenziteta rada skladištara	X	
	Standardizacija tereta	X	X

Izvor: vlastita studija.

Zbog specifičnosti distribucijskog procesa, posljednji element koncepta analize učinkovitosti ovog procesa bio je usmjeren isključivo na transportne procese. To je zbog činjenice da bi se standardizacija skladišnih procesa u smislu distribucije trebala odnositi na aktivnosti vezane uz komisioniranje i izdavanje, a one su već analizirane kao ključne za distribucijski proces u opskrbnom lancu. Ova razmatranja bila su pretpostavka za analizu gospodarske prakse u smislu važnosti pojedinih transportnih procesa koje treba nadzirati i pratiti sa stajališta učinkovitosti distribucijskog procesa. Istraživanje je provedeno u drugoj polovici 2014. u 210 poduzeća iz Velikopoljskog vojvodstva. Anketirana poduzeća predstavljala su različite djelatnosti (58% bila su velika i srednja poduzeća). Glavni cilj istraživanja bio je identificirati procese koje je potrebno standardizirati i podvrgnuti detaljnoj analizi i praćenju[46]. Tablica 2.26 navodi procese koji zahtijevaju standardizaciju u smislu praćenja performansi.

Tablica 2.26. Potreba standardizacije transportnih procesa u praksi

Element transportnog procesa	Postotak indikacija*
Prihvat transportnih naloga	20
Konsignacijska pošiljka	21
Izvršenje pošiljke (transportni proces)	18
Dostava tereta	28
Izvršenje transportnih naloga (prijevozne usluge)	13

* Anketirane tvrtke imale su mogućnost odabrati više od jednog odgovora.

Izvor: vlastita studija prema: Stajniak & Koliński, 2016, str. 41.

Analizom potrebe za standardizacijom procesa identificirani su sljedeći procesi koji izravno utječu na učinkovitost distribucijskog procesa:

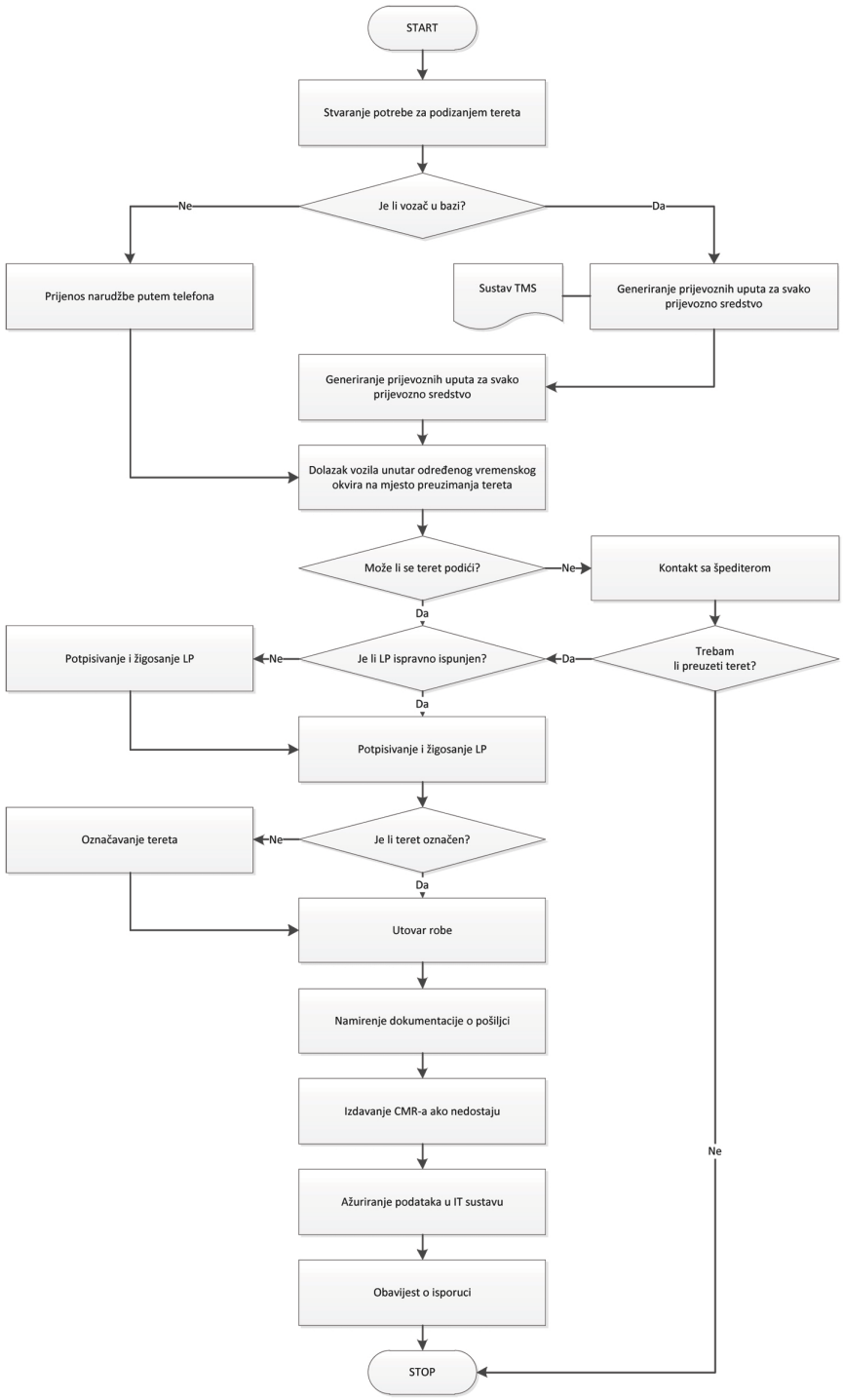
- pošiljka pošiljke,
- dostava tereta.

Slike 2.35 i 2.36 prikazuju algoritme toka procesa koji su bili predmet istraživanja u poduzećima[47].

[46] Detaljan metodološki opis provedenog istraživanja analogan je prikazanom u potpoglavlju 2.1 (Sl. 2.11) u pogledu utvrđivanja stupnja korištenja standardizacije opskrbnih procesa. Ovo istraživanje provedeno je u drugom vremenskom okviru, ali uzimajući u obzir isti proces istraživanja u odnosu na proizvodni proces kako bi se zaključci generalizirali na cijeli opskrbni lanac.

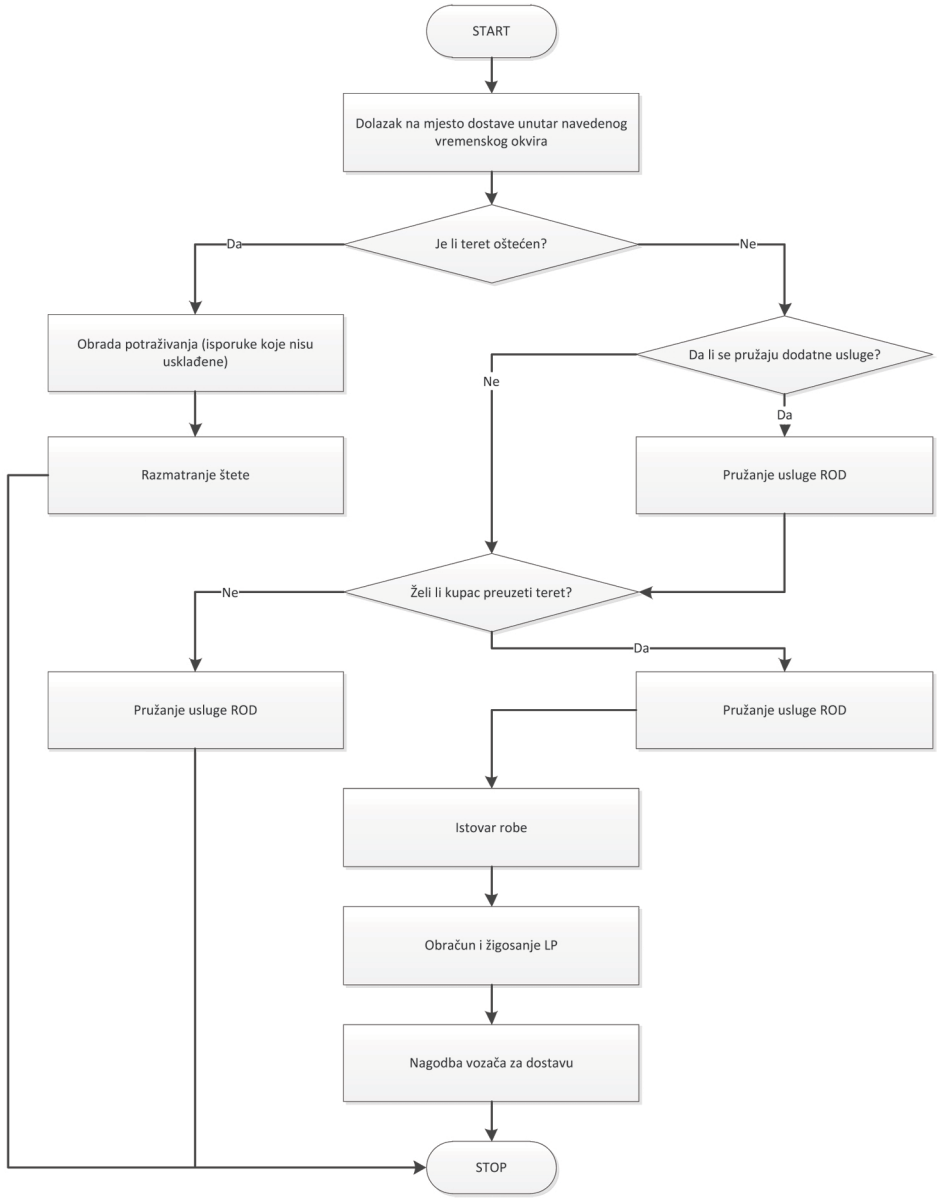
[47] Razvijeno kao dio istraživačkog projekta „Informacijski instrumenti koji podržavaju optimizaciju transportnih procesa u opskrbnim lancima", br. KPL1/2013, Sveučilište za logistiku, Poznań 2013–2015.

Slika 2.35. Algoritam paketne pošiljke



Izvor: vlastita studija.

Slika 2.36. Algoritam dostave tereta



Izvor: vlastita studija prema: Stajniak & Koliński, 2016, str. 44.

Transpozicija ciljeva, razvoj skupa indikatora i identifikacija procesa s obzirom na učinkovitost distribucijskog procesa puno su opsežnije aktivnosti od identičnog istraživačkog rada koji se izvodi u drugim fazama toka materijala. To je rezultat snažnog naglaska na dva osnovna procesa – skladištenje i transport – koji utječu na učinkovitost distribucijskih aktivnosti.

Razvoj temeljnih pretpostavki modela za procjenu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu zahtijeva detaljnu identifikaciju procesa u svakoj fazi toka materijala. Svaka faza, pa čak i svaka specifičnost logističkog procesa zahtijeva posebnu analizu, što onemogućuje potpuno modeliranje procesa analize učinkovitosti. Pri tome je korišten ranije prikazan koncept[48]. Međutim, provođenje analize učinkovitosti omogućuje uzimanje u obzir specifičnih uvjeta svakog procesa, a predloženi modeli i algoritmi mogu biti korisni u procesu donošenja odluka.

[48] Konceptni model predstavljen je u poglavlju 4.

3.

Tokovi informacija koji određuju učinkovitost opskrbnog lanca

3.1. Uloga podataka i informacija u procesu donošenja odluka

Učinkovito upravljanje logistikom u opskrbnom lancu zahtijeva korištenje velikih količina podataka, koji su namijenjeni kako prikazu stvarnog stanja fizičkog protoka robe, tako i omogućavanju donošenja konstruktivnih zaključaka o mogućim promjenama u budućnosti i poboljšanju procesa donošenja odluka. Specifičnost logističkih procesa zahtijeva dobivanje brojnih podataka i informacija koji se tiču ne samo fizičkog protoka robe, već i:

- financijski podaci,
- informacije o prodaji i rokovima izvršenja narudžbi,
- podatke o uvjetima proizvodnog procesa i datumima prispijeća gotovih proizvoda u skladište,
- podatke o stanju zaliha u skladištu,
- informacije o strategijama nabave materijala i rokovima isporuke,
- podatke o uvjetima prijevoza,
- podatke o vremenu popravka prijevoznih sredstava.

Svi ovi čimbenici znače da integracija protoka informacija u opskrbni lanac zahtijeva sveobuhvatno poznavanje procesa koji se odvijaju u opskrbnom lancu i koji utječu na provedbu procesa narudžbe kupaca. Učinkovito razvijen protok informacija podržava proces donošenja odluka, što izravno utječe na brzinu

i točnost donesenih odluka. U tu svrhu poduzeća razvijaju informatičke sustave koji su razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija i globalizacijom podržani informatičkim sustavima koji podržavaju upravljanje poduzećem.

Međutim, treba imati na umu da nisu sve odluke optimalne ili učinkovite, što može biti uzrokovano sljedećim čimbenicima (Żmigrodzki, 2007, str. 31):

- donošenje odluka od strane zaposlenika koji nemaju odgovarajuće informacije i prikupljanje informacija od strane osoba koje ne donose odluke na temelju njih; u prvom slučaju povećava se rizik donošenja neoptimalne odluke, u drugom slučaju nastaje trošak informacija koji se ne pretvara u povrat odluke,
- nedostatak povjerenja donositelja odluka u procjenu povrata odluka donesenih na temelju prikupljenih informacija; ovaj se problem može preokrenuti i može se reći da donositeljima odluka nedostaju informacije o potrebnom trošku i vremenu za dobivanje informacija određene vrijednosti; to znači da zbog nedostatka podataka donositelji odluka često donose neoptimalne odluke te da organizacijske resurse često posvećuju neprikladnim informacijama,
- pretjerana usmjerenost na informacije koje su lako dostupne, iako su ponekad male vrijednosti; donositelji odluka prestaju tražiti informacije ako ne očekuju da će dodatni napor biti nadoknađen odgovarajućim povećanjem vrijednosti informacija,
- poteškoće u kontroli vremena i troškova koje zaposlenici troše na dobivanje informacija određene vrijednosti; organizaciji je često teško utvrditi je li zaposlenik učinkovit ili neučinkovit donositelj odluka, odnosno može li određeni zaposlenik brže i jeftinije donijeti odluku o određenom povratu; na primjer – ljudi ponekad pretpostavljaju da što je više vremena potrebno za dobivanje informacija i što je njihov trošak veći, to je odluka donesena na temelju njih izvjesnija ili vrjednija, ali takvo pravilo ne funkcionira uvijek; postoji pojava tzv fino podešavanje, tj. povećanje kvalitete iznad očekivane razine,
- multitasking zaposlenika, zbog čega se zaposlenici najčešće fokusiraju na donošenje odluka za koje su odgovorni, a ne na one koje donose stvarnu vrijednost tvrtki; Štoviše, donošenje mnogih odluka u kratkom vremenu zahtijeva od zaposlenika da troše vrijeme na "prebacivanje" između odluka,
- trošenje prekomjernog vremena i novca na opetovano prenošenje istih informacija grupi ljudi i dogovaranje odluke koju treba donijeti kada se ne poveća vjerojatnost procjene povrata odluke niti se pronađe nova odluka s većim povratom; ova pojava se događa posebno kada grupa zaposlenika nije integrirana i nema utvrđen put donošenja odluka, npr. kada se pojavi

iznenadna prijetnja; tada se iste informacije analiziraju mnogo puta i razmatraju se iste mogućnosti djelovanja.

Informacija je nužna za učinkovito funkcioniranje opskrbnog lanca, ali je također organizacijski problem i faktor koji negativno utječe na tržišnu poziciju poduzeća. Nedostatak ažurnih i pouzdanih informacija dovodi do pogrešnih i skupih odluka koje obustavljaju provedbu operativnih aktivnosti vezanih uz protok robe u opskrbnom lancu. Tablica 3.1 prikazuje glavne uzroke i posljedice nedostatka protoka informacija u opskrbnom lancu.

Tablica 3.1. Uzroci i posljedice nedostatka protoka informacija u opskrbnom lancu

Razlozi	Posljedice
Tehnički razlozi – vezani uz neusklađenost IT sustava, nedostatak rješenja za automatsku identifikaciju podataka ili elektroničku komunikaciju između logističkih partnera	Izgubljena prodaja – nedostatak ažurnih informacija o potražnji rezultira manjkom ili viškom zaliha. U slučaju nedostatka zaliha također postoji rizik od nemogućnosti brze obnove zaliha zbog otežanog protoka informacija između karika logističkog opskrbnog lanca
Zanemarivanje važnosti informacija – ne korištenje informacija kao čimbenika povećanja integracije opskrbnog lanca	Visoki troškovi zaliha ili nedostatak zaliha – obje situacije uzrokovane su loše planiranim planom prodaje i nedostatkom protoka informacija o stanju zaliha
Nespremnost davanja informacija – nedostatak povjerenja u logističke partnere vezano uz korištenje zajedničkih informacija na način koji ugrožava postojanje određenog poduzeća	Iskrivljena razina korisničke usluge – uzrokovana je loše planiranom prognozom i nedostatkom brzog odgovora opskrbnog lanca na promjene u potražnji
Nekorištenje standarda – rezultira ograničenom mogućnošću elektroničke razmjene dokumenata i informacija te višestrukim snimanjem informacija zbog uporabe različitih nositelja informacija	Niska vrijednost za kupca – koji snosi troškove opskrbnog lanca koji ne utječu na vrijednost proizvoda. Na taj način dobavljači troškove prebacuju na cijenu proizvoda, vrlo često slabeći njihovu konkurentnost

Izvor: studija prema: Fechner, 2017, str. 116–117.

Protok informacija također nailazi na probleme koji se, između ostalog, odnose na: koristeći različite formate informacija i podataka, različite nositelje informacija, kao i razne IT sustave kojima partneri upravljaju ekonomskim procesima u opskrbnom lancu. Ovi problemi predstavljaju prepreku protoku informacija kroz cijeli logistički lanac. Višesmjerni protok informacija u opskrbnom lancu je učinkovit (gore u opskrbnom lancu – npr. narudžbe, niz opskrbni lanac – npr. savjeti o otpremi). Razumijevanje potrebe za povećanjem povjerenja u poslovne partnere u logističkom opskrbnom lancu i široj dostupnosti važnih informacija

za postizanje zajedničkog cilja ključni su uvjeti za informacijsku integraciju opskrbnog lanca. Osim ispunjavanja ovih uvjeta, kako bi se značajno uklonile prepreke protoku informacija, također je potrebno (Fechner, 2017, str. 118–119):

- implementirati standarde za pisanje, čitanje, snimanje i protok informacija,
- koristiti bar kodove i elektroničke oznake kao učinkovite nositelje informacija,
- implementirati transportere, odnosno nositelje informacija koji imaju funkciju programiranja,
- koristiti stacionarne i mobilne uređaje za identifikaciju i omogućavanje protoka informacija,
- bilježiti ulazne i izlazne podatke svakog procesa koji se odvija u opskrbnom lancu,
- koristiti informatičke sustave prilagođene međusobnoj komunikaciji.

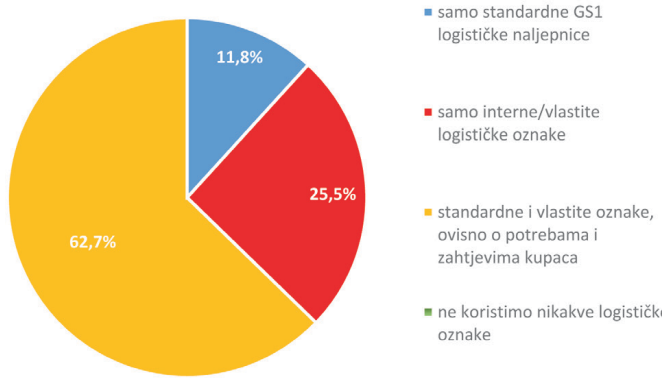
U složenom lancu opskrbe gdje protok informacija ne funkcionira kako treba, mogu se susresti mnoge prijetnje. Najčešći problemi s kojima se susreće logistički opskrbni lanac su kašnjenja u isporuci (kada dobavljač ne reagira dovoljno brzo na promjene u potražnji), pravljenje netočnih prognoza (kada su prognoze procijenjene na temelju nepotpunih ili zastarjelih podataka – u takvoj situaciji, može doći do značajnog odstupanja plana proizvodnje od postojeće potražnje), kao i prisutnost viška ili manjka zaliha (obje situacije su nepovoljne i najčešće su rezultat pogrešnih prognoznih procjena).

Jedan od glavnih razloga nedostatka protoka informacija u opskrbnom lancu je nedostatak rješenja vezanih uz automatsku identifikaciju i standardizaciju procesa. Analizirajući funkcionalnost SCM (engl. *supply chain management*) IT sustava, može se zaključiti da on može postati fleksibilniji kada je opskrbni lanac organiziran na takav način da informacije koje se šalju paralelno s logističkim jedinicama mogu preuzeti i obraditi IT sustav prisutan u svakoj karici opskrbnog lanca. Zasebno pitanje, ključno sa stajališta učinkovitosti protoka informacija, jest informacijska integracija između IT sustava poslovnih partnera u opskrbnom lancu.

Korištenje GS1 komunikacijskih standarda za standardizaciju protoka informacija u opskrbnom lancu može biti ključni čimbenik ne samo za protok informacija, već i za učinkovitost logističkih aktivnosti u opskrbnom lancu. GS1 je međunarodni sustav standarda i poslovnih rješenja nastao na inicijativu poduzeća. GS1 standardi su dogovorena načela i smjernice koje entiteti jedinstveno primjenjuju za poboljšanje poslovanja u opskrbnim lancima u mnogim industrijama (Hałas, 2012). Rješenje može biti logistička oznaka kojom se nadzire protok robe kroz pojedine karike u opskrbnom lancu, uz jamstvo da će informacije biti jasno

interpretirane u svim karikama. Logistička oznaka sustava GS1 predstavlja informacije u dva oblika: čovjeku čitljivom i strojno čitljivom, koje su namijenjene automatskom unosu podataka u IT sustave. U tu se svrhu koriste crtični kodovi koji su jeftina i sigurna metoda pohranjivanja i prijenosa informacija (Majewski, 2006, str. 239–246). Logistička oznaka može se koristiti za identifikaciju svake otpremne jedinice u bilo kojoj karici u opskrbnom lancu. Istraživanja pokazuju da je uporaba oznaka jedno od ključnih rješenja koja utječu na protok informacija u opskrbnom lancu[49]. Temeljni problem u integraciji protoka informacija u opskrbnim lancima su logističke oznake različitih standarda, koje ne jamče kontinuitet protoka podataka između IT sustava poslovnih partnera. Općenito, stupanj korištenja prilagođenih i standardnih oznaka prikazan je na slici 3.1.

Slika 3.1. Stupanj korištenja standardnih i prilagođenih oznaka u opskrbnim lancima



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Učinkovitost korištenja GS1 logističkih naljepnica u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018.

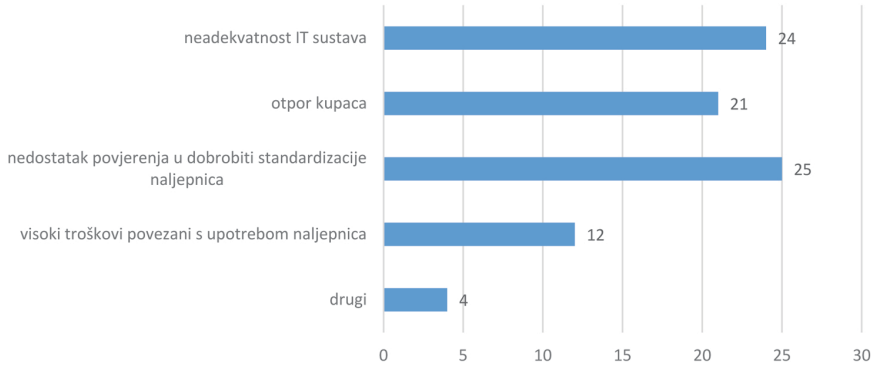
Velika većina ispitanih tvrtki koristi i standardne logističke oznake i zaštićene oznake, ovisno o procesu u kojem se koriste i ovisno o tome koristi li partner u opskrbnom lancu standardnu ili zaštićenu oznaku. To zahtijeva dvostruko označavanje tereta i korištenje integracijskih alata koji omogućuju funkcionalno povezivanje IT sustava.

Poseban element istraživanja bila je identifikacija prepreka vezanih uz implementaciju standardnih logističkih oznaka i problema s njihovom upotrebom kada su već implementirane. Slika 3.2 prikazuje statističke rezultate koji pokazuju sveukupni trend u preprekama za implementaciju standardnih logističkih oznaka

[49] Istraživački projekt "Učinkovitost upotrebe GS1 logističkih naljepnica u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018.

u novim procesima ili s novim izvođačima. Identifikacija je također uključila one tvrtke koje su već koristile standardne oznake, ali su imale poteškoća u njihovom širenju sljedećim poslovnim partnerima.

Slika 3.2. Prepreke implementaciji standardnih logističkih oznaka



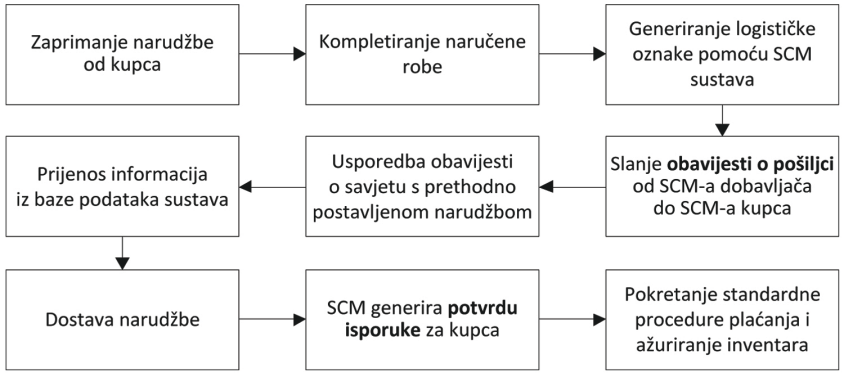
Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Učinkovitost korištenja GS1 logističkih naljepnica u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018.

Analizirajući rezultate, treba zaključiti da su osnovni problemi implementacije standardnih logističkih oznaka:

- neadekvatnost IT sustava izvođača u smislu raspoloživih funkcionalnosti,
- otpor kupaca,
- nedostatak povjerenja u prednosti standardizacije logističkih oznaka.

Drugi standard koji ubrzava protok informacija je elektronička razmjena podataka (EDI). Završetak implementacije ERP sustava u poduzeću ne isključuje daljnje mogućnosti razvoja poslovanja korištenjem informacijske tehnologije. Implementacijom ERP sustava organizirana je komunikacija unutar tvrtke, ali samo elektronička razmjena podataka omogućuje povezivanje zasebnih IT sustava partnera u opskrbnom lancu. Mogućnosti EDI-ja nisu ograničene na automatsko generiranje prodajne narudžbe kada partner unese narudžbu kupca u sustav. Pomoću EDI-ja možete implementirati poslovne scenarije koji su u klasičnoj komunikaciji zbog velike količine informacija bili praktički nemogući. Uvođenje EDI-ja u opskrbni lanac smanjuje troškove suradnje i ubrzava protok informacija između pojedinačnih logističkih partnera (Dębicki & Koliński, 2018). Pokretanje EDI-ja u poduzeću je jeftinija, brža i manje rizična investicija od implementacije ERP IT sustava. Tijek informacija kroz opskrbni lanac korištenjem EDI-ja prikazan je na slici 3.3.

Slika 3.3. Protok informacija kroz opskrbni lanac korištenjem EDI-ja



Izvor: vlastita studija.

Rješenje prikazano na slici 3.3, iako je optimalno rješenje kojem treba težiti, u stvarnosti je vrlo rijetko, jer informatički sustavi partnera u opskrbnom lancu ne primaju podatke paralelno s fizičkim protokom robe. To zahtijeva kontinuirano istraživanje razvoja EDI rješenja u opskrbnom lancu.

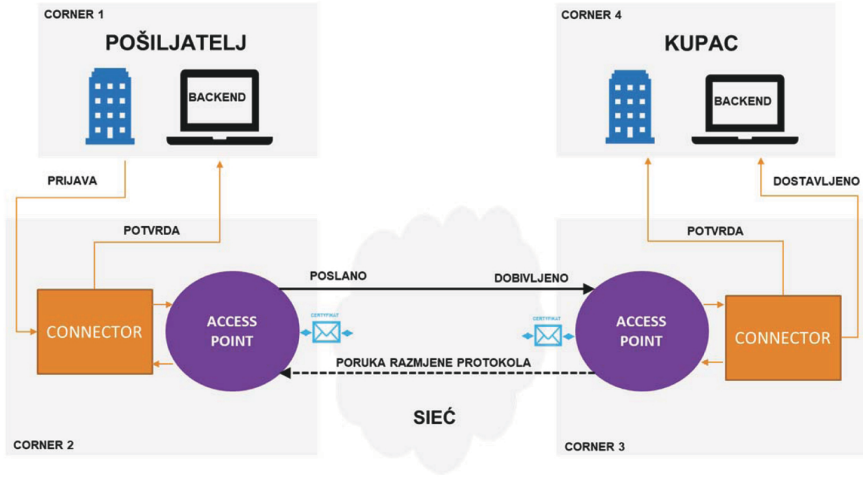
Ova razmatranja o teoriji i praksi potiču daljnja istraživanja komunikacijskih standarda u logističkim procesima. Istraživanje literature temeljeno na teorijskim analizama (Ramos et al., 2016; Ross, 2011; Shi & Chan, 2007) i istraživanju i razvoju (Dujak, Zdziarska & Koliński, 2017; Nakatani, Chuang & Zhou, 2006; Nam & Yeom, 2011; Śliwczyński, Hajdul & Golińska, 2012) ukazuju na visoku fragmentiranost mogućnosti implementacije različitih komunikacijskih standarda u poslovnim uvjetima. U daljnjim fazama istraživačkog rada potrebno je sagledati komunikacijske standarde koji se učinkovito koriste u poslovnoj praksi.

Navedene pretpostavke uzete su u obzir u sklopu istraživačko-razvojnih radova[50], čiji je cilj bio stvoriti infrastrukturu koja integrira poslovne partnere koji razmjenjuju poruke u različitim standardima, koristeći standard e-Freight (Pedersen, 2012). Svrha korištenja standarda e-Freight je stvaranje infrastrukture temeljene na pristupnim točkama koje olakšavaju razmjenu elektroničkih dokumenata i razvoj konektora koji ih povezuju s IT sustavima korisnika. Ova vrsta rješenja pomaže eliminirati prepreke tehničkoj integraciji IT sustava, čime se ubrzava razmjena informacija između poduzeća koja koriste različite

[50] Autor je proveo rad na provjeri korištenja standarda e-Freight tijekom integracije intermodalnog opskrbnog lanca u sklopu CEF (Connecting Europe Facility TRANSPORT) projekta 'e-Freight Implementation Action (e-Impact)', br. 2014. -EU-TM-0686-S, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2015–2018.

komunikacijske standarde, a istovremeno se smanjuju njihovi operativni troškovi (Osmólski, Koliński & Dujak, 2018). Slika 3.4 prikazuje koncept 4-Corner modela, koji ilustrira primjenu standarda e-Freight u procesima opskrbnog lanca.

Slika 3.4. Model s 4 kuta



Izvor: Osmólski, Koliński & Dujak, 2018, str. 315.

Najvažniji elementi ovog standarda su:

- *pristupna točka* – pruža standardne protokole za razmjenu informacija,
- *poveznica* – osigurava pravilnu interakciju između pristupne točke i krajnjeg korisnika,
- certifikat – osigurava sigurnost razmjene informacija između krajnjih korisnika u mreži.

Pristupna točka sadrži softver koji pretvara podatke iz jednog standarda u drugi na način koji je jasno prepoznatljiv stranama koje sudjeluju u procesu razmjene informacija. Ako pošiljatelj i kupac koriste različite komunikacijske standarde, podatke od pošiljatelja pretvara pristupna točka na koju je spojen u e-Freight standard, a zatim ih šalje kupčevoj pristupnoj točki, gdje se pretvaraju u standard koji koristi mu. S tehničke strane potrebno je stvoriti univerzalne veze između postojećih i novih sustava, uključujući: korištenjem integracijskih platformi temeljenih na specifičnim standardima razmjene informacija. Ovakav pristup zahtijeva i razvoj tzv informacijsku arhitekturu koja će jasno povezivati elemente koji djeluju u područjima pojedinih računalnih sustava, koristeći dostupne standarde temeljene na objedinjenim komunikacijskim jedinicama. Identificirane prednosti ovog rješenja uključuju:

- smanjenje opterećenja pri modificiranju i povezivanju sustava,

- otklanjanje grešaka u fazi razmjene poruka,
- jednostavan, brz i nesmetan pristup podacima,
- ubrzanje procesa,
- niske cijene implementacije promjena.

Stalna potraga za prilikama za povećanje konkurentske prednosti ne samo pojedinačnih poduzeća, već i cijelih opskrbnih lanaca uzrokuje fizički internet (Ballot, Montreuil & Fontane, 2011; Domański, Adamczak & Cyplik, 2018; Meller & Ellis, 2011; Montreuil, Meller & Ballot, 2010; Montreuil, 2011) postaje sve važnija, također i sa stajališta korisničke službe. Ne samo poslovni partneri u opskrbnom lancu, već i krajnji kupci žele imati pristup aktualnim informacijama o svom proizvodu i povijesti njegovog puta od proizvođača do kupca. Sve to ukazuje na daljnje mogućnosti tehnološkog razvoja do sada korištenih rješenja i alata[51].

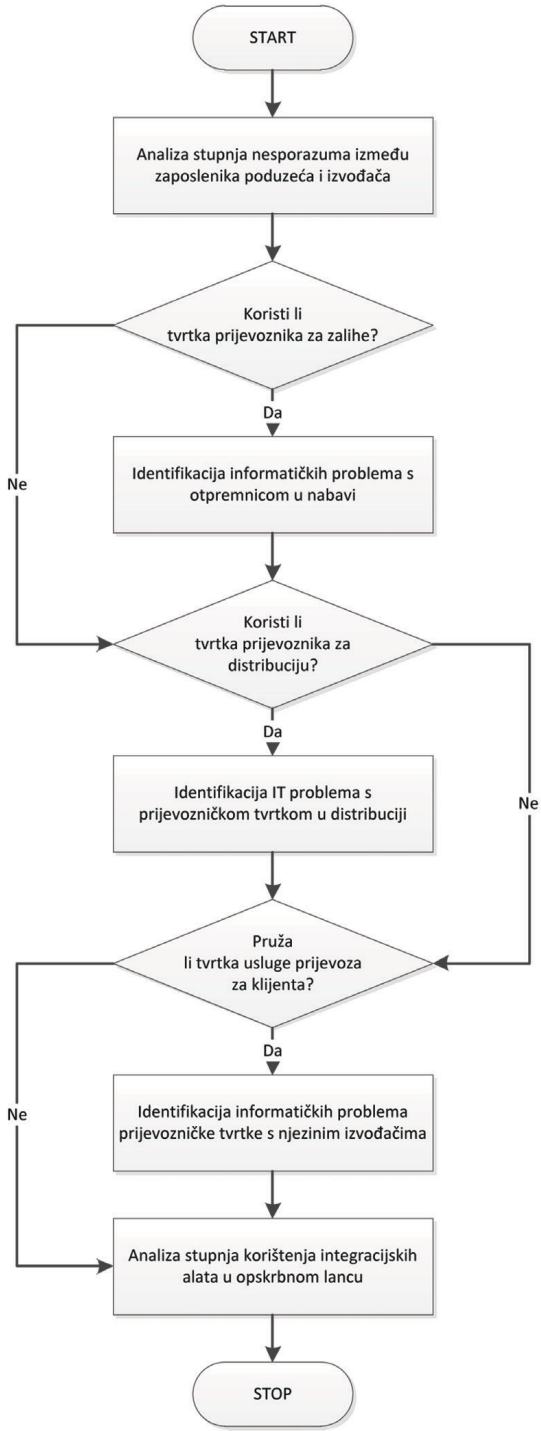
Danas mnoge tvrtke, bez obzira na veličinu, šire svoje poslovanje i prodaju diljem svijeta stvarajući tako globalne opskrbne lance. Stvaranje sve globalnijeg poslovnog okruženja prate i novi izazovi: suradnjom s poslovnim partnerima i kupcima nastoji se smanjiti trošak poslovanja i stvarno vrijeme obrade narudžbi. Rješenja koja integriraju protok informacija mogu biti osnovni element inteligentnog opskrbnog lanca, gdje donedavno udaljeni poslovni partneri nisu imali praktična sredstva za pristup ogromnoj količini informacija sadržanih u njihovim IT sustavima. Stoga je vrlo važan aspekt sa stajališta učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima identifikacija integracijskih potreba pojedinih poslovnih partnera.

3.2. Identifikacija prepreka i problema u integraciji protoka informacija u opskrbnom lancu

Premise predstavljene u prethodnom odjeljku, i teorijske i proizašle iz prethodnih istraživanja, potaknule su dublja razmatranja o identifikaciji integracijskih potreba među poslovnim partnerima u opskrbnim lancima. U sklopu istraživanja odlučeno je provesti analizu utvrđivanja informacijskih i integracijskih potreba u opskrbnom lancu. Istraživanje se temeljilo na metodologiji istraživanja prikazanoj na slici 3.5.

[51] Mogućnosti primjene koncepta fizičkog interneta u praksi logističkih procesa analizirane su u publikaciji: Osmólski, Voronina & Koliński, 2019

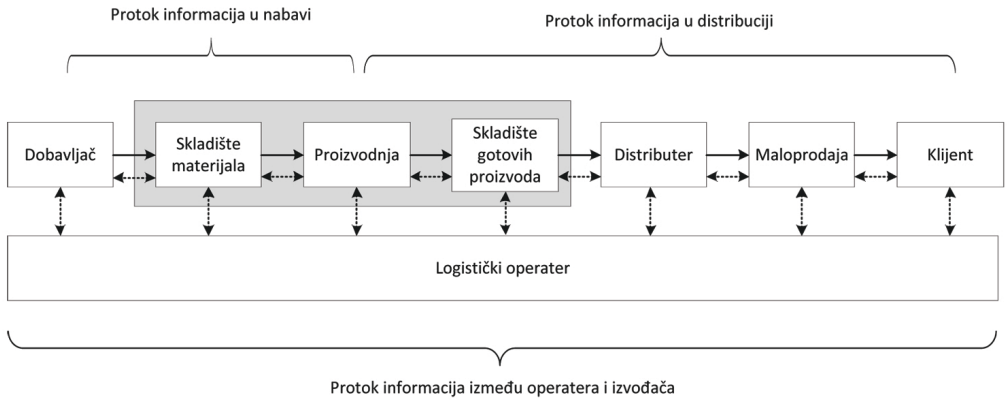
Slika 3.5. Metodologija istraživanja za identifikaciju integracijskih potreba u opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

Ovakav metodološki pristup istraživanju poduprt je identifikacijom temeljnih potreba u protoku informacija u opskrbnom lancu. Komunikacijska integracija opskrbnog lanca trebala bi se usredotočiti i na tokove materijala koji opskrbljuju proizvodni proces i na tokove gotovih proizvoda do kupca. Zbog sve veće uloge 3PL (*third party logistics*) i 4PL (*fourth party logistics*) logističkih operatera (Cavaignac, Dumas & Petiot, 2021), komunikacijska integracija također treba uzeti u obzir protok informacija između operatera i izvođača. Slika 3.6 prikazuje osnovne vrste protoka informacija u opskrbnom lancu.

Slika 3.6. Protok informacija u opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

Glavna svrha istraživanja[52] bila je identifikacija integracijskih potreba poslovnih partnera analiziranih iz različitih perspektiva, koje su u skladu s podjelom protoka informacija prikazanom na slici 3.6. Prvi element studije koji je pokrenuo analizu integracijskih potreba u opskrbnom lancu bila je analiza učestalosti nesporazuma između zaposlenika tvrtke i izvođača. Slika 3.7 prikazuje dobivene rezultate.

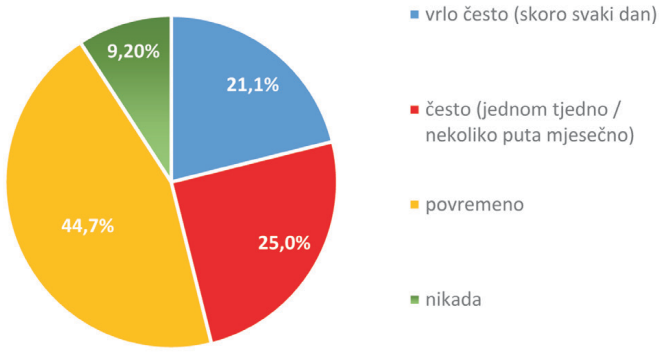
Treba napomenuti da većina analiziranih poduzeća izjavljuje da nema problema s nesporazumima s izvođačima ili sporadičnim problemima. Međutim, 46% poduzeća potvrđuje da se problemi ove vrste javljaju često ili vrlo često. Na temelju analize ovog opsega studije ne može se jasno ustvrditi da je nepostojanje

[52] Istraživanje je provedeno u trećem kvartalu 2017 godine u 76 tvrtki iz TSL industrije. Više od 35% anketiranih poduzeća predstavljalo je srednje i velike logističke tvrtke. Studija je bila u obliku ankete koja se sastojala od pitanja s jednim ili više odgovora. Istraživanje je provedeno u sklopu istraživačkog projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

problema povezanih s nesporazumima s izvođačima uzrokovano integracijom informacija u opskrbnom lancu.

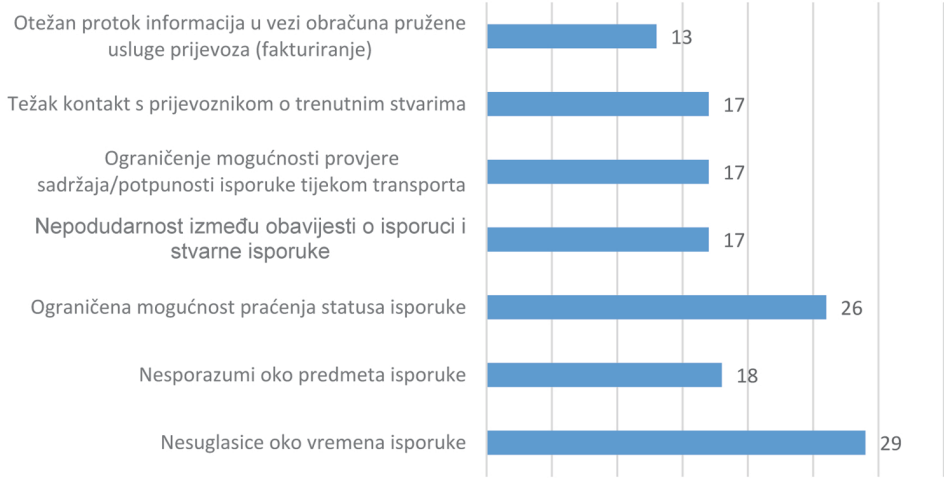
Prilikom identificiranja informacijskih problema u odnosima s prijevoznikom, više od 61% poduzeća (47 od 76) izjavilo je da koristi usluge prijevozničkih poduzeća za opskrbu svog poslovanja. Detaljna identifikacija informacijskih problema s prijevoznikom u procesu nabave prikazana je na slici 3.8.

Slika 3.7. Analiza stupnja nesporazuma s izvođačima



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Slika 3.8. Identifikacija informacijskih problema u procesu nabavea



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

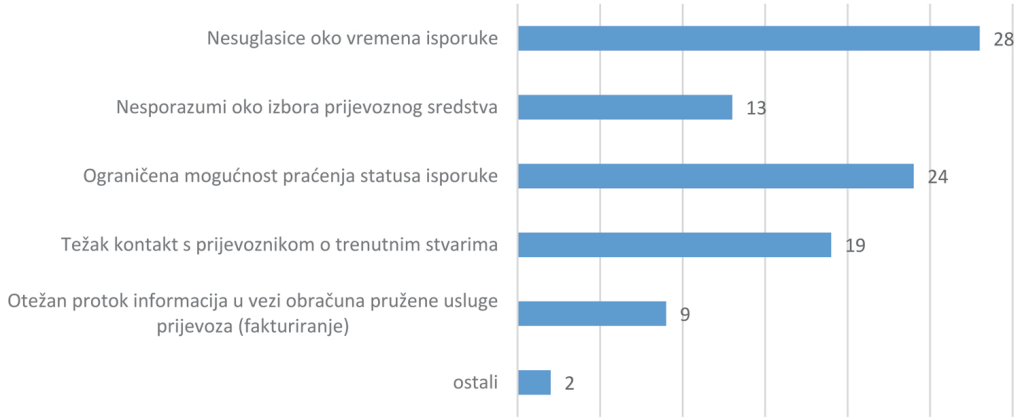
Prema analizi, treba reći da poduzeća identificiraju dva osnovna informacijska problema s prijevoznikom:

- nesporazumi u vezi s rokom isporuke (62% poduzeća izjavljuje da koristi usluge prijevoznika u procesu nabave),
- ograničena mogućnost praćenja statusa isporuke (56%).

Vrijedno je napomenuti da je druge probleme prijavilo 30% anketiranih poduzeća i te aspekte također treba uzeti u obzir pri ispitivanju integracijskih potreba u 3PL/4PL logistici[53].

Analizirajući daljnje faze istraživanja, treba reći da se 40 poduzeća izjasnilo da koristi usluge prijevoznika za distribuciju svoje robe kupcima, što čini 53% anketiranog uzorka. Detaljna identifikacija informacijskih problema s nositeljem u procesu distribucije prikazana je na slici 3.9.

Slika 3.9. Identifikacija informacijskih problema u procesu distribucije



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Prema analizi, treba konstatirati da poduzeća identificiraju dva osnovna informacijska problema s nositeljem u procesu distribucije:

- nesporazumi oko roka isporuke (70% poduzeća izjavljuje da koristi usluge prijevoznika u procesu distribucije),
- ograničena mogućnost praćenja statusa isporuke (60%).

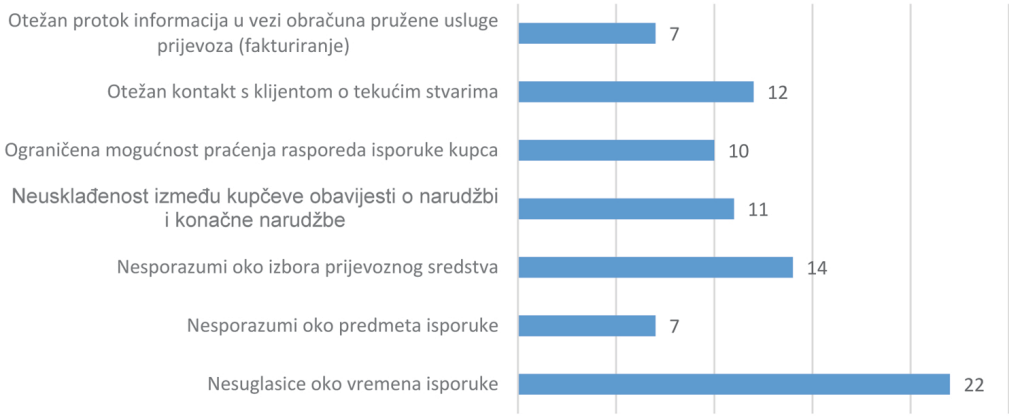
[53] Analiza utjecaja korištenja 3PL/4PL operatora na učinkovitost distribucijskog procesa u opskrbnom lancu prikazana je u publikaciji: Horzela i sur., 2018.

Vrijedno je napomenuti da pri ispitivanju integracijskih potreba u 3PL/4PL logistici treba uzeti u obzir i problem otežanog kontakta s prijevoznikom u tekućim poslovima (48% anketiranih poduzeća). U sklopu ove analize, dvije tvrtke definirale su i druge, dosad neodređene probleme, koji se tiču:

- neadekvatna zaštita tereta od strane prijevoznika od oštećenja,
- potreba malih poduzeća da se prilagode vremenu dolaska prijevoznika na utovar.

Detaljna identifikacija informacijskih problema između prijevoznika/logističkog operatera i izvođača u opskrbnom lancu prikazana je na slici 3.10. Analiza temeljena na potrebama koje su prijavili prijevoznici i logistički operateri (40% anketiranih poduzeća) odigrala je ključnu ulogu u prepoznavanju ovih problema.

Slika 3.10. Identifikacija problema nositelja informacija s izvođačima



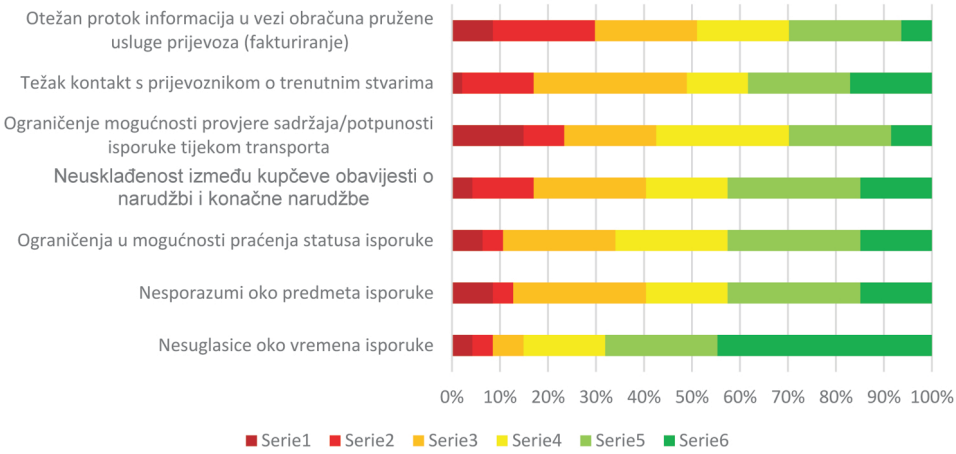
Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Najvažniji identificirani problem su nesporazumi u vezi s rokom isporuke, a tiče se 74% ispitanih prijevoznika/logističkih operatera. Ovaj rezultat također potvrđuje važnost ovog problema sa stajališta procesa opskrbe i distribucije izvođača s kojima pojedini prijevoznik ili logistički operater surađuje. U daljnjim analizama vrijedi uzeti u obzir i probleme vezane uz:

- nesporazumi vezani uz odabir prijevoznog sredstva (47%),
- otežan kontakt s klijentom o tekućim stvarima (40%),
- odstupanja između obavijesti o narudžbi kupca i konačne narudžbe (37%),
- ograničena mogućnost praćenja rasporeda isporuke kupca (34%).

Kvantitativna identifikacija problema u svakom aspektu protoka informacija u opskrbnom lancu potaknula je detaljno istraživanje stupnja važnosti identificiranih problema[54]. Na slikama 3.11, 3.12 i 3.13 prikazana je analiza stupnja važnosti identificiranih problema protoka informacija u procesu nabave, distribucije i odnosa s izvođačima.

Slika 3.11. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu opskrbe



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Pri analizi stupnja značajnosti informacijskih problema u opskrbnim procesima treba konstatirati da su samo četiri identificirana problema visoko značajna iz perspektive gospodarske prakse (ocjena iznad 3,0 – prosječni stupanj značajnosti). Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti da poduzeća kao važne identificiraju sljedeće osnovne informacijske probleme s prijevoznikom:

- nesporazumi u vezi s rokom isporuke (62% poduzeća izjavljuje da koristi usluge prijevoznika u procesu opskrbe) – visoka značajnost (3,85),
- ograničena sposobnost praćenja statusa poroda (56%) – srednji značaj (3,06),
- nesporazumi u vezi s predmetom isporuke (39%) – srednji značaj (3,02),

odstupanja između obavijesti o isporuci i stvarne isporuke (37%) – srednjeg značaja (3,00).

Tablica 3.2 prikazuje detaljne rezultate raspodjele važnosti za identificirane probleme učinkovitog protoka informacija u procesu opskrbe.

[54] Za određivanje stupnja identificiranih problema ponovno je korištena Likertova ljestvica dopunjena nultim stupnjem. Ova analiza je predstavljena u publikaciji: Koliński et al., 2019.

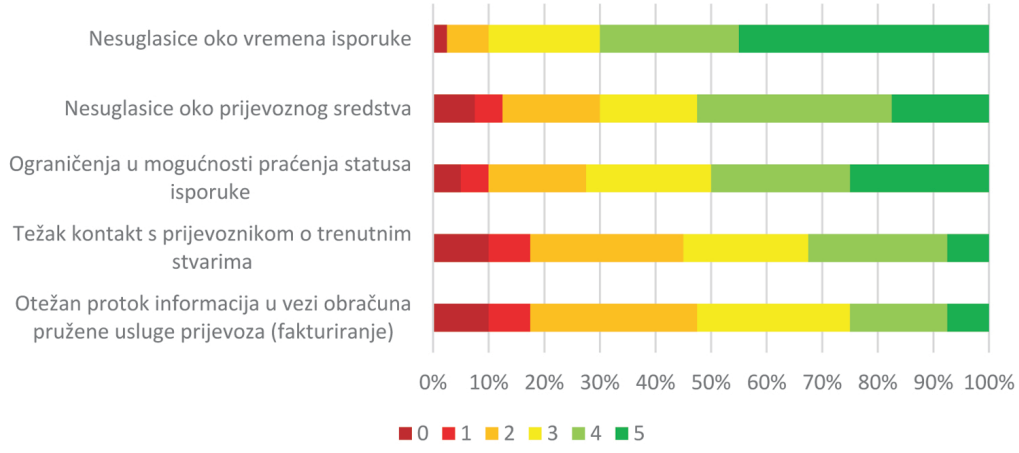
Tablica 3.2. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu opskrbe

Identificiran problem	Stupanj ozbiljnosti problema [broj indikacija]						Srednja vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Nesuglasice oko vremena isporuke	2	2	3	8	11	21	3,85
Ograničena mogućnost praćenja statusa isporuke	3	2	11	11	13	7	3,06
Nesporazumi oko predmeta isporuke	3	3	11	10	13	7	3,02
Nepodudarnosti između obavijesti o isporuci i stvarne isporuke	2	6	9	10	13	7	3,00
Težak kontakt s prijevoznikom u trenutnim stvarima (npr. iznenadne promjene datuma isporuke, kvar prijevoznog sredstva)	1	7	15	6	10	8	2,87
Ograničene mogućnosti provjere sadržaja/potpunosti isporuke tijekom transporta	7	4	9	13	10	4	2,57
Otežan protok informacija u vezi obračuna pružene usluge prijevoza (fakturiranje)	4	10	10	9	11	3	2,47

Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Vrijedno je napomenuti da preostale probleme koje je prijavilo više od 36% anketiranih poduzeća (ograničene mogućnosti provjere sadržaja/potpunosti isporuke tijekom prijevoza i otežan kontakt s prijevoznikom o tekućim pitanjima) ista poduzeća nisu smatrala značajnima.

Slika 3.12. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu distribucije



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Pri analizi stupnja značajnosti informacijskih problema u distribucijskim procesima treba konstatirati da su samo dva identificirana problema visoko značajna iz perspektive gospodarske prakse (ocjena iznad 3,0 – prosječni stupanj značajnosti). Tvrtke identificiraju dva osnovna informacijska problema s prijevoznikom kao važna:

- nesporazumi oko roka isporuke (70% poduzeća izjavljuje da koristi usluge prijevoznika u procesu distribucije) – visoka značajnost (4,00),
- ograničena sposobnost praćenja statusa poroda (60%) – srednja značajnost (3,33).

Tablica 3.3 prikazuje detaljne rezultate za pojedinačne analizirane probleme učinkovitog protoka informacija u procesu distribucije.

Tablica 3.3. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu distribucije

Identificiran problem	Stupanj ozbiljnosti problema [broj indikacija]						Srednja vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Nesuglasice oko vremena isporuke	1	0	3	8	10	18	4,00
Ograničena mogućnost praćenja statusa isporuke	2	2	7	9	10	10	3,33
Nesporazumi oko izbora prijevoznog sredstva	3	2	14	7	7	7	2,85
Težak kontakt s prijevoznikom u trenutnim stvarima (npr. iznenadne promjene datuma isporuke, kvar prijevoznog sredstva)	4	3	11	9	10	3	2,68
Otežan protok informacija u vezi obračuna pružene usluge prijevoza (fakturiranje)	4	3	12	11	7	3	2,58

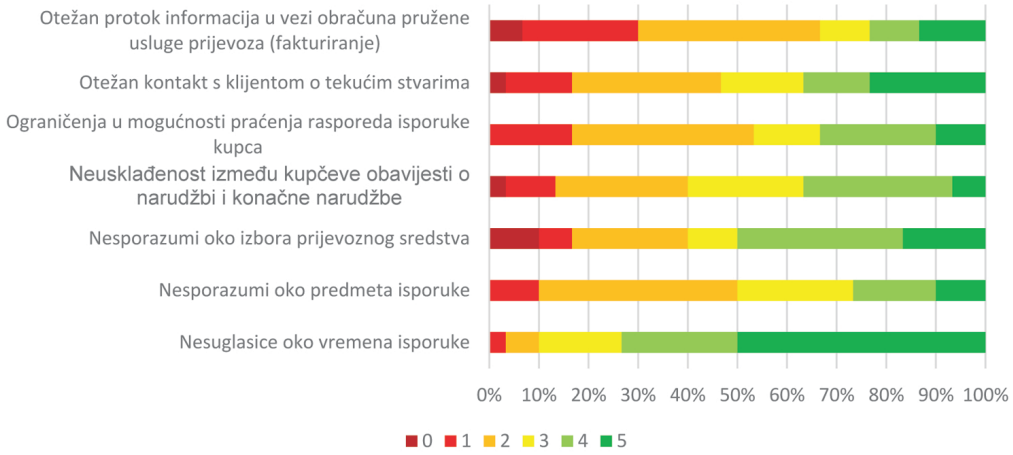
Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Vrijedno je napomenuti da problem otežanog kontakta s prijevoznikom u tekućim stvarima (npr. iznenadne promjene datuma isporuke, kvar prijevoznog sredstva), unatoč tome što ga je prijavilo 48% anketiranih poduzeća, ta poduzeća nisu ocijenila kao posebno važan (prosječna vrijednost značajnosti – 2,68).

Pri analizi stupnja značajnosti informacijskih problema u odnosima s kupcima treba konstatirati da su samo dva identificirana problema visoko značajna iz perspektive poslovne prakse (ocjena iznad 3,0 – prosječni stupanj značajnosti). 3PL/4PL operateri identificiraju dva osnovna informacijska problema u odnosima s korisnicima kao važna:

- nesporazumi u vezi s rokom isporuke (73% poduzeća koja su izjavila da djeluju kao prijevoznici) – visoka značajnost (4,10),
- otežan kontakt s klijentom o tekućim stvarima (40%) – srednji značaj (3,10).

Slika 3.13. Raspodjela važnosti informacijskih problema u odnosima s kupcima



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

U tablici 3.4 prikazani su detaljni rezultati raspodjele važnosti za identificirane probleme učinkovitog protoka informacija u odnosu 3PL/4PL operatera s korisnicima.

Tablica 3.4. Raspodjela važnosti informacijskih problema u odnosima s kupcima

Identificiran problem	Stupanj ozbiljnosti problema [broj indikacija]						Srednja vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Nesuglasice oko vremena isporuke	0	1	2	5	7	15	4,10
Otežan kontakt s kupcem o tekućim stvarima (npr. iznenadne promjene datuma isporuke, kvar na prijevoznom sredstvu)	3	2	6	3	10	6	3,10
Nepodudarnosti između obavijesti o narudžbi kupca i konačne narudžbe	1	3	8	7	9	2	2,87
Nesporazumi oko izbora prijevoznog sredstva	1	4	9	7	4	5	2,80
Nesporazumi oko predmeta isporuke	0	3	12	7	5	3	2,77
Ograničena mogućnost praćenja rasporeda isporuke kupca	0	5	11	4	7	3	2,73
Otežan protok informacija u vezi obračuna pružene usluge prijevoza (fakturiranje)	2	7	11	3	3	4	2,33

Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Važno je napomenuti da problem nesporazuma u odabiru prijevoznog sredstva, unatoč tome što ga navodi 46,67% anketiranih poduzeća, ta poduzeća nisu ocijenila posebno važnim (prosječna vrijednost značajnosti – 2,80).

Pri analizi stupnja značajnosti korištenja metoda i alata koji integriraju protok informacija treba konstatirati da su svi ocjenjivani široko korišteni u poslovnoj praksi (svi su dobili ocjenu iznad 3,0 – prosječan stupanj značajnosti). U tablici 3.5 prikazani su detaljni rezultati raspodjele značajnosti za identificirane probleme učinkovitog protoka informacija u provedbi prometnih procesa.

Tablica 3.5. Distribucija stupnja korištenja metoda i alata protoka informacija u opskrbnom lancu

Alat/metoda integracije informacija	Stupanj uporabe [broj indikacija]						Srednja vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Informacijski i komunikacijski sustav baziran na telefonskom kontaktu	1	0	1	8	33	33	4,25
Informacijski i komunikacijski sustav baziran na e-mail kontaktu	1	0	4	11	35	25	4,03
Portal za integraciju protoka informacija s kupcem	8	3	5	16	28	16	3,33
Portal za integraciju protoka informacija s prijevoznikom	9	3	5	29	21	9	3,01

Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Važno je napomenuti da problem nesporazuma u odabiru prijevoznog sredstva, unatoč tome što ga navodi 46,67% anketiranih poduzeća, ta poduzeća nisu ocijenila posebno važnim (prosječna vrijednost značajnosti – 2,80).

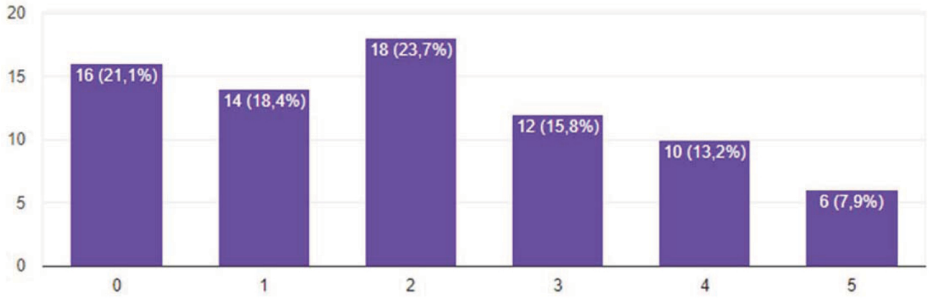
Posljednja faza istraživanja bila je identificirati potrebe poduzeća u pogledu razvoja koncepta integracijskog portala. Sve tvrtke su sudjelovale u ovoj fazi studije. Slično pretposljednjoj fazi, Likertova ljestvica dopunjena nultom razinom korištena je za procjenu važnosti projekta vezanog uz izradu novog integracijskog portala s nositeljem. Na slici 3.14 prikazani su detaljni rezultati važnosti uvođenja nove integracijske platforme.

Kada se analiziraju potrebe poduzeća, treba reći da preko 63% njih (prva tri rezultata razine značajnosti) ne vidi potrebu za uvođenjem nove platforme ili tu potrebu procjenjuje kao malo važnu i beznačajnu. Također rezultat temeljen na ponderiranom prosjeku[55] Dobiveni rezultati ukazuju na nedostatak tržišne potražnje za integracijskim portalom (prosječna vrijednost rezultata: 2,01).

[55] Ponderirani prosjek uzima u obzir i stupanj značajnosti i učestalost indikacija određenog stupnja značajnosti od strane pojedinačnih anketiranih poduzeća.

Istraživanje provedeno 2017 godine zaključilo je da ne postoji poslovna potreba za razvojem nove integracijske platforme, pa bi fokus trebao biti na integracijskim mogućnostima već korištenih platformi.

Slika 3.14. Identifikacija potreba za uvođenjem nove integracijske platforme



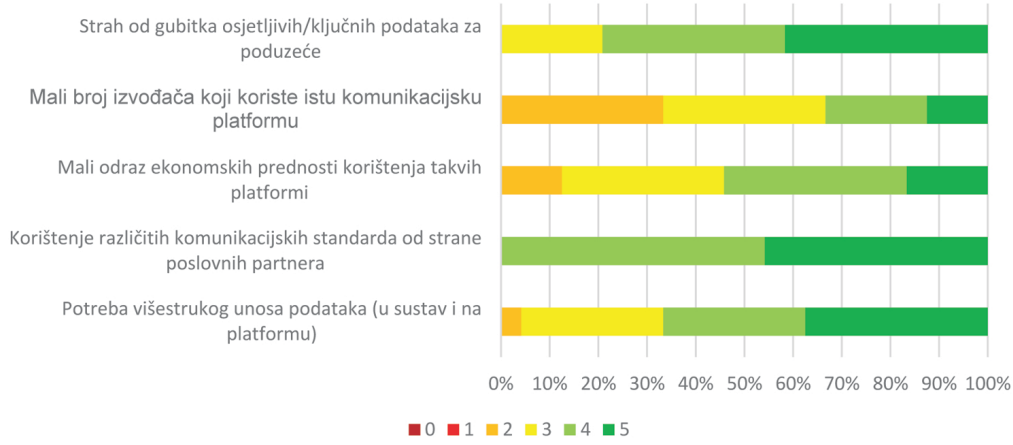
Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

U sklopu istraživačkog rada donesena je odluka da se analiziraju razlozi nepostojanja poslovne potrebe vezane za razvoj i implementaciju nove platforme, čiji bi cilj bio integracija protoka informacija unutar transportnih procesa u opskrbu lanac[56]. U sklopu konzultacija, predstavnici poduzeća zamoljeni su da navedu problem zbog kojeg je korištenje elektroničkih platformi i/ili razvoj nove integracijske platforme po njihovom mišljenju neučinkovito rješenje. Dodatno, identificiran je stupanj utjecaja navedenog problema na nezainteresiranost za perspektivu razvoja nove integracijske platforme. Slika 3.15 prikazuje analizu ozbiljnosti problema povezanih s učinkovitom implementacijom elektroničkih platformi. U tablici 3.6 prikazani su detaljni rezultati provedenog istraživanja.

Treba reći da sve navedene probleme karakterizira relativno visok stupanj važnosti u gospodarskoj praksi (svi su dobili ocjenu iznad 3,0 – srednji stupanj važnosti). Ključni problem je nekonzistentnost integracije platformi s IT sustavima poduzeća (Witkowski, 2018), što uzrokuje potrebu za višestrukim unosom podataka. Važnima su se smatrala pitanja sigurnosti podataka i, iznad svega, raznolikost komunikacijskih standarda dostupnih na tržištu.

[56] Istraživanje je provedeno u obliku stručnih konzultacija u 24 poduzeća koja su također sudjelovala u istraživanju 2017 te su svoju potrebu za uvođenjem nove integracijske platforme ocijenila niskom (na ljestvici od 0 do 2). Anketirane tvrtke predstavljale su i prijevoznike (8) i njihove ugovaratelje (16, uključujući 10 operatera i 6 proizvođača).

Slika 3.15. Stupanj važnosti problema vezanih uz učinkovitu implementaciju elektroničkih platformi



Izvor: vlastita studija.

Tablica 3.6. Raspodjela ozbiljnosti problema povezanih s učinkovitom implementacijom elektroničkih platformi

Problemi vezani uz učinkovitu implementaciju elektroničkih platformi	Stupanj važnosti problema [broj indikacija]						Srednja vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Potreba višestrukog unosa podataka (u sustav i na platformu)	0	0	1	7	7	9	4,00
Korištenje različitih komunikacijskih standarda od strane poslovnih partnera	0	0	0	0	13	11	4,46
Mali odraz ekonomskih prednosti korištenja takvih platformi	0	0	3	8	9	4	3,58
Mali broj izvođača koji koriste istu komunikacijsku platformu	0	0	8	8	5	3	3,13
Strah od gubitka osjetljivih/ključnih podataka za poduzeće	0	0	0	5	9	10	4,21

Izvor: vlastita studija.

Uzimajući u obzir analizu provedenu za identifikaciju informacijskih problema i opseg integracije s 4PL operatorom, treba imati na umu matričnu korelaciju dobivenih rezultata. U tablici 3.7 prikazan je sintetički sažetak informacijskih problema u procesu opskrbe, distribucije i odnosa s kupcima u smislu procesa koji su najčešće predmet suradnje s operaterom 3PL/4PL.

Tablica 3.7. Korelacija informacijskih problema i opseg suradnje s operaterom 3PL/4PL

Opseg identifikacije problema	Informacijski problem	Opseg suradnje s operaterom 4PL	
		skladištenje	prijevoz
Opskrbiti	Nesuglasice oko vremena isporuke	X	X
	Nesporazumi oko predmeta isporuke		X
	Ograničena mogućnost praćenja statusa isporuke	X	X
	Nepodudarnosti između obavijesti o isporuci i stvarne isporuke	X	
Distribucija	Ograničena mogućnost praćenja statusa isporuke	X	X
	Nesuglasice oko vremena isporuke	X	X
Odnos operatera s izvođačima	Nesuglasice oko vremena isporuke	X	X
	Otežan kontakt s kupcem o tekućim stvarima (npr. iznenadne promjene datuma isporuke, kvar na prijevoznom sredstvu)		X

Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

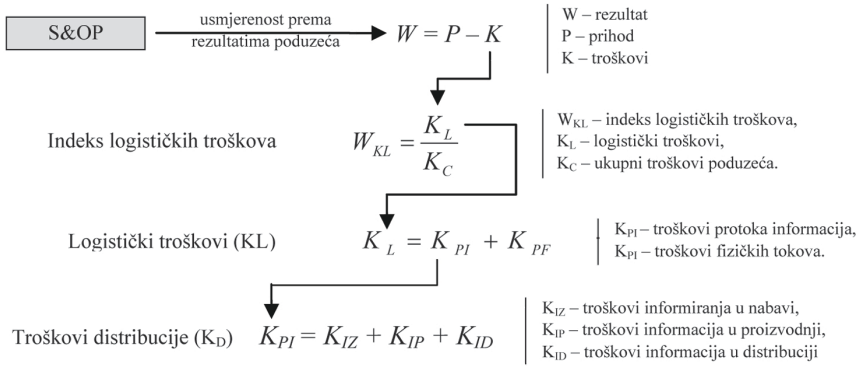
Analizirajući rezultate provedenog istraživanja, treba istaknuti da bez obzira na perspektivu razmatranja (suradnja s operatorom u području opskrbe, u području distribucije, kao i suradnja operatora s drugim izvođačima) pri analizi identifikacija mogućnosti integriranja protoka informacija u odnosima s operaterom 4PL sva gore navedena pitanja treba uzeti u obzir, kako u pogledu procesa skladištenja tako i u transportu.

3.3. Potrebe za procjenom učinkovitosti u slučaju nedostatka protoka informacija

Učinkovitost protoka informacija u poduzeću izravno utječe na točnost odluka koje donosi upravljačko osoblje. Razlog tome je specifičnost i višekriterijski opseg utjecaja protoka informacija na učinkovitost opskrbnog lanca. Nemoguće je odvojiti tijek informacija u opskrbnom lancu od faza materijalnog toka (opskrba, proizvodnja, distribucija) i od fizičkog toka tereta kroz opskrbni lanac.

Iz tog razloga prijenos strateških ciljeva na aktivnosti pokretanja protoka informacija zahtijeva svoju ovisnost o operativnim aktivnostima prikazanim u sklopu analize učinkovitosti opskrbe, proizvodnje i distribucije u opskrbnom lancu. Transpozicija rezultata poduzeća u informacijske troškove u logistici prikazana je na slici 3.16.

Slika 3.16. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove protoka informacija



Izvor: vlastita studija.

Analiza transponiranja strateških ciljeva u operativne aktivnosti protoka informacija ukazuje na potrebu višekriterijalnog povezivanja ovog analitičkog opsega s provedbom opskrbnih, proizvodnih i distribucijskih procesa na operativnoj razini.

Istraživanje poslovne prakse također potvrđuje zaključke izvedene analizom literature o ovoj temi. Odlučujuća nejasnoća problematike analize i procjene učinkovitosti otežava njezino sveobuhvatno korištenje u praksi. U pomoć priskaču IT alati koji podržavaju upravljanje poduzećem i opskrbnim lancem, ali učinkovitost njihove upotrebe ovisi o procesnom pristupu pri izradi poslovnog informacijskog sustava. Integracija informacija u opskrbni lanac stvara brojne dodatne probleme vezane uz prijenos pouzdanih informacija duž lanca u stvarnom vremenu (Bottani, Montanari i Volpi, 2010; Focardi, Gorrieri i Martinelli, 2003; Yasumoto, Yamaguchi i Shigeno, 2016), što ima izravan utjecaj na provedbu logističkih procesa (Maiga, Nilsson & Ax, 2015; Silva & Carvalho, 2013; Szymczak et al., 2018). Jedan od ključnih informacijskih problema je integracija proizvodnih i logističkih procesa s partnerima u opskrbnom lancu (Adamczak et al., 2016; Golińska, Fertsch & Pawlewski, 2011; Trojanowska, Varela & Machado, 2017; Varela et al., 2017), uzimajući u obzir aspekt održivog opskrbnog lanca (Cyplik i sur., 2014).

Ova razmatranja potvrđuju istraživanja, među ostalim, identifikacija ključne funkcionalnosti[57], potrebnih za analizu učinkovitosti logističkih procesa (Bigaj & Koliński, 2017). U tablici 3.8 prikazan je postotak identificirane funkcionalnosti za analizu učinkovitosti logističkih procesa.

[57] Istraživanje je bilo anketnog karaktera. Provedeni su u prvom kvartalu 2016 godine; U njima su sudjelovale 152 logističke tvrtke iz Velikopoljskog vojvodstva; Tvrtke su predstavljale i sektor malih i srednjih poduzeća i velika poduzeća.

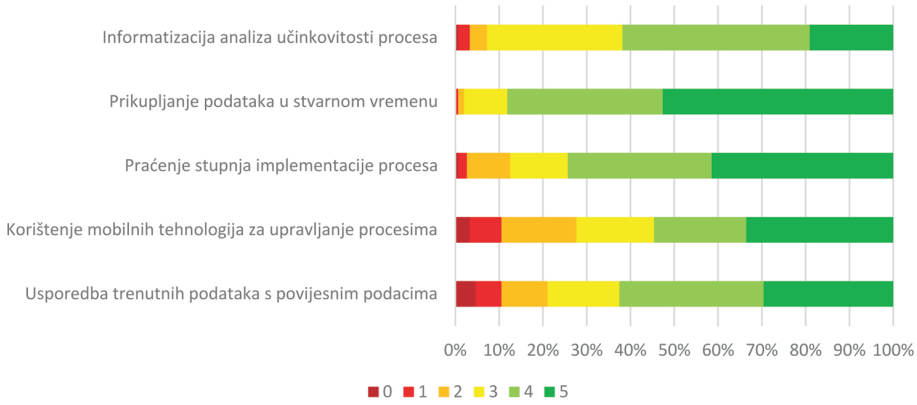
Tablica 3.8. Osnovne funkcije analize učinkovitosti logističkih procesa – postotak

Funkcionalnost	Postotak indikacija
Informatizacija analiza učinkovitosti procesa	92,76
Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu	79,61
Praćenje stupnja implementacije procesa	87,50
Korištenje mobilnih tehnologija za upravljanje procesima	72,37
Usporedba trenutnih podataka s povijesnim podacima	98,03
ostalo	10,53

Izvor: vlastita studija prema: Bigaj & Koliński, 2017, str. 80.

Treba napomenuti da je više od 70% anketiranih poduzeća odlučilo da sve predložene funkcije trebaju biti uključene u analizu učinkovitosti logističkih procesa. Posljednji procijenjeni aspekt je važnost pojedinih funkcija analize učinkovitosti logističkih procesa. To je prikazano na slici 3.17.

Slika 3.17. Stupanj važnosti pojedinih funkcija za ocjenu učinkovitosti logističkih procesa



Izvor: vlastita studija prema: Bigaj & Koliński, 2017.

Uzimajući u obzir uvjete za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, razvoj koncepta koji omogućuje praćenje i evaluaciju implementiranih procesa uz mogućnost dobivanja podataka u realnom vremenu treba smatrati izuzetno važnim aspektom. Detaljni rezultati stupnja važnosti funkcije analize učinkovitosti logističkog procesa prikazani su u tablici 3.9.

Periodično provedeno istraživanje o stupnju korištenja analiza učinkovitosti u poduzećima pokazuje da približno 50% poljskih poduzeća koristi analize učinkovitosti, od čega samo približno 30% poduzeća analizira učinkovitost procesa koji se odvijaju u cijelom poduzeću. To dokazuje ne samo nedovoljnu upotrebu analiza učinkovitosti u praksi, već i nisku razinu integracije protoka informacija u poduzeću.

Tablica 3.9. Osnovne funkcije analize učinkovitosti logističkih procesa – stupanj važnosti

Funkcionalnost	Stupanj važnosti [broj indikacija]						Prosječna vrijednost
	0	1	2	3	4	5	
Usporedba trenutnih podataka s povijesnim podacima	7	9	16	25	50	45	3,559
Korištenje mobilnih tehnologija za upravljanje procesima	5	11	26	27	32	51	3,467
Praćenje stupnja implementacije procesa	1	3	15	20	50	63	4,000
Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu	0	1	2	15	54	80	4,382
Informatizacija analiza učinkovitosti procesa	1	4	6	47	65	29	3,697

Izvor: vlastita studija.

Identifikacija poteškoća u korištenju analize učinkovitosti logističkih procesa u poslovnoj praksi također ukazuje na važnost problema protoka informacija u poduzeću i opskrbnom lancu. Tablica 3.10 prikazuje identificirane poteškoće u korištenju analiza učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu u praksi[58].

Tablica 3.10. Poteškoće koje proizlaze iz pouzdane analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima

Problem	Udio u %
Problemi s protokom trenutnih informacija između odjela u poduzeću i u opskrbnom lancu	33
Operativni problemi povezani s provedbom strategije koju je odabralo poduzeće ili opskrbni lanac	9
Problemi s pouzdanim utvrđivanjem stvarne potrebe i učinkovitosti logističkih procesa	11
Poteškoće u prikupljanju odgovarajućih podataka za analizu učinka	8
Nedostatak IT alata koji podržavaju analizu i procjenu učinkovitosti procesa	7
Poteškoće u ispravnom tumačenju implementiranih alata za upravljanje (konfuzija pojmova)	9
Problemi s prevođenjem strateških ciljeva u operativne i tekuće planove	8
Problemi planiranja ravnomjernog opterećenja resursa koji se koriste u logističkom procesu	8
Ne postoji osoba/odjel odgovoran za provođenje takvih analiza	7
	100

Izvor: vlastita studija.

[58] Studija je bila anketna i provedena je u četvrtom kvartalu 2018 u 94 tvrtke iz TSL industrije. Više od 40% anketiranih poduzeća predstavljalo je srednje i velike logističke tvrtke.

Ovo istraživanje samo potvrđuje općenito uvriježeno mišljenje da je analiza učinkovitosti kompliciran proces i teško ga je koristiti u praksi. Također treba istaknuti da se preko 70% identificiranih problema odnosi na protok informacija u poduzeću, što potvrđuje njegovu ključnu ulogu pri analizi učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

Uzimajući u obzir transpoziciju ciljeva u operativne aktivnosti, pozornost je usmjerena na mogućnost dobivanja podataka u stvarnom vremenu. Protok informacija u ovom području mora biti podržan informatičkim rješenjima i mobilnim tehnologijama koje se sve više koriste u logistici, a koje ukazuju na trend promjene klasičnog opskrbnog lanca u inteligentni opskrbni lanac (Ben-Daya, Hassini & Bahroun, 2017; Gupta et al., 2019; Paprocki, 2018; Wu et al., 2016). Učinkovitost protoka informacija u opskrbnom lancu odnosi se na korištenje mobilnih tehnologija za poboljšanje procesa praćenja kontinuiteta protoka tereta i omogućavanje nadzora tog protoka u stvarnom vremenu. Ovaj koncept predviđa korištenje već poznatih tehnoloških rješenja RFID i NFC (near field communication) (Coskun, Ozdenizci & Ok, 2013) s fokusom na optimizaciju logističkih procesa i njihov kontinuirani nadzor. Jedan od načina korištenja mobilnih tehnologija s pristupom stvarnim podacima je njihova implementacija u inteligentnom pakiranju. Inteligentni sustav za pakiranje može otkriti, prepoznati, zabilježiti, pratiti i prenijeti informacije o kvaliteti i/ili stanju proizvoda u cijelom opskrbnom lancu (Yam, Takhistov & Miltz, 2005). Sustav[59] omogućuje daljinsko upravljanje svim kontejnerima, box-paletama, paletama i kontejnerima opremljenim elektroničkim modulom. HUB-ovi instalirani u logističkim centrima ili kod kupaca spojeni na internet daju informacije o trenutnoj lokaciji određenog artikla. Na slici 3.18 prikazan je dijagram korištenja inteligentnog pakiranja u logističkim procesima.

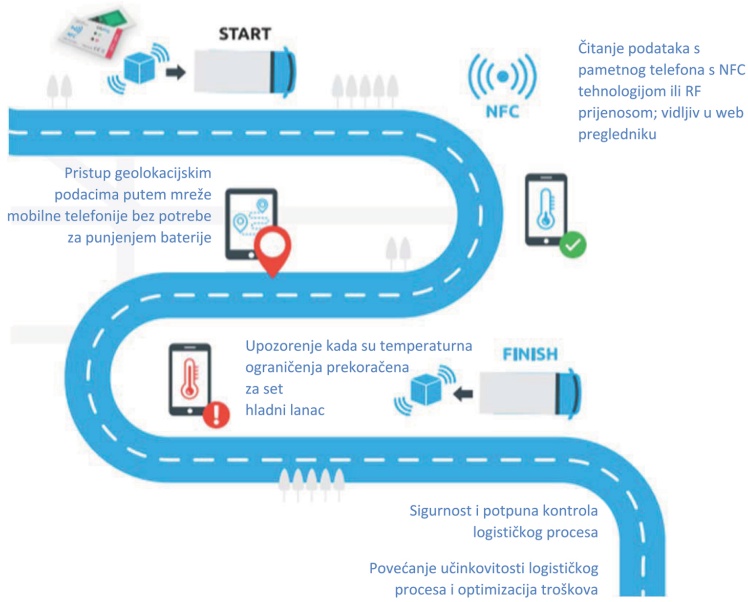
U sklopu analize operativnih aktivnosti koje utječu na učinkovitost protoka informacija, identificirani su mnogi potencijalni pokazatelji za procjenu učinkovitosti cjelokupnog opskrbnog lanca (Szymczak, 2017). Tijekom analize učinkovitosti protoka informacija u četiri perspektive u skladu s pretpostavkama Strategic Scorecarda, razvijen je skup mjera[60], uzimajući u obzir osnovnu značajku

[59] Detaljna analiza funkcionalnosti sustava za praćenje u stvarnom vremenu prikazana je u publikaciji: Bigaj & Koliński, 2017.

[60] Razvijeno kao dio istraživačkog projekta "Informacijski instrumenti koji podržavaju optimizaciju transportnih procesa u opskrbnim lancima", br. KPL1/2013, Sveučilište za logistiku, Poznań 2013–2015. Prijedlog indikatora za procjenu učinkovitosti protoka informacija u opskrbnom lancu predstavljen je u publikaciji: Koliński, 2015.

učinkovitosti definiranu formulom [1]. Tablica 3.11 prikazuje odabrane mjere za procjenu učinkovitosti protoka informacija, uzimajući u obzir četiri perspektive strateške kartice rezultata[61].

Slika 3.18. Shema korištenja inteligentne ambalaže u logističkim procesima



Izvor: Biglaj & Koliński, 2017, str. 85.

Razvijeni skup indikatora suočen je s očekivanjima gospodarske prakse[62]. Analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti protoka informacija prikazana je na slici 3.19.

[61] Razvijeni skup pokazatelja temelji se na istim metodološkim pretpostavkama koje su predstavljene tijekom analize učinkovitosti procesa opskrbe, v. potpoglavlje 2.1.

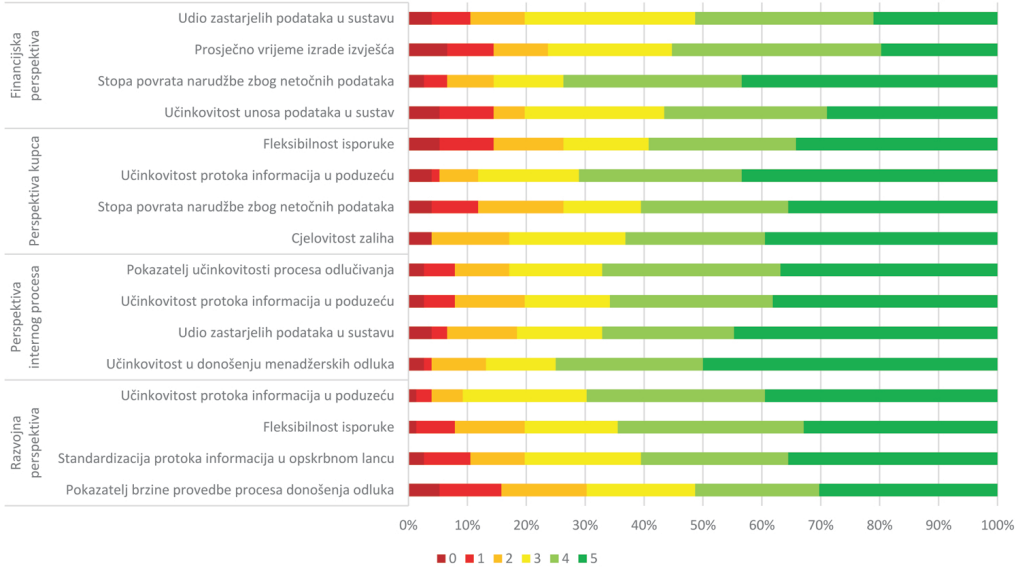
[62] Istraživanje analize stupnja važnosti pojedinih pokazatelja razvijenog sustava za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa provedeno je u trećem kvartalu 2017 godine u 76 poduzeća iz TSL industrije. Detaljan metodološki opis provedenog istraživanja i njegov vremenski opseg prikazan je u potpoglavlju 2.1.

Tablica 3.11. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti protoka informacija

Financijska perspektiva			Odnos podataka	Perspektiva internog procesa		
Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica		Naziv pokazatelja	Podaci	Mjerna jedinica
Učinkovitost unosa podataka u sustav	*a* – broj ispravno unesenih podataka	%	$\frac{a}{b}$	Učinkovitost u donošenju menadžerskih odluka	*a* – prosječno vrijeme donošenja odluke na temelju podataka sustava	h
	b – ukupan broj unesenih podataka				*b* – broj donesenih odluka	
Stopa povrata narudžbe zbog netočnih podataka	*a* – vrijednost/trošak povrata	%		Udio zastarjelih podataka u sustavu	*a* – broj zastarjelih podataka	%
	b – vrijednost/trošak ispunjenja svih naloga				*b* – ukupna količina podataka	
Prosječno vrijeme izrade izvješća	*a* – ukupno vrijeme preuzimanja podataka	h		Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	*a* – broj netočno provedenih naloga upravljanja	%
	b – broj pripremljenih izvješća				*b* – ukupan broj naloga upravljanja	
Udio zastarjelih podataka u sustavu	*a* – broj zastarjelih podataka	%		Pokazatelj učinkovitosti procesa odlučivanja	*a* – stvarno vrijeme provedbe procesa odlučivanja	%
	b – ukupna količina podataka				*b* – normativno vrijeme za provedbu procesa odlučivanja	
Perspektiva kupca				Razvojna perspektiva		
Cjelovitost zaliha	*a* – broj ispravno izvršenih isporuka	%		Pokazatelj brzine provedbe procesa donošenja odluka	*a* – broj odluka donesenih u vremenu kraćem od normativnog	%
	b – ukupan broj isporuka				*b* – ukupan broj donesenih odluka	
Stopa povrata narudžbe zbog netočnih podataka	*a* – vrijednost/trošak povrata	%		Standardizacija protoka informacija u opskrbnom lancu	*a* – broj izvođača koji koriste standarde automatske identifikacije podataka	%
	b – vrijednost/trošak ispunjenja svih naloga				*b* – ukupan broj izvođača	
Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	*a* – broj netočno provedenih naloga upravljanja	%		Fleksibilnost isporuke	*a* – broj isporučenih isporuka kod kojih je došlo do neočekivane promjene asortimana/količine	%
	b – ukupan broj naloga upravljanja				*b* – ukupan broj isporuka u kojima je došlo do neočekivane promjene asortimana/količine	
Fleksibilnost isporuke	*a* – broj isporučenih isporuka kod kojih je došlo do neočekivane promjene asortimana/količine	%		Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	*a* – broj netočno provedenih naloga upravljanja	%
	b – ukupan broj isporuka u kojima je došlo do neočekivane promjene asortimana/količine				*b* – ukupan broj naloga upravljanja	

Izvor: vlastita studija.

Slika 3.19. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti protoka informacija



Legenda: strstupanj važnosti pokazatelja evaluacije: 0 – nema značaja, 1 – vrlo nizak značaj, 2 – nizak značaj, 3 – srednji značaj, 4 – visok značaj, 5 – vrlo visok značaj.

Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stupnja važnosti pojedinih pokazatelja treba konstatirati da su svi ocijenjeni pokazatelji identificirani kao značajni. Prag odluke smatrao se prosjekom rezultata iznad 3,0 (srednja značajnost). U tablici 3.12 prikazani su detaljni rezultati za pojedine pokazatelje za ocjenu ekonomske učinkovitosti proizvodnog procesa.

Tablica 3.12. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti protoka informacija

Perspektiva	Naziv indikatora	Stupanj važnosti [broj indikacija]						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Financijska perspektiva	Učinkovitost unosa podataka u sustav	4	7	4	18	21	22	3,461
	Stopa povrata narudžbe zbog netočnih podataka	2	3	6	9	23	33	3,934
	Prosječno vrijeme izrade izvješća	5	6	7	16	27	15	3,303
	Udio zastarjelih podataka u sustavu	3	5	7	22	23	16	3,382
Perspektiva kupca	Cjelovitost zaliha	3	0	10	15	18	30	3,776
	Stopa povrata narudžbe zbog netočnih podataka	3	6	11	10	19	27	3,539
	Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	3	1	5	13	21	33	3,934
	Fleksibilnost isporuke	4	7	9	11	19	26	3,474

Perspektiva	Naziv indikatora	Stupanj važnosti [broj indikacija]						Prosječna vrijednost
		0	1	2	3	4	5	
Perspektiva internog procesa	Učinkovitost u donošenju menadžerskih odluka	2	1	7	9	19	38	4,053
	Udio zastarjelih podataka u sustavu	3	2	9	11	17	34	3,829
	Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	2	4	9	11	21	29	3,737
	Pokazatelj učinkovitosti procesa odlučivanja	2	4	7	12	23	28	3,763
Razvojna perspektiva	Pokazatelj brzine provedbe procesa donošenja odluka	4	8	11	14	16	23	3,303
	Standardizacija protoka informacija u opskrbnom lancu	2	6	7	15	19	27	3,632
	Fleksibilnost isporuke	1	5	9	12	24	25	3,684
	Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	1	2	4	16	23	30	3,947

Izvor: vlastita studija.

Razvijeni sustav indikatora za procjenu učinkovitosti protoka informacija treba u konačnici povezati s modelima upravljanja usmjerenog na rezultate (SDM) i upravljanja vođenog vrijednostima (VD). Tablica 3.13 prikazuje sustav pokazatelja za procjenu učinkovitosti protoka informacija, razlikujući koncepte SDM i VD BPM.

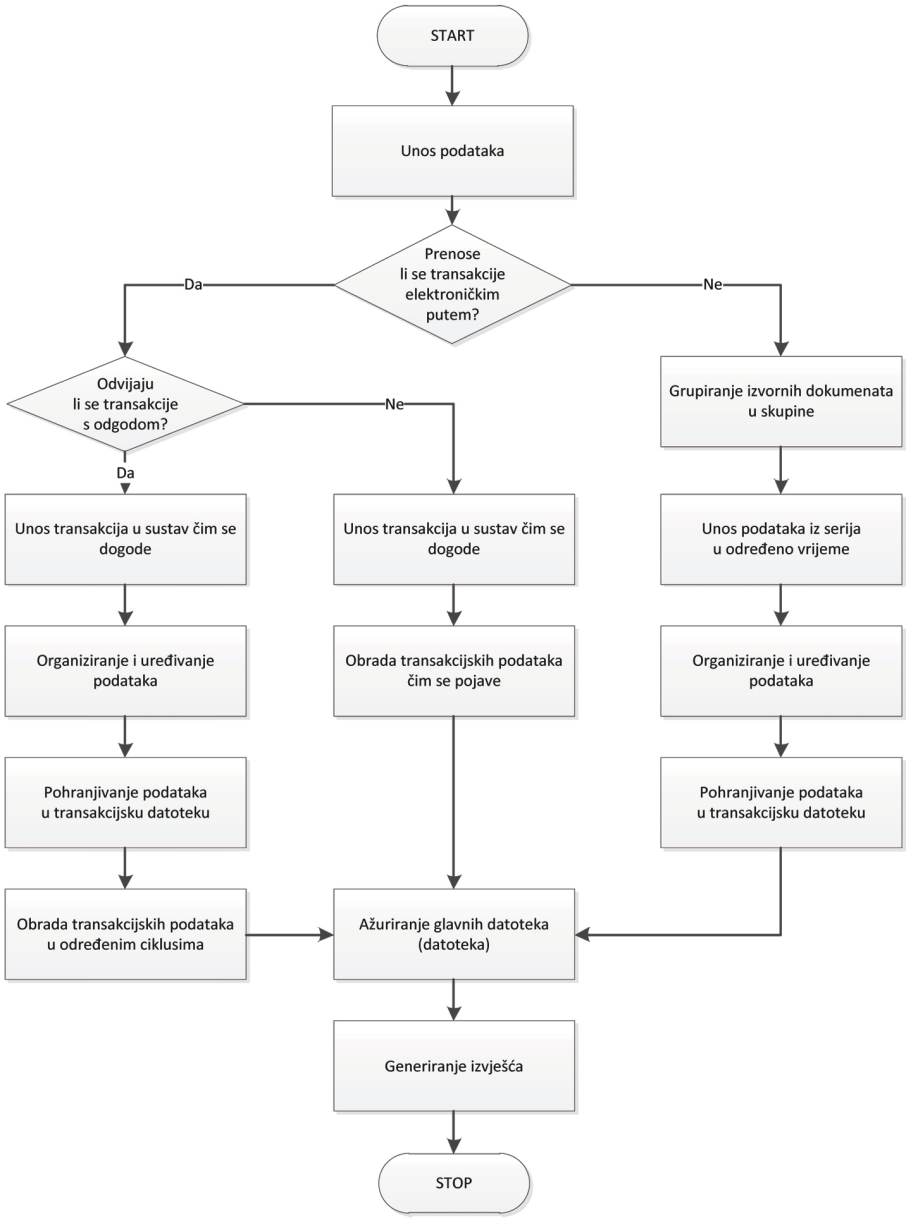
Tablica 3.13. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti protoka informacija u smislu SDM i VD BPM

Perspektiva	Naziv indikatora	SDM	VD BPM
Financijska perspektiva	Učinkovitost unosa podataka u sustav	X	
	Stopa povrata narudžbe zbog netočnih podataka	X	X
	Prosječno vrijeme izrade izvješća	X	
	Udio zastarjelih podataka u sustavu	X	
Perspektiva kupca	Cjelovitost zaliha		X
	Stopa povrata narudžbe zbog netočnih podataka	X	X
	Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	X	X
	Fleksibilnost isporuke	X	X
Perspektiva internog procesa	Učinkovitost u donošenju menadžerskih odluka	X	X
	Udio zastarjelih podataka u sustavu	X	
	Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	X	X
	Pokazatelj učinkovitosti procesa odlučivanja	X	X
Razvojna perspektiva	Pokazatelj brzine provedbe procesa donošenja odluka	X	X
	Standardizacija protoka informacija u opskrbnom lancu	X	X
	Fleksibilnost isporuke	X	X
	Učinkovitost protoka informacija u poduzeću	X	X

Izvor: vlastita studija.

Razvijeni skup indikatora u VD BPM pristupu uključuje mjere na strateškoj razini, kao i one koje se odnose na operativnu razinu. U slučaju SDM modela fokus je bio na operativnom učinku protoka informacija. Mogućnost primjene pojedinačnih pokazatelja na oba koncepta samo naglašava poteškoće u primjerenom transponiranju strateških ciljeva u operativne aktivnosti proizvodnog procesa.

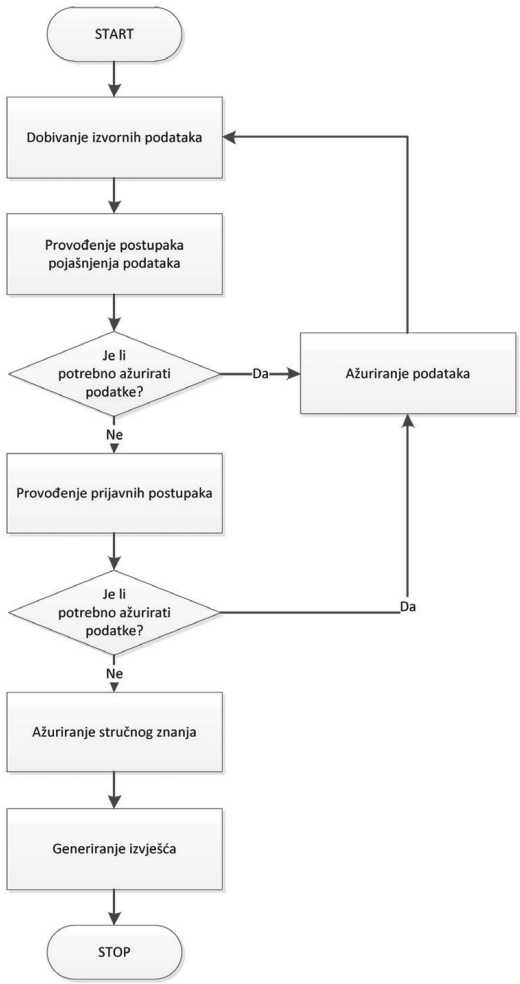
Slika 3.20. Protok informacija u transakcijskim sustavima



Izvor: vlastita studija.

Ova razmatranja bila su pretpostavka za daljnju analizu gospodarske prakse u smislu važnosti pojedinih informacijskih procesa u opskrbnom lancu, koje treba nadzirati i pratiti sa stajališta učinkovitosti protoka informacija. Zbog specifičnosti protoka informacija istraživački rad[63] glede modeliranja i standardizacije procesa bili su usmjereni na standardizaciju protoka informacija u transakcijskim i ekspertnim modelima. Ostali standardi za protok informacija u opskrbnim lancima uključuju procese predstavljene iz perspektive učinkovitosti opskrbe, proizvodnje ili distribucije, a komunikacijski standardi su široko opisani u ovom poglavlju.

Slika 3.21. Protok informacija u ekspertnim sustavima



Izvor: vlastita studija.

[63] Razvijeno kao dio istraživačkog projekta "Informacijski instrumenti koji podržavaju optimizaciju transportnih procesa u opskrbnim lancima", br. KPL1/2013, Sveučilište za logistiku, Poznań 2013–2015.

Prednosti uvođenja transakcijskog sustava od strane poduzeća su kontinuirani pristup aktualnim podacima bez potrebe provođenja posebnih analiza. Na temelju postojećih podataka i informacija koje se kontinuirano unose u sustav kreiraju se izvješća koja omogućuju brzu analizu zadanog problema (Matulewski, 2015). Štoviše, sustavi za obradu transakcija temelj su svakog informatičkog alata koji podržava integraciju poslovnih partnera u opskrbnom lancu.

Treba imati na umu da su analizirani procesi usko povezani i da se u većini slučajeva ne mogu dogoditi bez korelacije s ostalima. Mogu se koristiti za optimizaciju logističkih procesa u opskrbnom lancu. Primjenom procesnog kriterija unutar logističkog informacijskog sustava mogu se razlikovati sljedeći procesi i alati za obradu i prikupljanje informacija (Matulewski, 2015):

- transportni procesi – uglavnom satelitski navigacijski sustavi koji osiguravaju kontinuirano praćenje tereta i voznog parka, u bilo koje vrijeme i bilo gdje na Zemlji; trenutno se ti uređaji temelje uglavnom na GPS sustavu,
- skladišni procesi – u ovoj fazi uglavnom postoje sustavi elektroničke razmjene dokumentacije (EDI) u kombinaciji s tehnologijom automatske identifikacije,
- proizvodni procesi – također se fokusiraju na EDI sustave integrirane s prethodnim sustavima i sa sustavima za razmjenu podataka korisničkih usluga,
- servisni procesi – sve baze podataka, kataloški rezultati marketinških istraživanja itd.

Upravljanje protokom informacija u opskrbnim lancima postaje sve važnije, što se odražava kako na poslovne potrebe poduzeća tako i na potražnju za znanstvenim istraživanjima usmjerenim na sve inovativniju primjenu suvremenih tehnologija u logističkim procesima. U pogledu učinkovitosti, ovaj opseg utječe na operativne aktivnosti koje provode logistički procesi u svim fazama toka materijala kroz integraciju planova i aktivnosti, što izravno utječe na minimiziranje vremena provedbe procesa, minimiziranje grešaka i zastoja, kao i povrata izazvanih netočnim protokom informacija. Razvoj digitalizacije opskrbnih lanaca i usmjerenost na inteligentna rješenja također ukazuje na mogućnost postizanja nove razine konkurentske prednosti, no temelj tog razvoja je integracija procesa u opskrbnom lancu. Osim utjecaja na operativne aktivnosti u logističkim procesima i promjene strateških trendova u razvoju cjelokupnog opskrbnog lanca, protok informacija također poboljšava provedbu financijskih tokova između poslovnih partnera, čime se poboljšava financijska likvidnost, a ujedno može rezultirati daljnjim mogućnosti optimiziranja procesa protoka tereta u opskrbnom lancu.

Teorijska razmatranja i empirijska istraživanja prikazana u poglavljima 1, 2 i 3 imala su za cilj utvrditi logiku odgovora na istraživačka pitanja P1 i P2, što je prikazano na slici 3.22.

Analizirajući ovaj logični proces, došlo se do sljedećih zaključaka:

- kako istraživanja literature tako i empirijska istraživanja potvrđuju dvosmislenost korištenja analiza učinkovitosti logističkih procesa u poduzećima i opskrbnim lancima,
- provedeno istraživanje omogućilo je identifikaciju ključnih procesa koji utječu na učinkovitost analize performansi, uzimajući u obzir razdvajanje faza toka materijala u opskrbnom lancu,
- provedeno istraživanje o stupnju standardizacije opskrbnih, proizvodnih i distribucijskih procesa u poduzećima potvrđuje dvosmislenost u tumačenju opsega analize i procjene učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima.

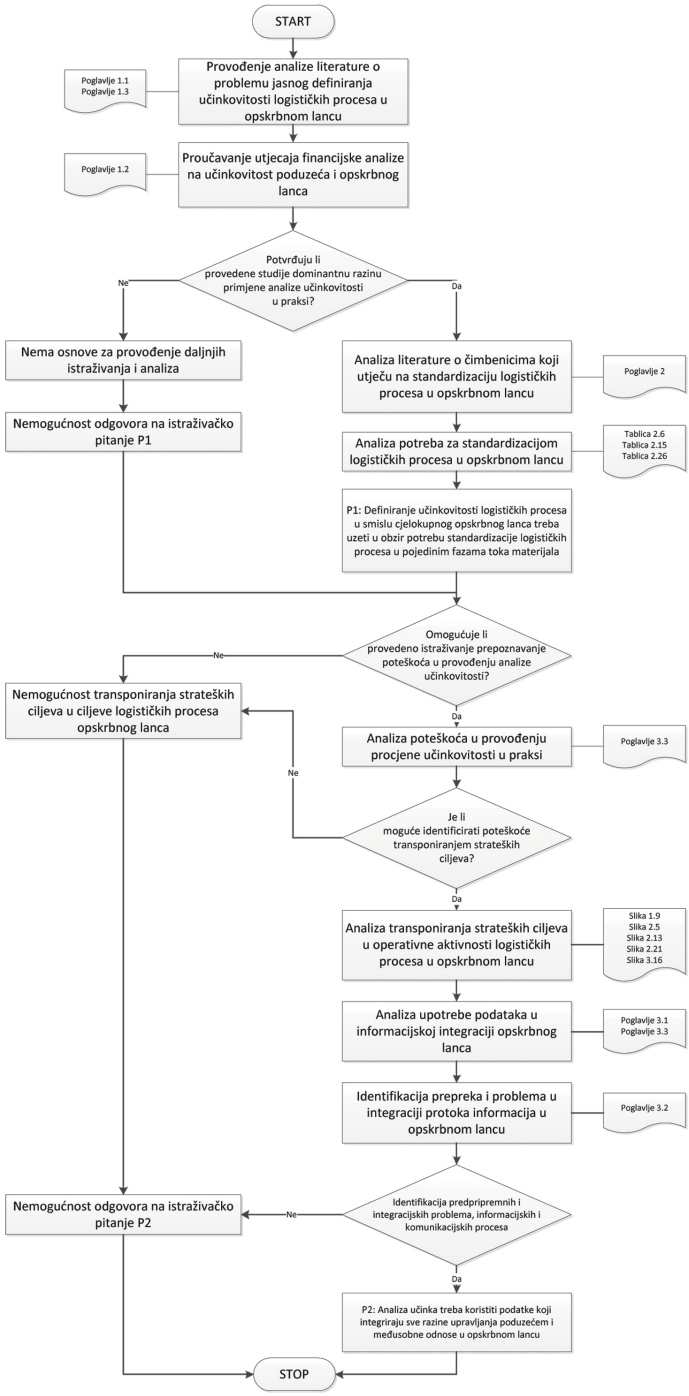
Izneseni zaključci omogućuju nam odgovoriti na istraživačko pitanje P1.

Definiranje učinkovitosti logističkih procesa u pogledu cjelokupnog opskrbnog lanca treba uzeti u obzir potrebu standardizacije logističkih procesa u pojedinim fazama toka materijala.

Provodeći daljnje radnje u logičnom procesu prikazanom na slici 3.22, može se zaključiti da provođenje studije o provjeri poteškoća u učinkovitoj analizi učinkovitosti logističkih procesa dokazuje mogućnost transpozicije ciljeva poduzeća na ciljeve opskrbe, proizvodnje, distribucijskih procesa, kao i popratnih procesa protoka informacija i financijskog tijeka odabirom odgovarajuće strategije upravljanja opskrbnim lancem. Prikaz informacijskih potreba za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima, u svjetlu kako literature na tu temu, tako i istraživanja ekonomske prakse o stupnju korištenja IT alata koji podržavaju analize učinkovitosti i problema integracije informacija u opskrbnom lancu, potvrđuje mogućnost integriranja podataka potrebnih za provođenje odgovarajućih analiza. Ova zapažanja omogućuju nam da odgovorimo na istraživačko pitanje P2.

Opseg analize i procjene učinkovitosti logističkih procesa poduzeća trebao bi uključivati korištenje podataka koji integriraju sve razine upravljanja poduzećem (operativno, taktičko, strateško) u kontekstu cjelokupnog opskrbnog lanca transponiranjem uravnoteženih ciljeva poduzeća u ciljeve logistike. procesima.

Slika 3.22. Logika zaključivanja i odgovori na istraživačka pitanja P1 i P2



Izvor: vlastita studija.

4.

Modeliranje analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima

4.1. Osnovne pretpostavke modeliranja analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu

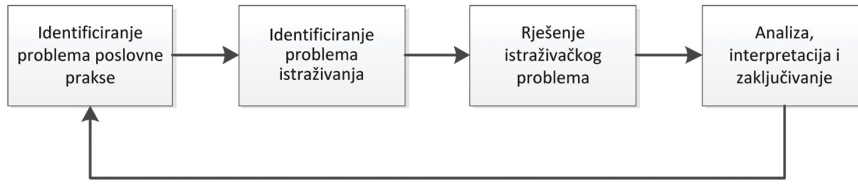
Specifičnost logističkih procesa implementiranih u opskrbni lanac, njihova složenost i međusobna povezanost, kao i moguće povratne sprege tjeraju nas na modelski pristup rješavanju postavljenog problema u procesu istraživanja. Model je imitacija stvarnosti, prikazana različitim grafičkim i matematičkim pristupima. U procesu izgradnje modela stvarni problem poslovne situacije prevodi se u ekvivalentni konceptualni problem koji se dalje analizira i interpretira. Glavni ciljevi modela bili su stjecanje uvida u izvornu realnu poslovnu situaciju ili praćenje, kontrola i optimizacija modeliranih poslovnih procesa. Poslovni model ukazuje na optimalan način stvaranja vrijednosti u specifičnom kontekstu funkcioniranja organizacije i omogućuje definiranje tko je kupac i koje vrijednosti očekuje, kao i koji su troškovi i prihodi aktivnosti (Cyfert & Krzakiewicz, 2017, str. 90).

Kada gradite model, zapamtite da on treba predstavljati određene značajke stvarnog, stvarnog sustava. Ove karakteristike trebale bi uključivati (Hangos & Cameron, 2001, str. 4):

- ispravan smjer odziva izlaza kako se ulaz mijenja,
- valjanu strukturu koja precizno predstavlja vezu između ulaznih podataka, izlaznih podataka i internih varijabli,
- ispravno kratkoročno i/ili dugoročno ponašanje modela.

Proces modeliranja u istraživačkom pristupu prikazan je na slici 4.1.

Slika 4.1. Proces modeliranja u istraživačkom pristupu



Izvor: vlastita studija prema: Hangos & Cameron, 2001, str. 5.

Složeniji problemi zahtijevaju razvoj općih modela, koji uključuju i detaljne modele. Skupovi ovih modela prikupljaju se za analizu i poboljšanje načina na koji stvari funkcioniraju na strateškoj (generički model) i operativnoj (detaljni modeli) razini. Iz perspektive istraživačkog procesa, ovi skupovi opisuju stilove modeliranja, važnost struktura modela, zajedničke formalne aspekte organizacijskog funkcioniranja i rizik od pogrešaka i pojednostavljenja modeliranja (Kunze et al., 2011, str. 44). Stoga se modeli mogu koristiti, na primjer, za formalnu analizu pogrešaka i razvoj mjerenja modela procesa (Mendling, 2008) te za ekstrakciju radnih obrazaca za ponovnu upotrebu razvijenog rješenja (Smirnov i sur., 2009).

Poslovna analitika također se prvenstveno temelji na modeliranju poslovnih procesa. U menadžmentu, ekonomskim i tehničkim znanostima koriste se različite vrste modela za prikaz stvarnosti te identificiranje i analizu pojava koje se događaju. Unutar poslovne specifičnosti logističkih procesa u opskrbnim lancima mogu se razlikovati sljedeći tipovi modela (Powell & Baker, 2009, str. 2–3):

- modeli jednokratnih odluka,
- modeli podrške odlučivanju,
- modeli ugrađeni u računalne sustave,
- modeli koji se koriste u poslovnom obrazovanju.

Mnogi modeli koje su izradili poslovni analitičari koriste se u jednokratnim problemima donošenja odluka. Na primjer, model vrednovanja poslovanja može se intenzivno koristiti tijekom pregovora o spajanju. U drugim situacijama može se izraditi jednokratni model za procjenu utjecaja određene operativne aktivnosti (npr. konsolidacija zaliha) na dobit ili strukturiranje uvjeta ugovora za provedbu opskrbe materijala od strane dobavljača. Jednokratne modele obično izgrađuju sami donositelji odluka, često pod vremenskim pritiskom. Zbog vremenskih ograničenja i ograničenog pristupa podacima, menadžerska prosudba i stručno znanje često se koriste kao zamjena za empirijske podatke u takvim modelima. Što je najvažnije, ova vrsta modela intenzivno angažira korisnika jer je obično prilagođena specifičnim potrebama donošenja odluka.

Sustavi za podršku odlučivanju su IT sustavi koji kombiniraju modele, podatke, analitičke i prezentacijske alate u jedan integrirani paket. Ovi sustavi su dizajnirani za višekratnu upotrebu, a razvijeni modeli koriste se u planiranju istraživanja i razvoja poslovnih procesa te u analizi profitabilnosti. Sustave za podršku odlučivanju obično gradi i održava osoblje informacijskih sustava, ali oni predstavljaju rutinsku upotrebu onoga što su nekoć bili jednokratni modeli odlučivanja. Izrađeni jednokratni model moguće je prilagoditi za širu i češću upotrebu u organizaciji. Tako modele unutar sustava za podršku odlučivanju mogu inicijalno razviti menadžeri i poslovni analitičari, a kasnije poboljšati zaposlenici koji upravljaju IT sustavima za manje intenzivnu ljudsku interakciju.

Ugrađeni modeli su modeli sadržani u informacijskim sustavima koji obavljaju rutinske zadatke koji se ponavljaju s malo ili bez sudjelovanja korisnika. Mnoge odluke o nadopunjavanju zaliha IT sustavi donose automatski. U takvim slučajevima, sami modeli su uključeni u funkcionalnost IT sustava, a korisnici nisu svjesni njihovog postojanja, jer sustav izvodi odgovarajuće izračune u pozadini analitičkog rada korisnika.

Većina modela koji se koriste u obrazovne svrhe vrlo su pojednostavljeni ili stilizirani radi jasnoće. Korištenje pojednostavljenih i stiliziranih modela omogućuje analizu kvalitativnih pojava, ne nužno u svrhu izračunavanja točnih numeričkih rezultata.

Stoga se može zaključiti da modeliranje može koristiti poslovnom odlučivanju na mnogo načina. Modeliranje vam omogućuje da napravite jeftine pogreške. Model je alat koji vam omogućuje predlaganje poboljšanja i njihovo testiranje bez trpljenja posljedica loših ideja u stvarnom svijetu. Modeliranje vam omogućuje proučavanje onoga što je nedostižno drugim metodama istraživanja. Mnoga poduzeća imaju politike, procedure ili običaje koji im onemogućuju uvođenje određenih promjena, što ima izravan utjecaj na način na koji posluju. Modeliranje se također može koristiti za istraživanje svih alternativa i uvjeravanje skeptika da isprobaju drugačiji pristup. Modeliranje pruža pravodobne informacije, na primjer, može se koristiti za određivanje potencijalne potražnje za proizvodom. Učinkovito modeliranje često može dati korisna ograničenja za vjerojatni raspon potražnje u puno kraćem vremenu. Štoviše, modeliranje može smanjiti troškove donošenja odluka u poduzećima. Prikupljanje podataka iz IT sustava često je skupo i dugotrajno. Dobro razvijen model može pružiti istu razinu informacija po mnogo nižoj cijeni (Powell & Baker, 2009, str. 4).

Uzimajući u obzir specifičnosti logističkih procesa koji se odvijaju u opskrbnom lancu, razvijen je referentni model koji predstavlja kako opći koncept provođenja analize učinkovitosti tako i identificirane korelacije između faktora i povratnih veza. Kako bi potkrijepio interpretaciju razvijenog referentnog

modela, autor također prikazuje modele koji detaljiziraju koncepcijski okvir, kao i organizacijski model koji objašnjava postupak provođenja sveobuhvatne analize učinkovitosti logističkog procesa u smislu opskrbnog lanca.

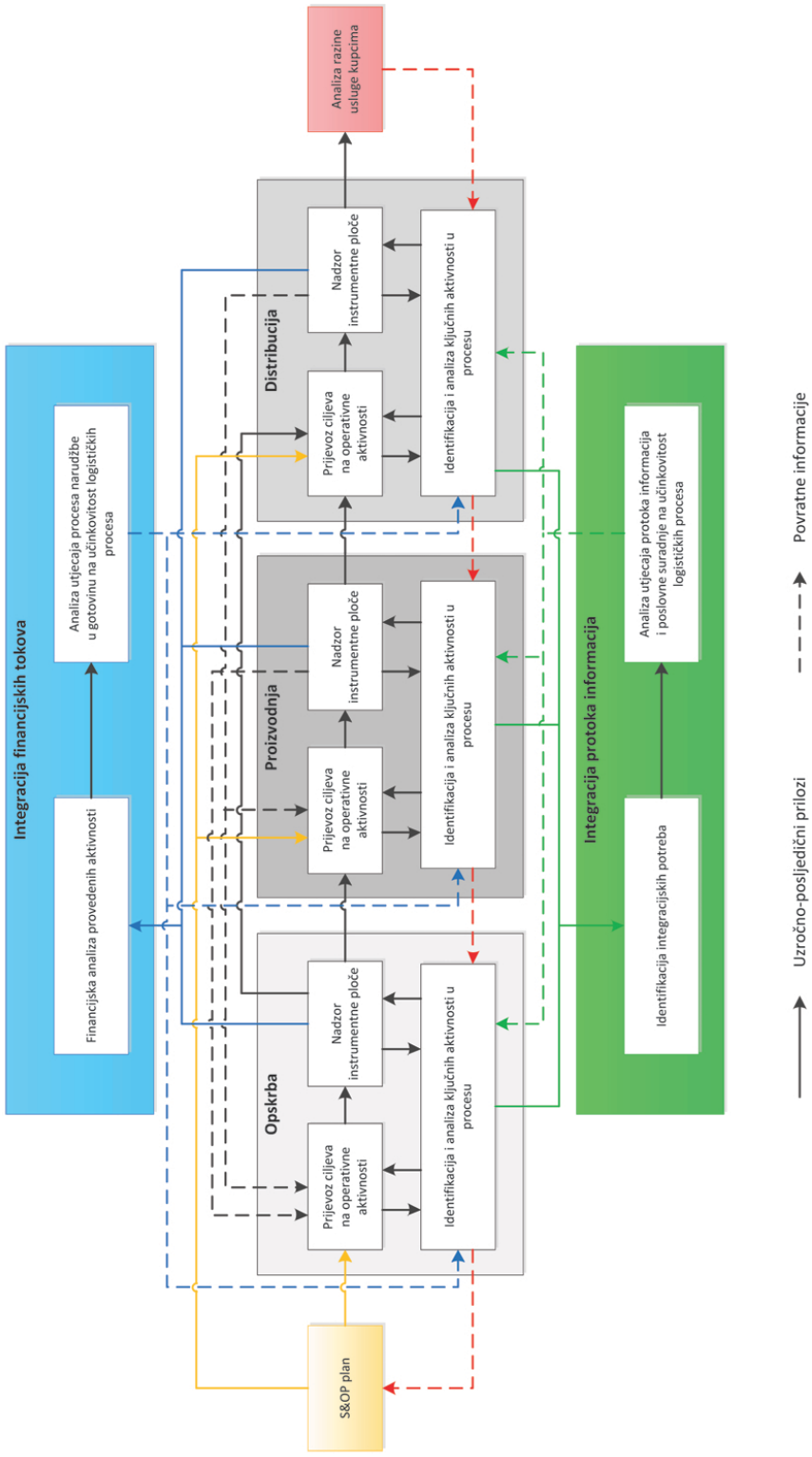
4.2. Referentni model za učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu

Poduzeće koje posluje u uvjetima velike konkurencije mora osigurati uvjete za brzo generiranje informacija i njihovo učinkovito prikupljanje. To od njega zahtijeva stalno usavršavanje i usavršavanje svojih aktivnosti. Učinkovito rješenje koje pozitivno utječe na učinkovitost procesa i kvalitetu roba i usluga, bez stvaranja dodatnih troškova, je rekonstrukcija modela za upravljanje procesima. Uključuje sustavnu analizu, poboljšanje i kontrolu aktivnosti u cilju povećanja učinkovitosti organizacije. Nužan uvjet za procesni pristup je sagledavanje poduzeća kao cjeline i unapređivanje povezanih aktivnosti iz različitih funkcionalnih područja. Ove zahtjeve mogu ispuniti, između ostalog: standardiziranje procesa pomoću referentnog modeliranja.

Prilikom razvoja referentnog modela potrebno je odrediti odgovarajuće alate za definiranje, analizu i projektiranje procesa, te stoga izraditi odgovarajuće proceduralne modele koji će informirati koja će vrsta podataka biti potrebna za izgradnju referentnog modela. Također moraju biti izrađeni na istom jeziku na kojem se predlaže izgradnja modela procesa (Stajniak, 2012, str. 169–172).

Referentni model procedure je logički dijagram dokumentiran korištenjem metoda za opisivanje procesa, funkcija i organizacije, koji se mogu prilagoditi specifičnim zahtjevima specifičnog projekta. Referentni modeli stvaraju metodološki okvir za modeliranje složene stvarnosti poduzeća i cjelokupnog opskrbnog lanca. Oni predstavljaju organizacijsko znanje, postavljaju određene standarde modeliranja i definiraju informacijske strukture poduzeća. Opću kategoriju procesa u opskrbnim lancima treba shvatiti kao specifičnu, poslovnu organizaciju aktivnosti u vremenu i prostoru, koja ima početak i kraj te jasno definirane ulaze i rezultate (Lambert, 2004). Fleksibilnost procesa olakšava modeliranje i jednostavnost korištenja referentnih modela (Sanchez & Perez, 2005).

Pretpostavke referentnog modela predstavljaju referentnu osnovu za analizu učinkovitosti pojedinih faza toka materijala u opskrbnom lancu. Te se pretpostavke temelje na tvrdnji da je upravljanje opskrbnim lancem puno šire pitanje od upravljanja logističkim procesima (Rutkowski, 2004). Model analize učinkovitosti treba tretirati kao namjerno pojednostavljen prikaz stvarnosti i njezinih osnovnih obilježja zbog namjene istraživanja (Jacyna, 2009, str. 29). Slika 4.2 prikazuje referentni model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

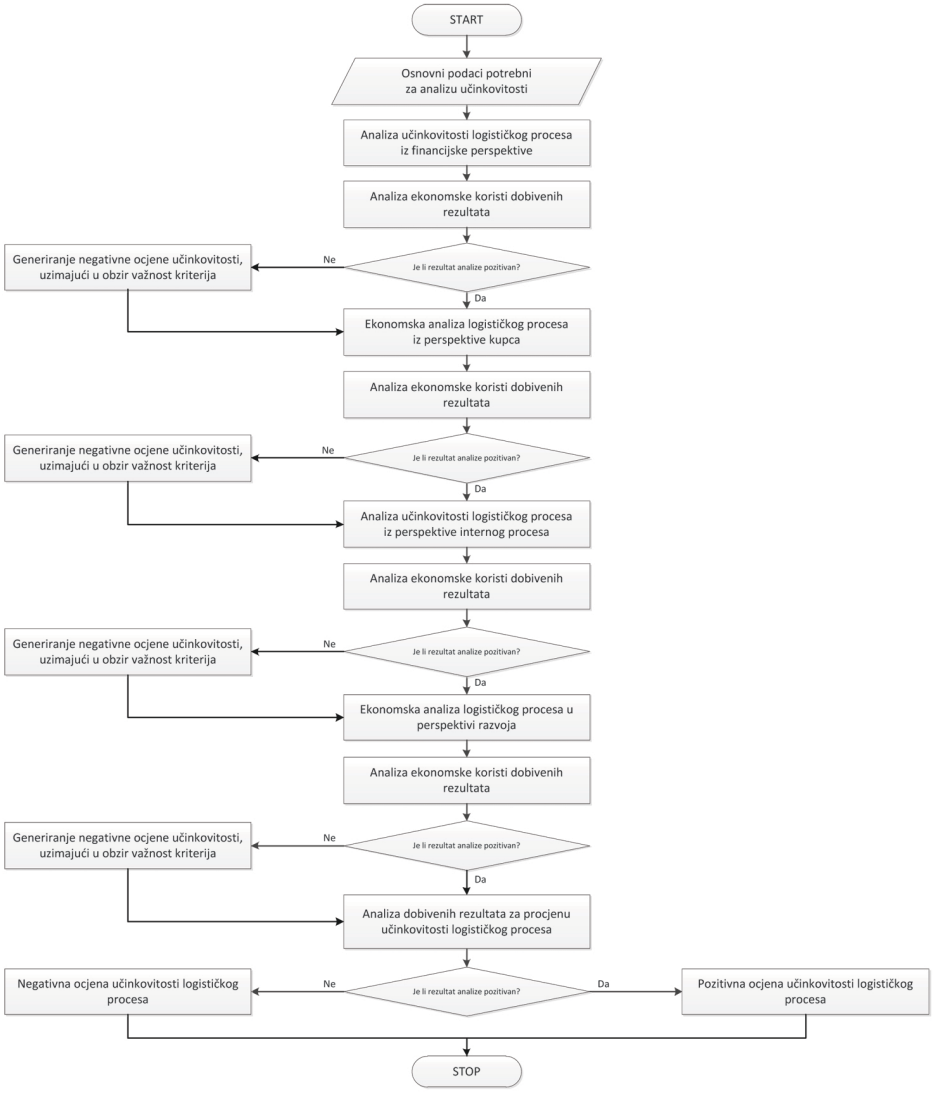


Slika 4.2. Referentni model za učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima

Izvor: vlastita studija.

Razvijeni referentni model predstavlja metodološki sažetak pristupa analizi učinkovitosti koji je prikazan u prethodnim poglavljima ovog rada. Element nužan za početak analize logističkih procesa iz perspektive opskrbnog lanca je transponiranje strateških ciljeva u operativne aktivnosti u pojedinim fazama toka materijala koje pokreće planiranje aktivnosti i operacija (S&OP). Treba upamtiti da donošenje odluke o fokusiranju na operativne aktivnosti u jednoj fazi toka materijala može rezultirati nemogućnošću istovremenog poboljšanja operativnih aktivnosti u drugoj fazi. Ove veze su uključene u razvijeni referentni model.

Slika 4.3. Opći model za ocjenu učinkovitosti logističkog procesa



Izvor: vlastita studija.

Fokusirajući se na pojedine faze toka materijala, potrebno je koristiti skup indikatora i mjera za višekriterijsku procjenu analiziranog procesa. Skupovi indikatora i mjera razvijeni su u skladu s pretpostavkama strateške kartice rezultata. Razvijeni opći koncept procjene učinkovitosti odabranog logističkog procesa prikazan je na slici 4.3.

Empirijsko istraživanje provedeno u poglavljima 2. i 3. pokazuje da razvijeni skup pokazatelja za procese nabave (tablica 2.2), proizvodnju (tablica 2.12), distribuciju (tablice 2.20 i 2.23) i protok informacija (tablica 3.11) ispunjava očekivanja prakse ekonomski. Međutim, uzimajući u obzir specifičnost implementiranih procesa kao i razinu detalja provedenih analiza, također je bilo moguće sustav indikatora prilagoditi trenutnim analitičkim potrebama, što je prikazano u organizacijskom modelu za analizu učinkovitosti logistike. procesa u opskrbnom lancu.

Sljedeća faza analize učinkovitosti logističkog procesa odabranog transponiranjem strateških ciljeva je identifikacija njegovih osnovnih problema i njihov utjecaj kako na ocjenu ovog procesa tako i na preostale faze protoka materijala, uzimajući u obzir integraciju protoka informacija. i financijski tok. Učinkovit protok informacija bitan je sa stajališta integracije opskrbnog lanca, jer ima izravan utjecaj na spremnost pojedinih procesa i aktivnosti u lancu vrijednosti transportiranog tereta. To je težak zadatak jer su vlasnici ovih procesa odvojena poduzeća koja djeluju u opskrbnim mrežama, a istovremeno međusobno surađuju i natječu se, što otežava integrirani protok informacija. Sa stajališta cjelokupnog opskrbnog lanca, integracija protoka informacija između poslovnih partnera ima ključni utjecaj ne samo na strateške ciljeve, već i na operativne aktivnosti koje su dodirne točke između karika u lancu.

Analiza učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, od samog osnutka razvijenih sustava mjera procjene učinkovitosti, uzima u obzir financijsku perspektivu kao ključni čimbenik uravnoteženja racionalizacije aktivnosti. Ovaj ključni čimbenik treba uzeti u obzir na strateškoj razini, a to je plaćanje za aktivnosti koje se provode između faza tijeka materijala u opskrbnom lancu.

Višeaspektna priroda razvijenog modela zahtijeva korištenje dodatnih modela koji detaljno opisuju kako analizirati odabrani logistički proces u opskrbnom lancu. Pojašnjavanje analize ekonomskih koristi određenog procesa, primjena skupa indikatora ili prilagođavanje tog skupa specifičnostima određenog procesa zahtijevalo je razvoj metodološkog organizacijskog modela učinkovitosti logističkih procesa u poduzećima opskrbnog lanca.

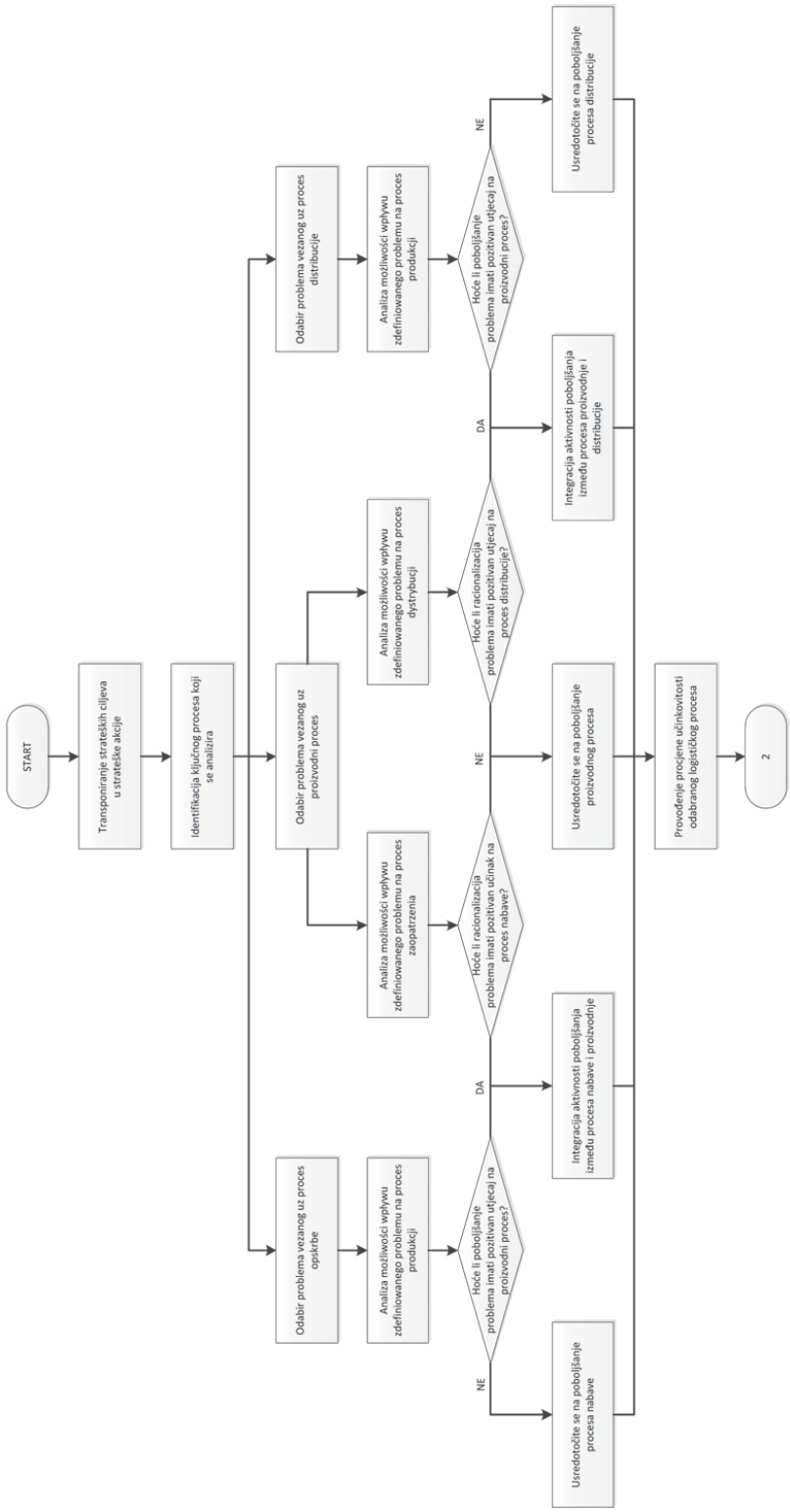
4.3. Organizacijski model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu

Predloženi referentni model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu uzima u obzir analizu ne samo operativnih aktivnosti, već i uvjeta koji utječu na odabranu strategiju u pojedinim fazama toka materijala. Nije moguće analizirati učinkovitost svih logističkih procesa u isto vrijeme zbog međusobno povezanih sustava i mogućih povratnih veza. Organizacijski model za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu razvijen je u skladu s osnovnim pretpostavkama dedukcije. Analiza učinkovitosti logističkog procesa, uzimajući u obzir korelacije opskrbnog lanca, trebala bi slijediti postupak prikazan na slikama 4.4 i 4.5.

Razvijeni organizacijski model pretpostavlja korištenje skupa kako definicijskih pokazatelja, tj. onih koji se koriste kada se u definiciji navode vidljive pojave koje su predmet istraživanja, tako i inferencijalnih pokazatelja koji se odnose na pojave koje su izravno nevidljive i ne ulaze u definiciju proučavanih pojava, a njihova se primjena smatra logičnom zbog specifičnosti analiziranog problema. U znanstvenim istraživanjima specifični pokazatelji mogu se pripisati varijablama koje se ne pojavljuju uvijek (Dyduch, 2021). Stoga se u istraživačkoj praksi koriste mješoviti pokazatelji (Apanowicz, 2002, str. 55–56). Složenost logističkih procesa u opskrbnom lancu onemogućuje korištenje samo definicijskih pokazatelja, iako oni mogu predstavljati pokušaj standardizacije skupa pokazatelja procjene uspješnosti. Specifičnost određenog procesa ili razina detalja analize vrlo često zahtijevaju pojašnjenje skupa dodatnim pokazateljima koji nisu bili povezani s opsegom istraživanja u izvornom popisu.

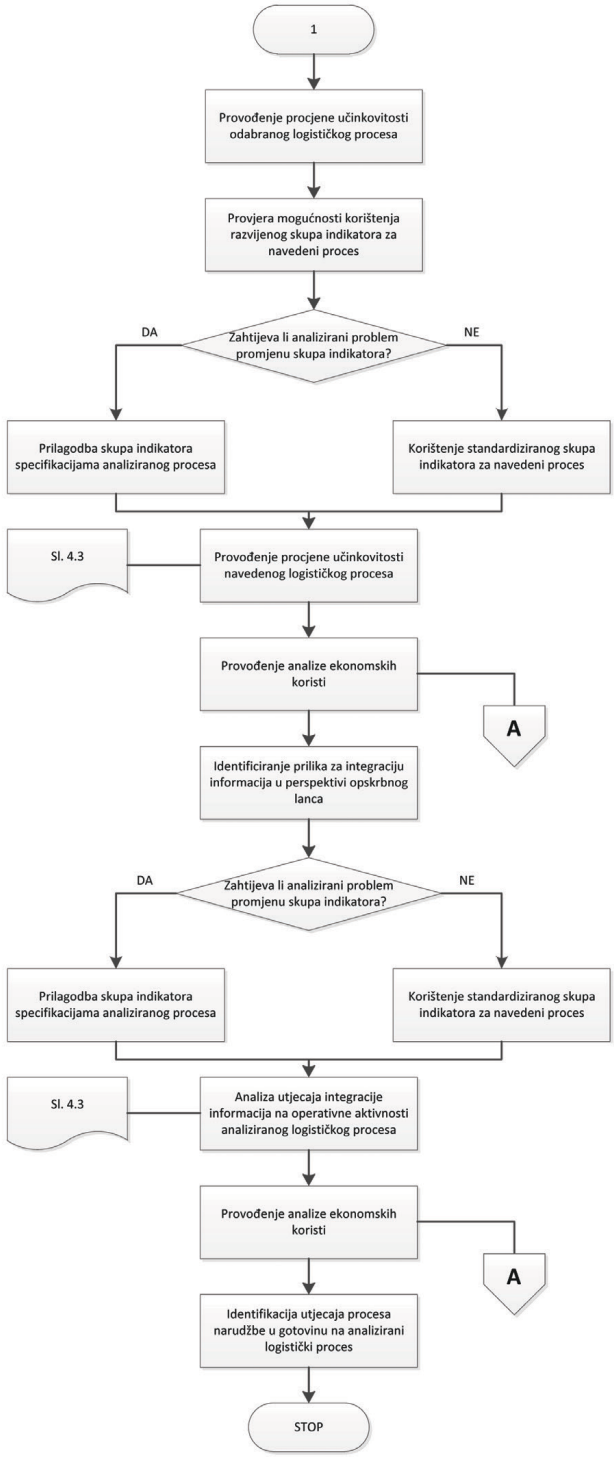
Poseban analitički problem je identifikacija ekonomskih koristi od ocjenjivanog procesa. Model za ocjenu učinkovitosti logističkog procesa prikazan na slici 4.3 razvijen je na temelju pretpostavke da su pojedinačne perspektive analize ekvivalentne u smislu donošenja odluka. Iz tog razloga, nedostatak pozitivnog rezultata iz bilo koje perspektive rezultira time da se analizirano stanje procesa smatra ekonomski neučinkovitim. Međutim, treba napomenuti da analiza učinkovitosti u određenim perspektivama ne mora generirati sve rezultate koji su unutar normativnih vrijednosti. Analizom ekonomskih koristi moguće je utvrditi da se unatoč pojavi odstupanja određena procesna situacija može smatrati učinkovitom ili ekonomski prihvatljivom. Slika 4.6 prikazuje algoritam za analizu ekonomske koristi dobivenih rezultata.

Slika 4.4. Procedura za analizu učinkovitosti logističkog procesa – 1. dio



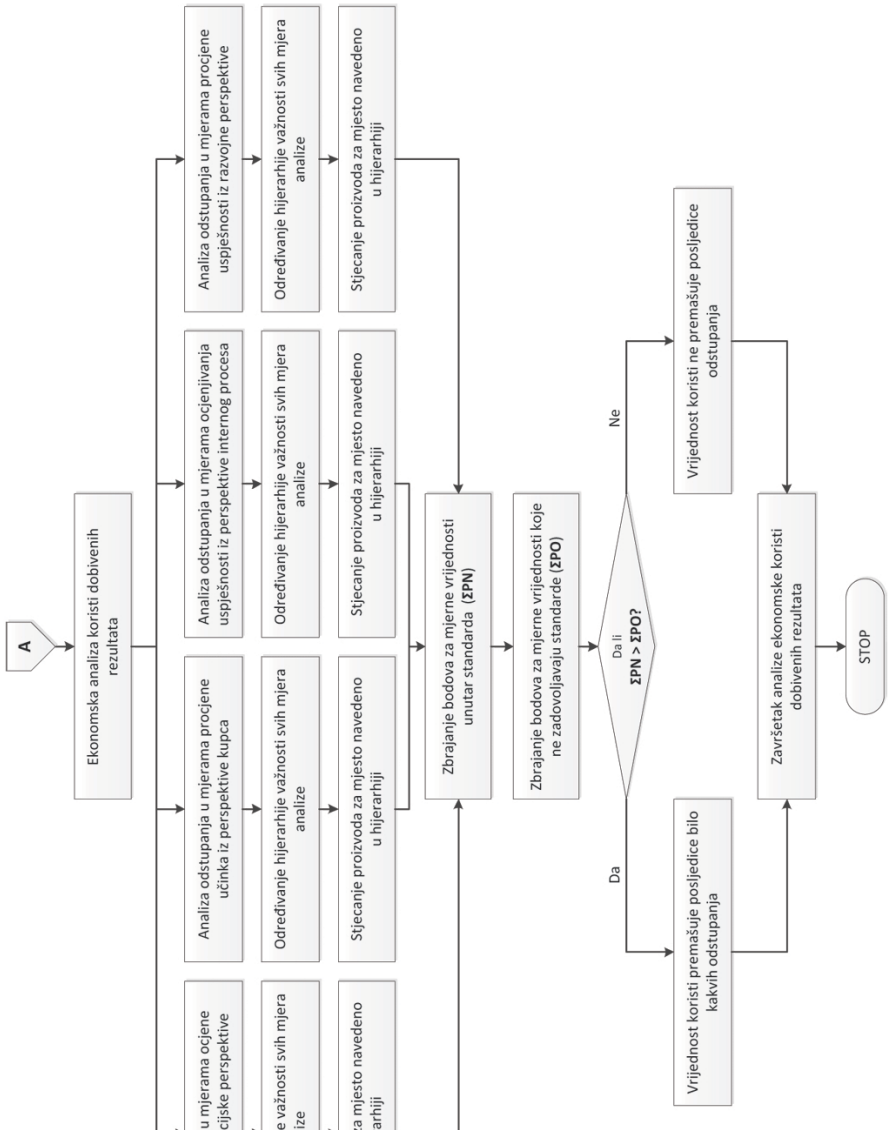
Izvor: vlastita studija.

Slika 4.5. Procedura za analizu učinkovitosti logističkog procesa – 2. dio



Izvor: vlastita studija.

Slika 4.6. Analiza ekonomske koristi dobivenih rezultata



Izvor: vlastita studija.

Predstavljena shema za analizu ekonomske koristi dobivenih rezultata odnosi se na dodjeljivanje bodova na temelju sljedećih pretpostavki:

- određen je maksimalan broj bodova – 10 bodova,
- nakon utvrđivanja hijerarhije indikatora utvrđen je broj prednosti ili ravnoteže analizirane mjere u odnosu na ostale.

Logika[64] dodjeljivanje bodova za pojedina mjesta u hijerarhiji za odgovarajuće elemente ocjene ekonomske učinkovitosti logističkog procesa u pojedinim perspektivama (pokazatelji su opisani prema hijerarhiji: W1, W2, W3, W4) prikazano je u tablici 4.1.

Tablica 4.1. Dodjela bodova u hijerarhiji indikatora – W4

	W1	W2	W3	W4	Prednost	Vaga	Broj bodova
W1	X	X	X	X	4	0,4	4
W2		X	X	X	3	0,3	3
W3			X	X	2	0,2	2
W4				X	1	0,1	1
					10	1,0	10

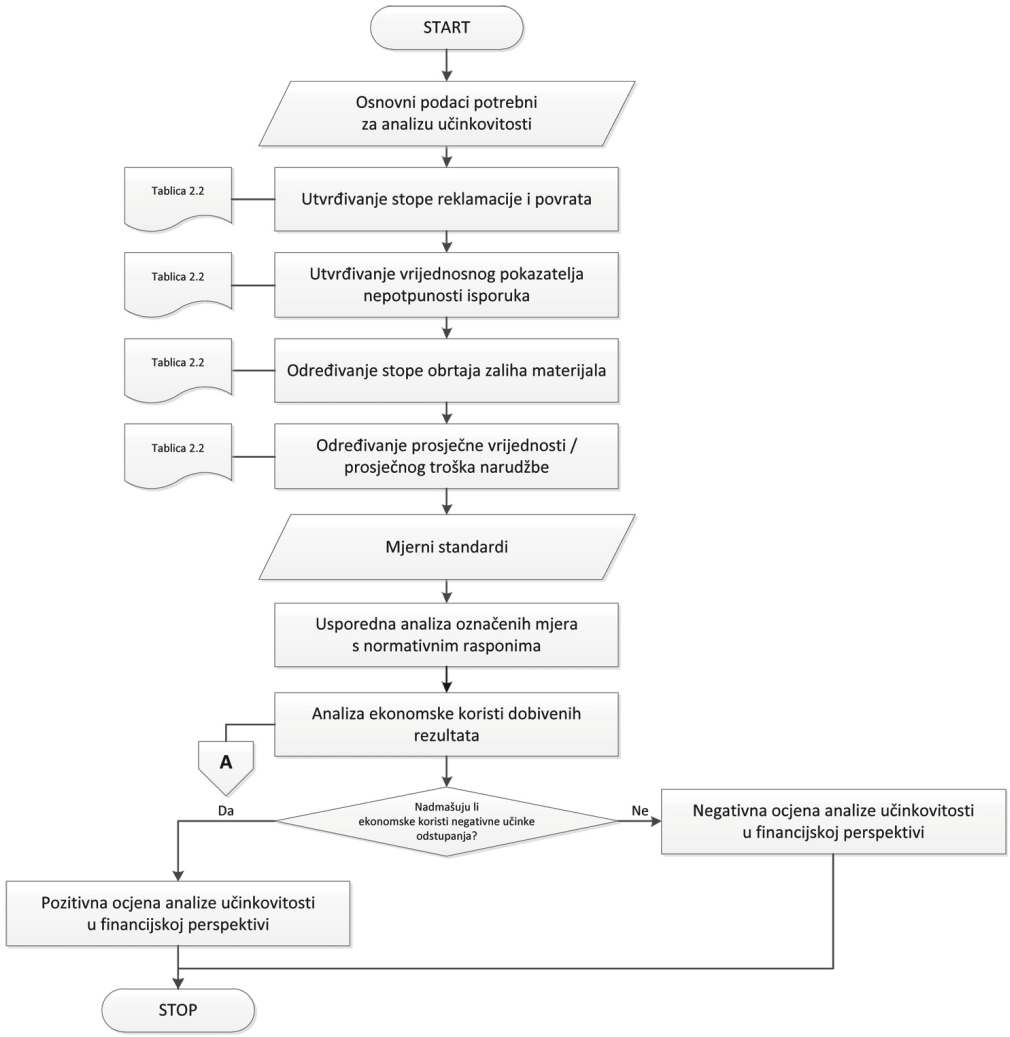
Izvor: vlastita studija.

Algoritam analize ekonomske koristi razvijen je zbog činjenice da je malo vjerojatno da će svi rezultati analize biti unutar normativnih raspona. To je uzrokovano interakcijom između pokazatelja, tj. poduzimanjem namjernih radnji za poboljšanje jednog pokazatelja, možete istovremeno negativno utjecati na vrijednost drugih. Iz tog razloga, gornja razmatranja također dopuštaju daljnje varijante optimizacije analize definirane kao ekonomski prihvatljive.

Usvojena metodologija analitičkog pristupa procjeni učinkovitosti logističkih procesa u svim fazama toka materijala odredila je izradu detaljnih proračunskih shema za svaku od četiri perspektive u procesima opskrbe, proizvodnje i distribucije (sa specifikacijom transporta i skladištenja) i razvojem detaljnih proračunskih shema za svaku od četiri perspektive. protok informacija. Slike 4.7–4.10 prikazuju računske algoritme za procjenu učinkovitosti procesa opskrbe.

[64] Logika analize ekonomskih koristi razvijena je na temelju vlastitih rezultata istraživanja autora u sklopu istraživačkog projekta "Simulacija upravljanja materijalnim tokovima poduzeća pomoću instrumenta viševarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa" br. N N509 549940 i prikazano u publikacijama: Doliński & Koliński, 2011; Śliwczyński & Koliński, 2012 (monografija).

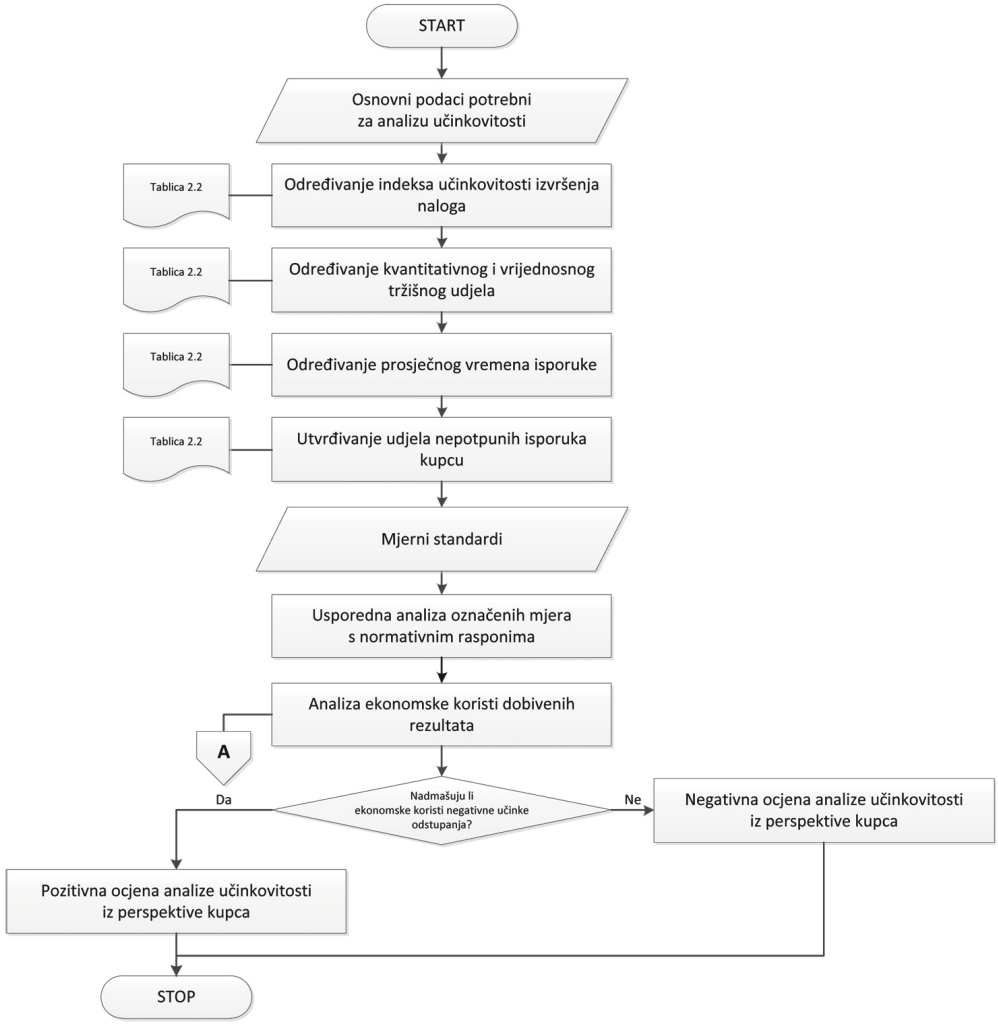
Slika 4.7. Model za ocjenu učinkovitosti procesa nabave u financijskoj perspektivi



Izvor: vlastita studija.

Procesi nabave iz financijske perspektive utječu na financijsku likvidnost lanca nabave. Ekonomija na razini upravljanja zahtijeva korelaciju financijskih podataka iz svih faza materijalnog toka (opskrbe, proizvodnje i distribucije). Perspektiva financirana u procesima opskrbe, prvenstveno proizvodnih poduzeća, utječe na ekonomičnost i profitabilnost ponuđenih proizvoda.

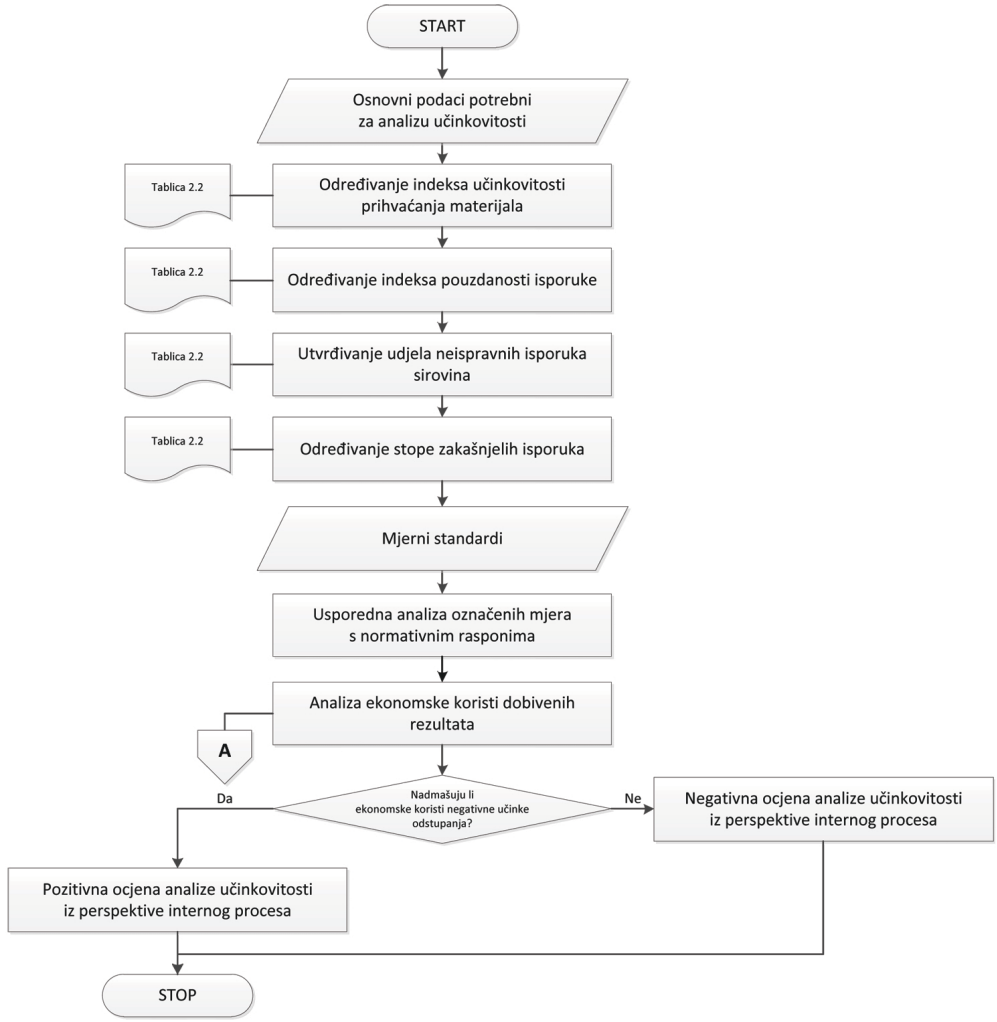
Slika 4.8. Model za procjenu učinkovitosti procesa opskrbe iz perspektive kupca



Izvor: vlastita studija.

Za proces nabave ključna je perspektiva kupca u smislu prepoznavanja prednosti provedbe aktivnosti optimizacije u suradnji s dobavljačima materijala. Istraživanja i promatranja poslovne prakse pokazuju da su pokazatelji definirani u ovoj perspektivi ključni za prepoznavanje razine koristi ostvarene u suradnji s dobavljačima.

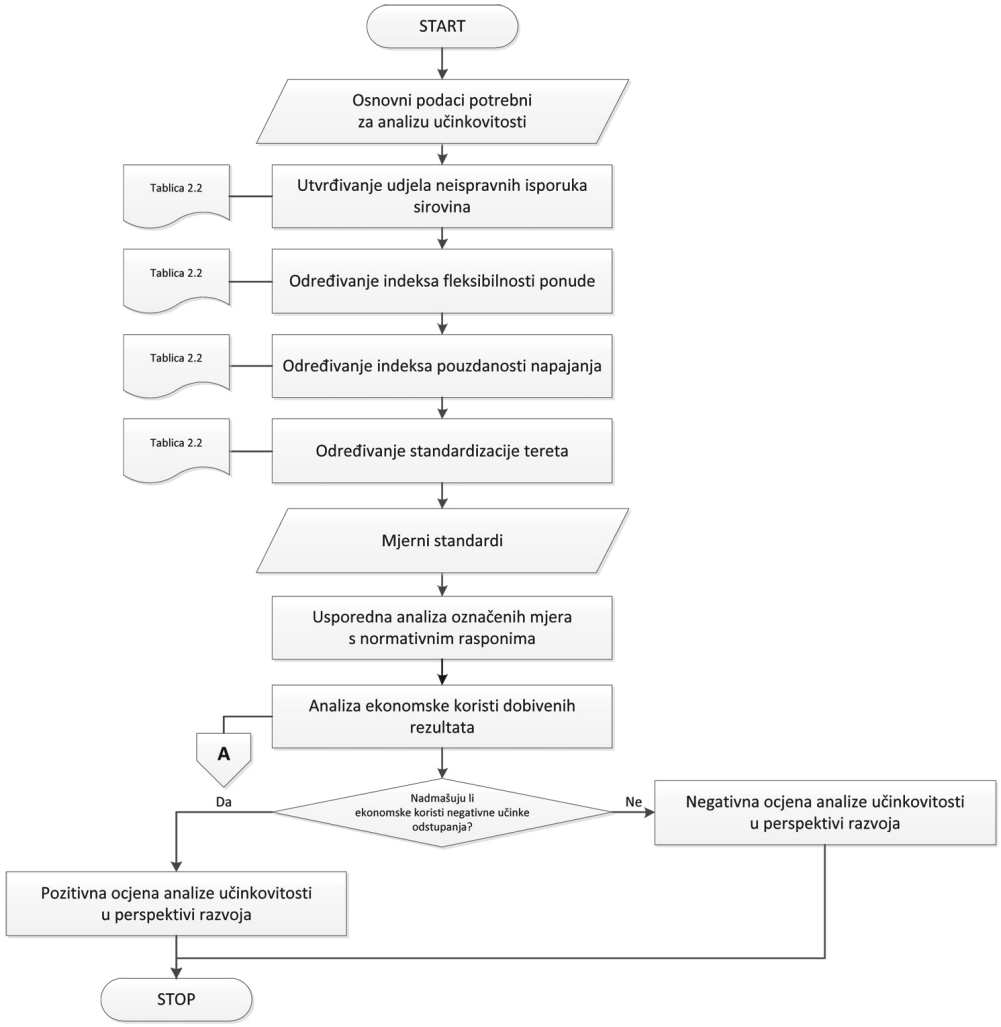
Slika 4.9. Model za ocjenu učinkovitosti opskrbnog procesa iz perspektive internog procesa



Izvor: vlastita studija.

Perspektiva internog procesa nabave materijala pruža široke mogućnosti poboljšanja procesa, koja u kasnijoj fazi implementacije utječu na prepoznavanje koristi iz perspektive kupca. Optimizacija operativnih aktivnosti trebala bi se temeljiti na pokazateljima prikupljenim iz perspektive internog procesa.

Slika 4.10. Model za ocjenu učinkovitosti procesa nabave u razvojnoj perspektivi



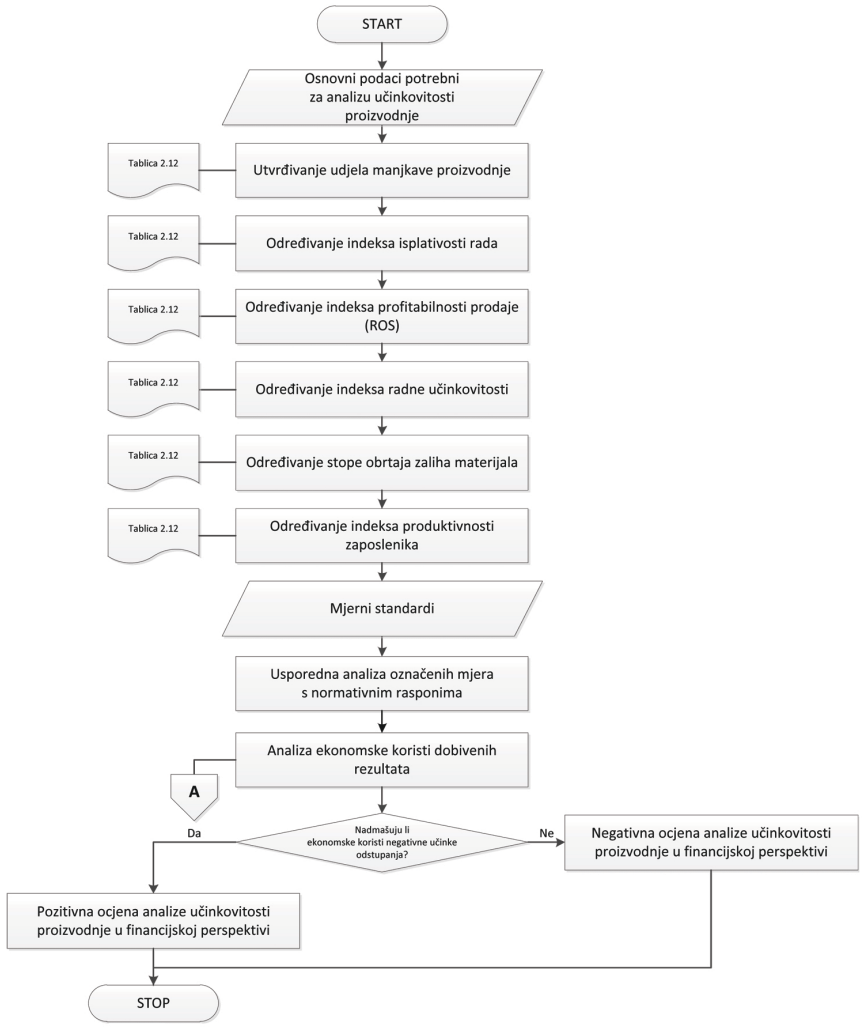
Izvor: vlastita studija.

Razvojna perspektiva prvenstveno se koristi za određivanje ciljanih vrijednosti pokazatelja uspješnosti. Vrlo često su to isti pokazatelji kao u prethodnim perspektivama, ali to nije pravilo. Ova perspektiva ima za cilj pokrenuti inovativna rješenja u procesu opskrbe.

Razvijeni modeli za procjenu učinkovitosti procesa opskrbe uzimaju u obzir analizu četiri pokazatelja u svakoj perspektivi, što omogućuje korištenje pondera pri analizi ekonomskih koristi (na temelju tablice 4.1).

Na slikama 4.11–4.14 prikazani su računski algoritmi za procjenu učinkovitosti proizvodnog procesa.

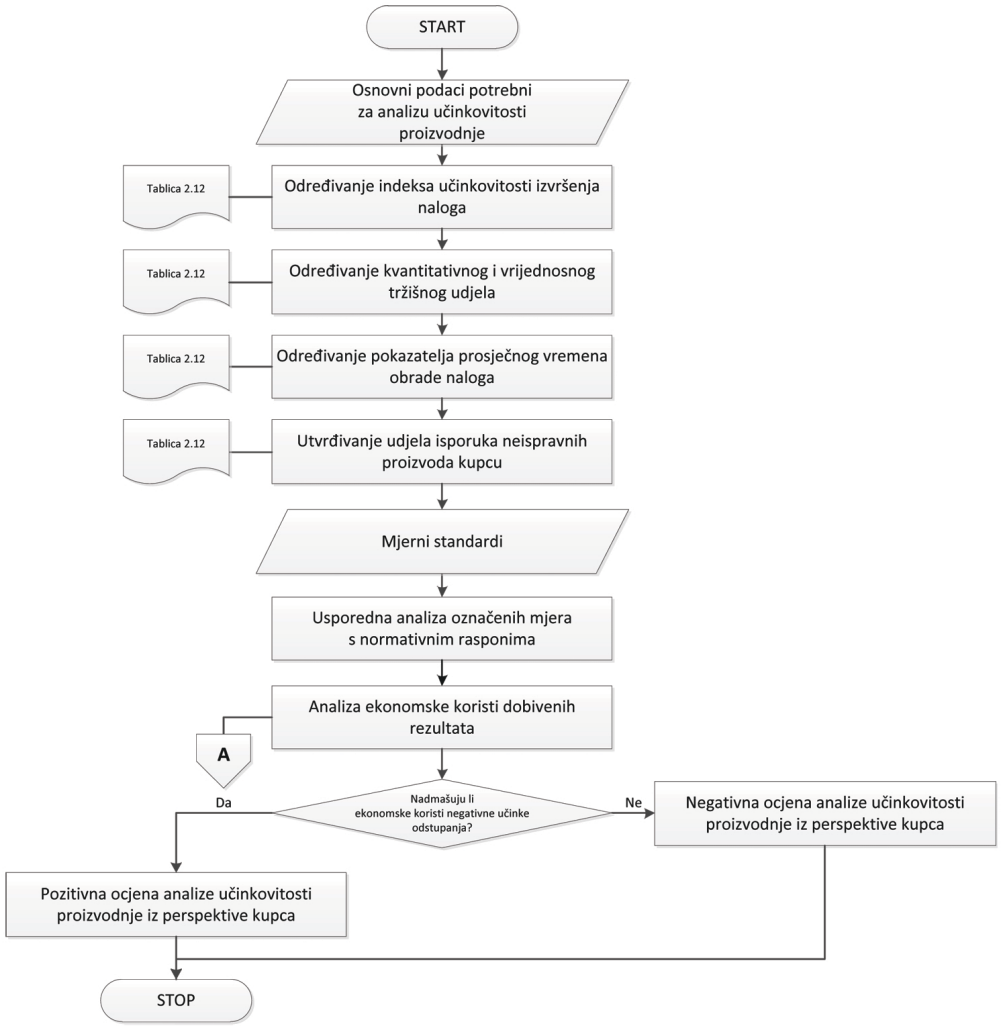
Slika 4.11. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa iz financijske perspektive



Izvor: vlastita studija.

Financijska perspektiva u analizi učinkovitosti proizvodnog procesa najčešće se podcjenjuje zbog često pogrešnog fokusa proizvodnih tvrtki isključivo na učinak razmjera. Financijski pokazatelji, koji su često podcijenjeni, mogu poduprijeti ekonomsku isplativost proizvodnje pojedinih proizvoda.

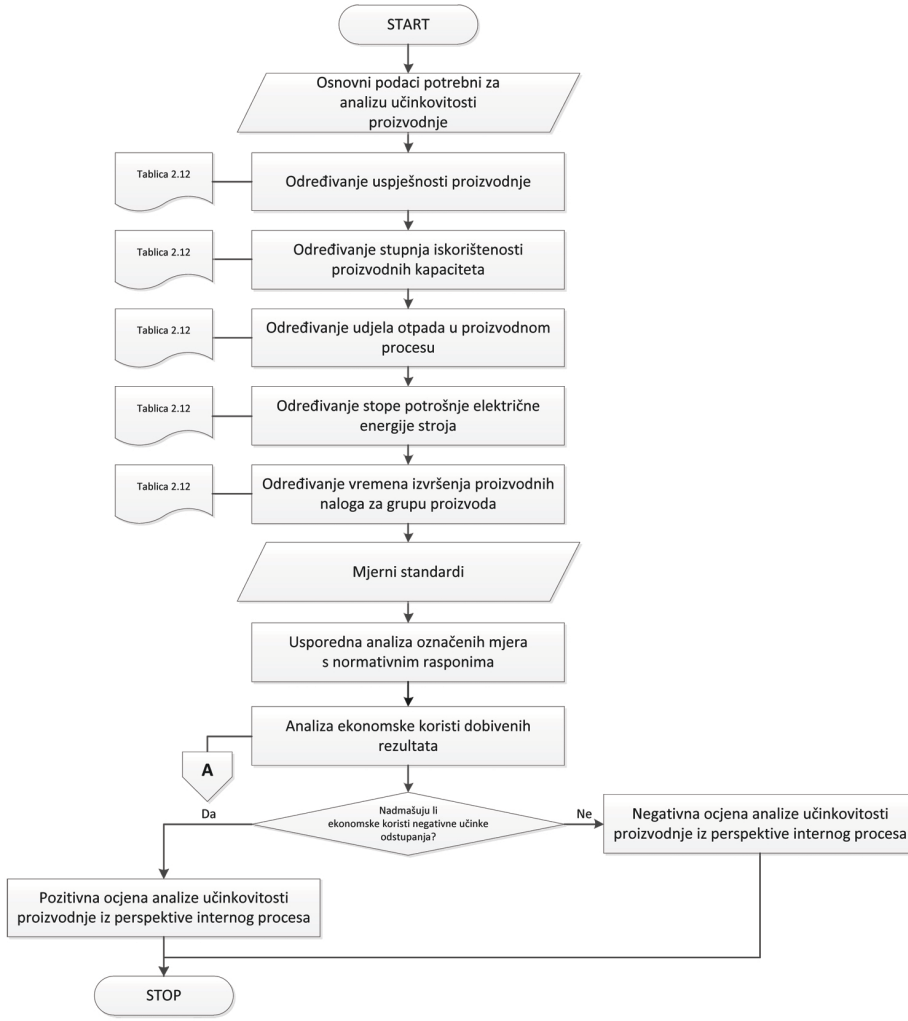
Slika 4.12. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa iz perspektive kupca



Izvor: vlastita studija.

Analiza učinkovitosti proizvodnog procesa iz perspektive kupca zahtijeva uzimanje u obzir uvjeta i planova prodaje proizvedenih proizvoda. S&OP plan je proces koordinacije proizvodnih i prodajnih planova, koji uzima u obzir i proizvodni kapacitet i predviđanja prodaje i mogućnosti distribucijske mreže.

Slika 4.13. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa iz perspektive internog procesa

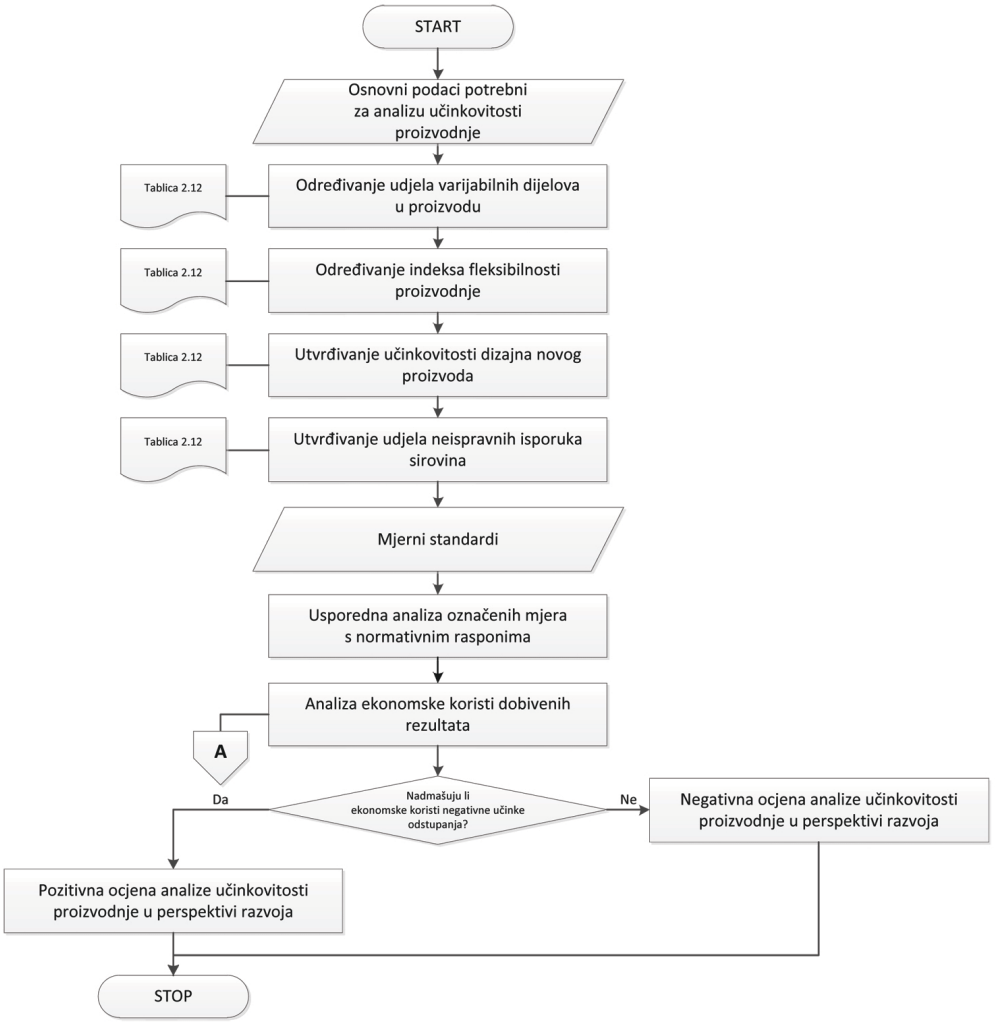


Izvor: vlastita studija.

Interna procesna perspektiva u upravljanju proizvodnjom odgovorna je za optimizacijske aktivnosti vezane uz analizu učinkovitosti proizvodnog procesa, analizu uskih grla i balansiranje proizvodnih resursa. Ove aktivnosti imaju izravan utjecaj na operativnu učinkovitost proizvodnog procesa.

Razvojna perspektiva, u smislu učinkovitosti proizvodnog procesa, omogućuje prepoznavanje mogućnosti za implementaciju inovativnih rješenja koja potencijalno unapređuju proces, ali njihova izvedivost zahtijeva detaljne analize.

Slika 4.14. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa u perspektivi razvoja



Izvor: vlastita studija.

Razvijeni model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa sastoji se od različitog broja pokazatelja u pojedinim perspektivama. U slučaju sustava s četiri pokazatelja, ponderiranje treba primijeniti u skladu s tablicom 4.1. U slučaju sustava s pet i šest pokazatelja, pondere treba mijenjati u skladu s tablicama 4.2 i 4.3.

Tablica 4.2. Dodjela bodova u hijerarhiji indikatora – W5

	W1	W2	W3	W4	W5	Prednost	Vaga	Broj bodova
W1	X	X	X	X	X	5	0,333	**3,33**
W2		X	X	X	X	4	0,267	**2,67**
W3			X	X	X	3	0,200	**2,00**
W4				X	X	2	0,133	**1,33**
W5					X	1	0,067	**0,67**
						15	1,000	**10,00**

Izvor: vlastita studija.

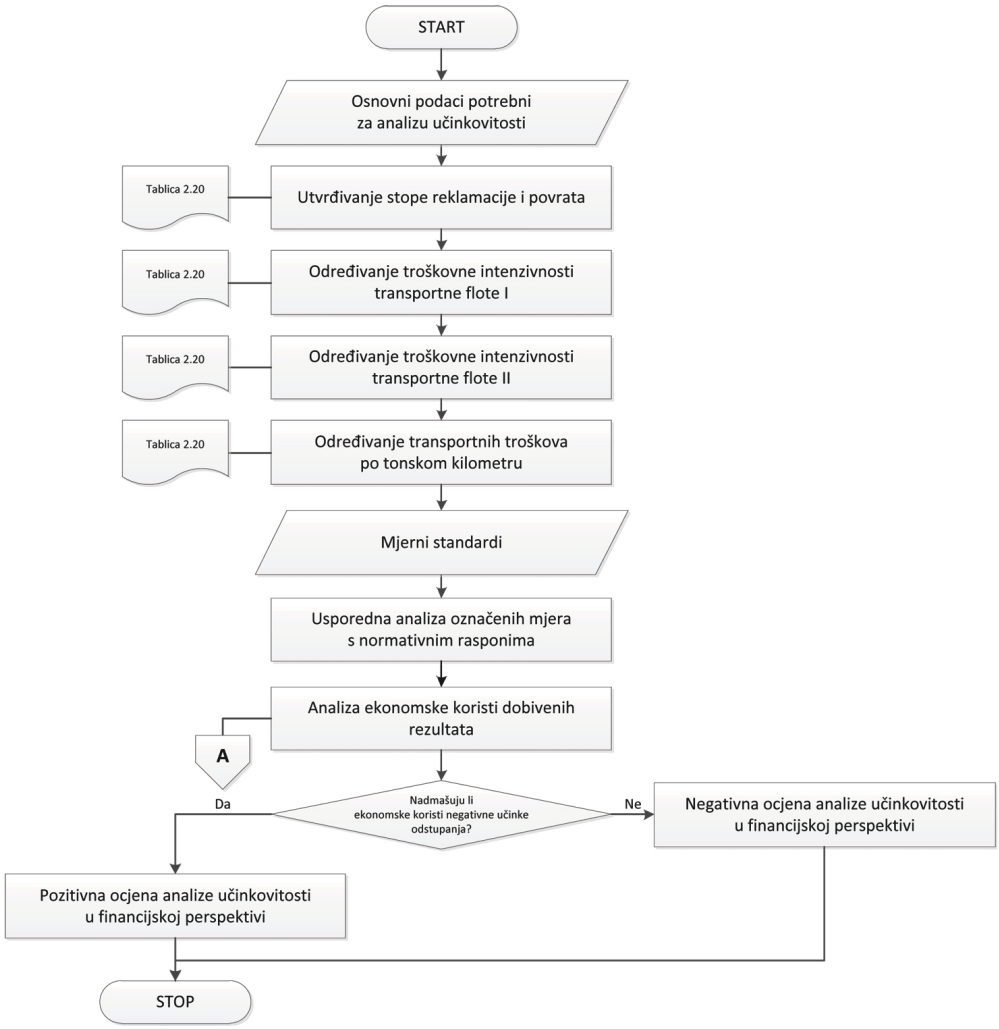
Tablica 4.3. Dodjela bodova u hijerarhiji indikatora – W6

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	Prednost	Vaga	Broj bodova
W1	X	X	X	X	X	X	6	0,286	**2,86**
W2		X	X	X	X	X	5	0,238	**2,38**
W3			X	X	X	X	4	0,190	**1,90**
W4				X	X	X	3	0,143	**1,43**
W5					X	X	2	0,095	**0,95**
W6						X	1	0,048	**0,48**
							21	1,000	**10,00**

Izvor: vlastita studija.

Na slikama 4.15–4.18 prikazani su računski algoritmi za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa u smislu distribucije.

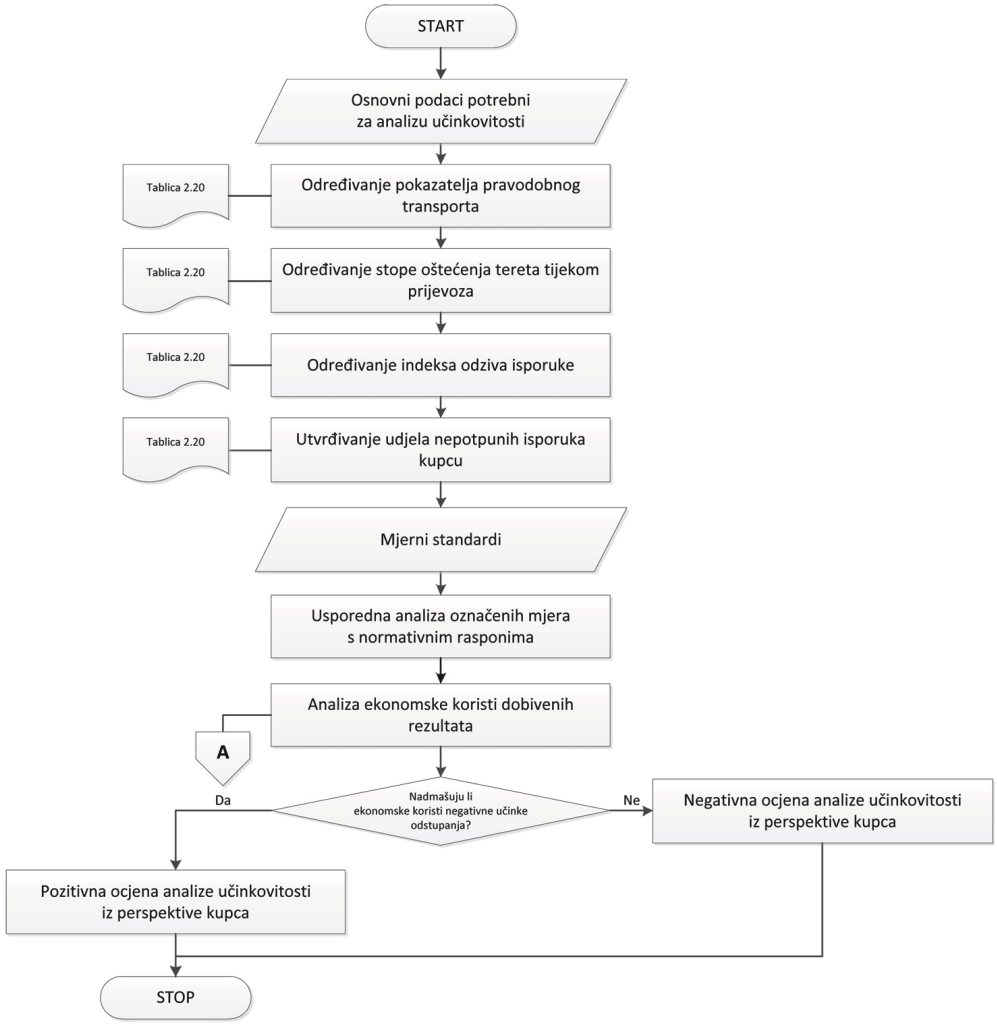
Slika 4.15. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa u financijskoj perspektivi



Izvor: vlastita studija.

Financijska perspektiva u smislu distribucije osnova je za transportne procese za procjenu ekonomičnosti transporta i na strateškoj razini (npr. korištenje voznog parka) i na operativnoj razini (npr. eliminacija praznih vožnji). Ova perspektiva pruža osnovu za analizu isplativosti implementacije prijevoza vlastitim resursima u usporedbi s vanjskim uslugama prijevoza.

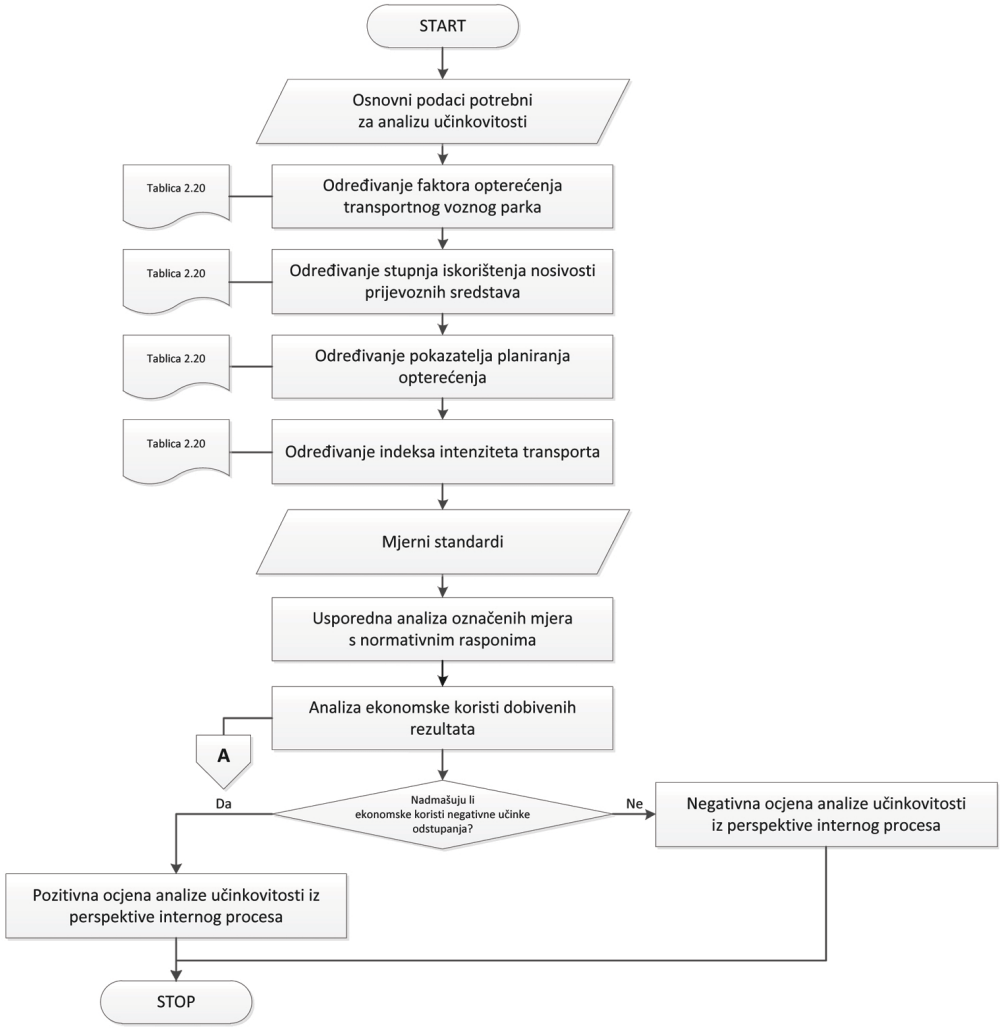
Slika 4.16. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa iz perspektive kupca



Izvor: vlastita studija.

Pogled korisnika na učinkovitost transportnog procesa osnova je za određivanje razine usluge kupcima, a time i osnova za dobivanje plaćanja za pružene logističke usluge. U aspektu distribucije, ova je perspektiva također ključna za prepoznavanje prednosti implementacije rješenja za optimizaciju procesa.

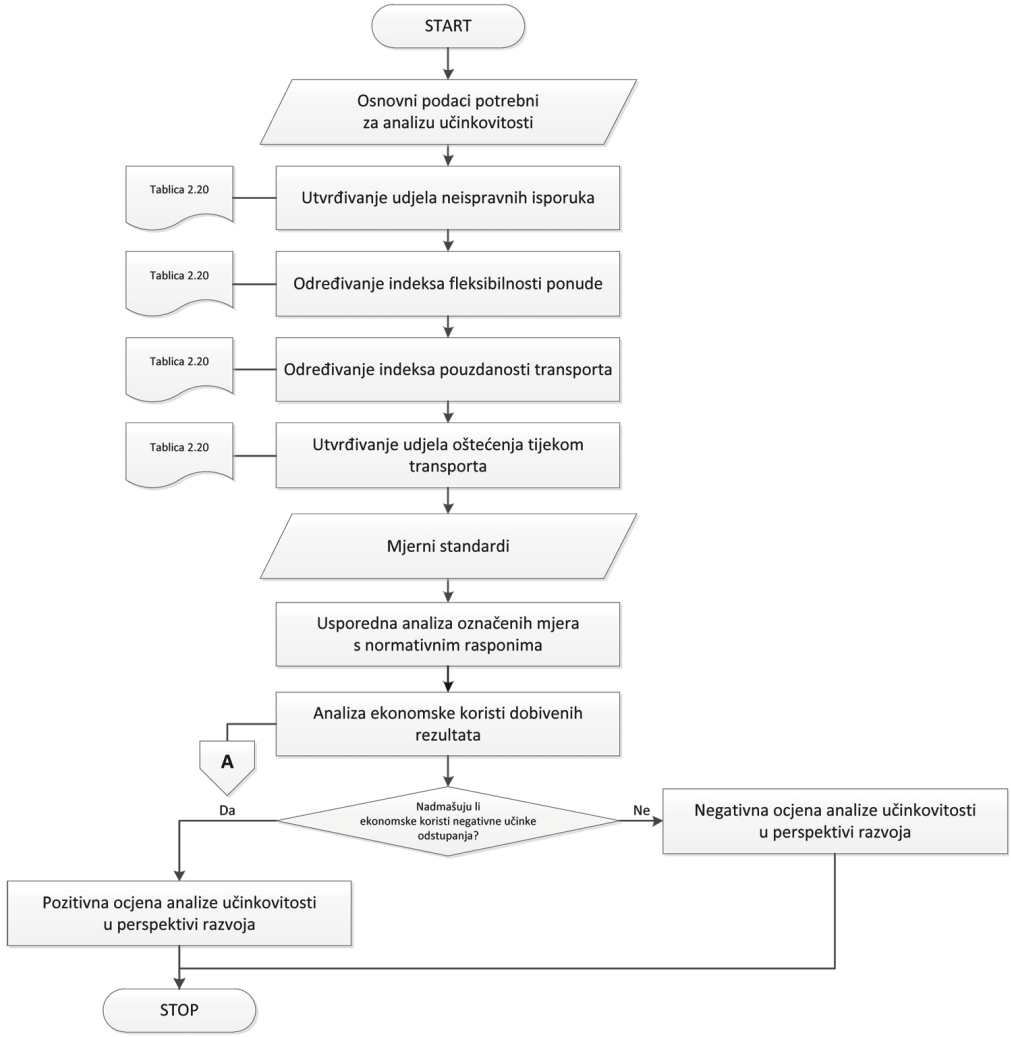
Slika 4.17. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa iz perspektive internog procesa



Izvor: vlastita studija.

Perspektiva internog procesa za transport u smislu distribucije je osnova za identificiranje mogućih poboljšanja i optimizacije. Vrlo često poboljšanja identificirana u ovoj perspektivi ne donose izravnu korist tvrtki koja pruža prijevoz, već korisnicima ove usluge. Međutim, zbog učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, ova perspektiva je vrlo važna za globalni rezultat aktivnosti.

Slika 4.18. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa u perspektivi razvoja



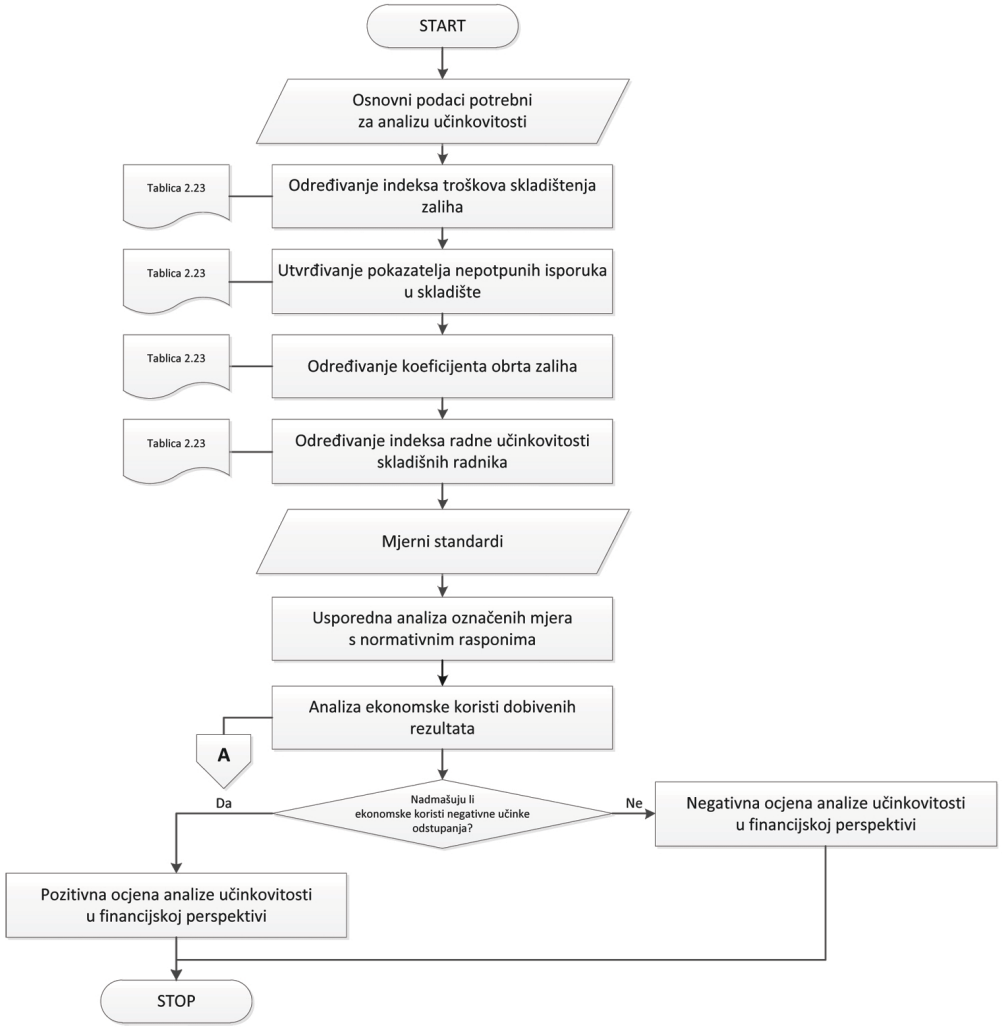
Izvor: vlastita studija.

Razvojna perspektiva prvenstveno se koristi za određivanje ciljanih vrijednosti pokazatelja uspješnosti. Vrlo često su to isti pokazatelji kao u prethodnim perspektivama, ali to nije pravilo. Ova perspektiva ima za cilj pokrenuti inovativna rješenja u procesu distribucije.

Razvijeni model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa sastoji se od sustava od četiri pokazatelja u svakoj perspektivi, što omogućuje korištenje pondera u skladu s tablicom 4.1.

Na slikama 4.19–4.22 prikazani su računski algoritmi za procjenu učinkovitosti skladišnog procesa u smislu distribucije.

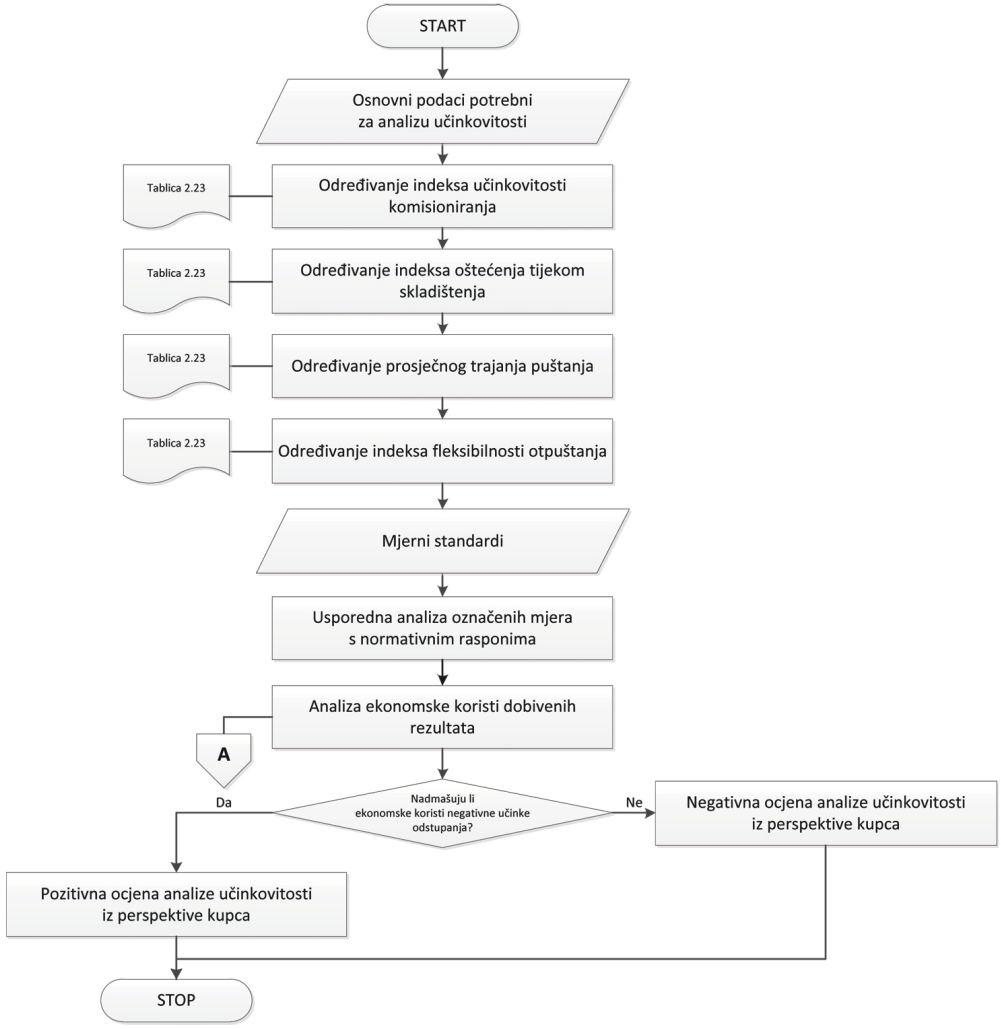
Slika 4.19. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa iz financijske perspektive



Izvor: vlastita studija.

Financijska perspektiva procjene učinkovitosti skladišnih procesa u smislu distribucije u opskrbnom lancu utječe na odluke o ekonomskoj isplativosti održavanja logističkih resursa u usporedbi s outsourcingom skladišnih usluga. Skladišni procesi uvelike utječu na troškove logističkih procesa u cijelom opskrbnom lancu.

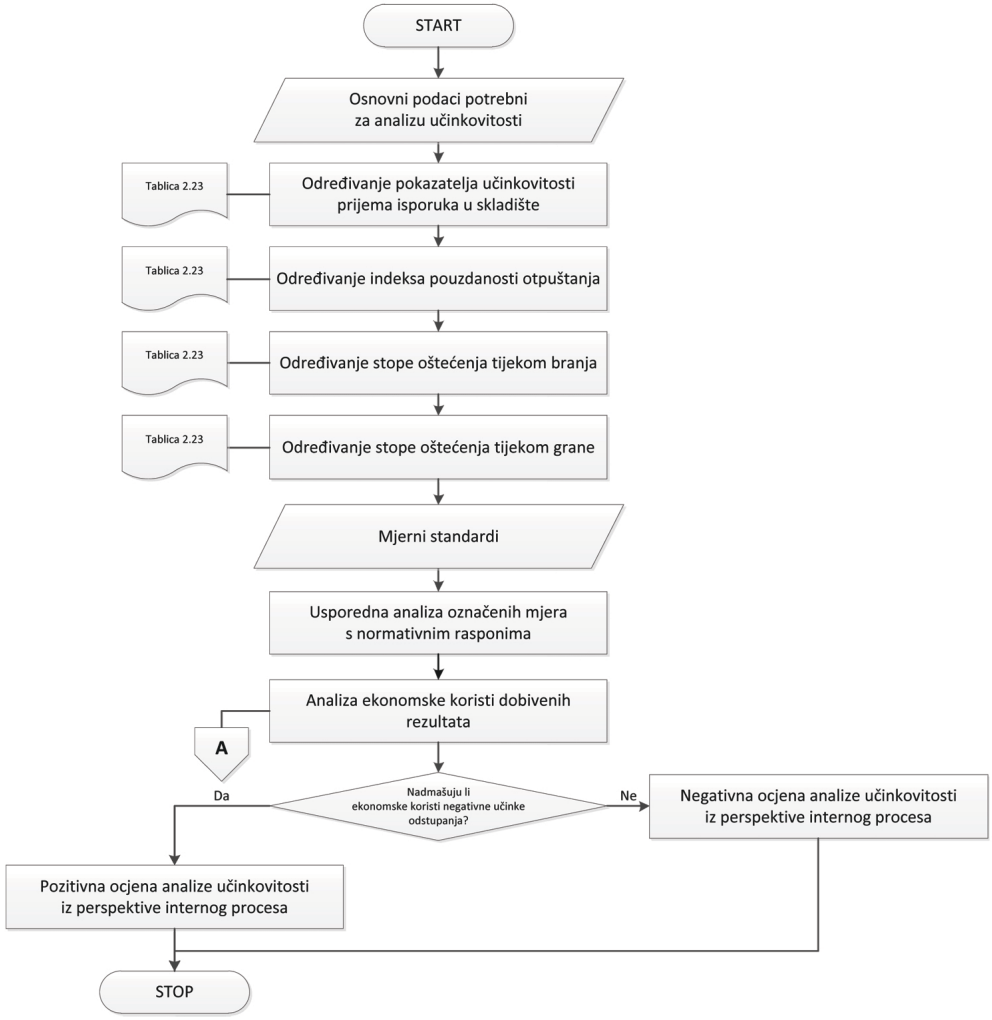
Slika 4.20. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa iz perspektive kupca



Izvor: vlastita studija.

Analiza skladišnih procesa iz perspektive kupca, kao i transportnih procesa, osnova je za prepoznavanje koristi od implementacije poboljšanja i optimizacija iz distribucijske perspektive. Generira koristi za kupca, međutim, zbog učinkovitosti cijelog opskrbnog lanca, može biti ključni čimbenik koji utječe na proces donošenja odluka.

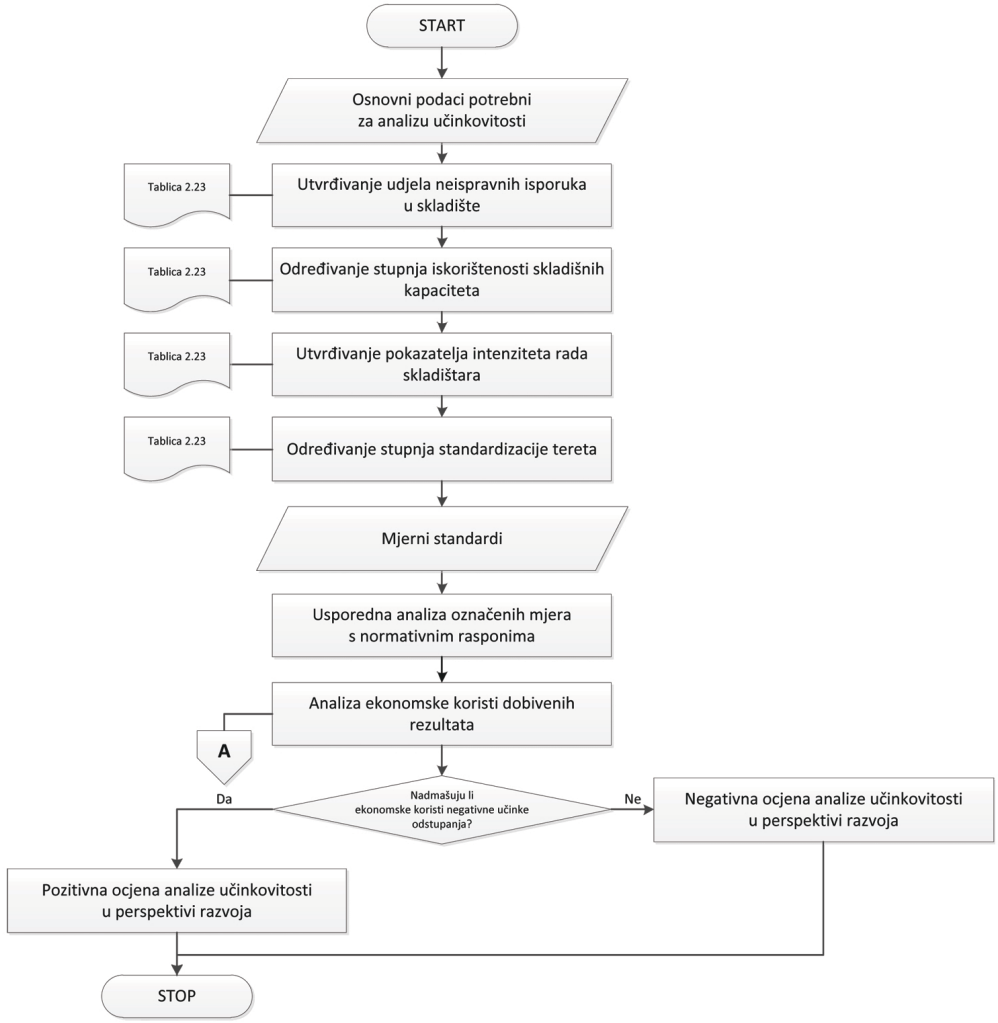
Slika 4.21. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa iz perspektive internog procesa



Izvor: vlastita studija.

Procjena učinkovitosti skladišnih procesa iz perspektive internog procesa temelj je optimizacije skladišta u smislu projektiranja skladišnog prostora, optimizacije tokova robe, uključujući optimizaciju razine zaliha. Ova vam perspektiva omogućuje prepoznavanje prilika za poboljšanje na operativnoj razini.

Slika 4.22. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa u perspektivi razvoja



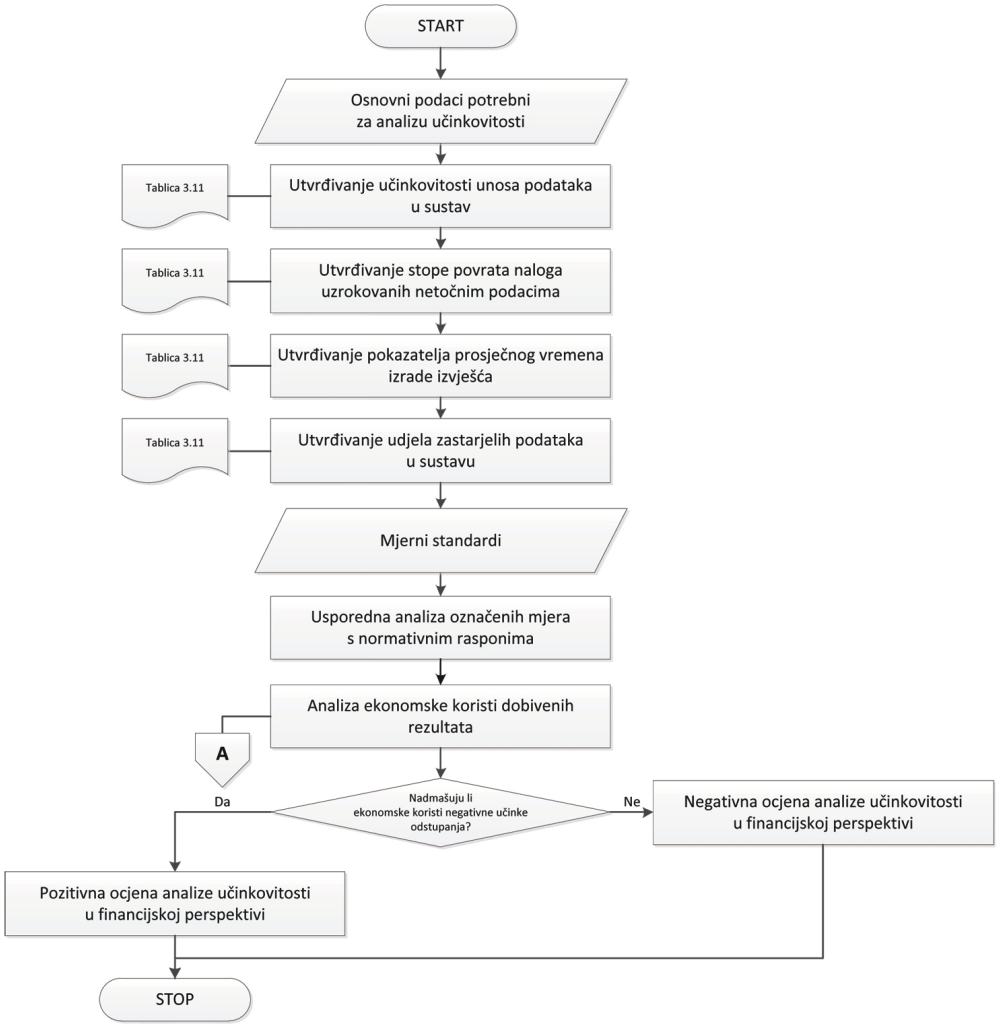
Izvor: vlastita studija.

Razvojna perspektiva prvenstveno se koristi za određivanje ciljanih vrijednosti pokazatelja uspješnosti. Vrlo često su to isti pokazatelji kao u prethodnim perspektivama, ali to nije pravilo. Ova perspektiva ima za cilj pokrenuti inovativna rješenja u procesu distribucije.

Razvijeni model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa sastoji se od sustava od četiri pokazatelja u svakoj perspektivi, što omogućuje korištenje pondera u skladu s tablicom 4.1.

Slike 4.23–4.26 prikazuju računalne algoritme za procjenu učinkovitosti procesa protoka informacija.

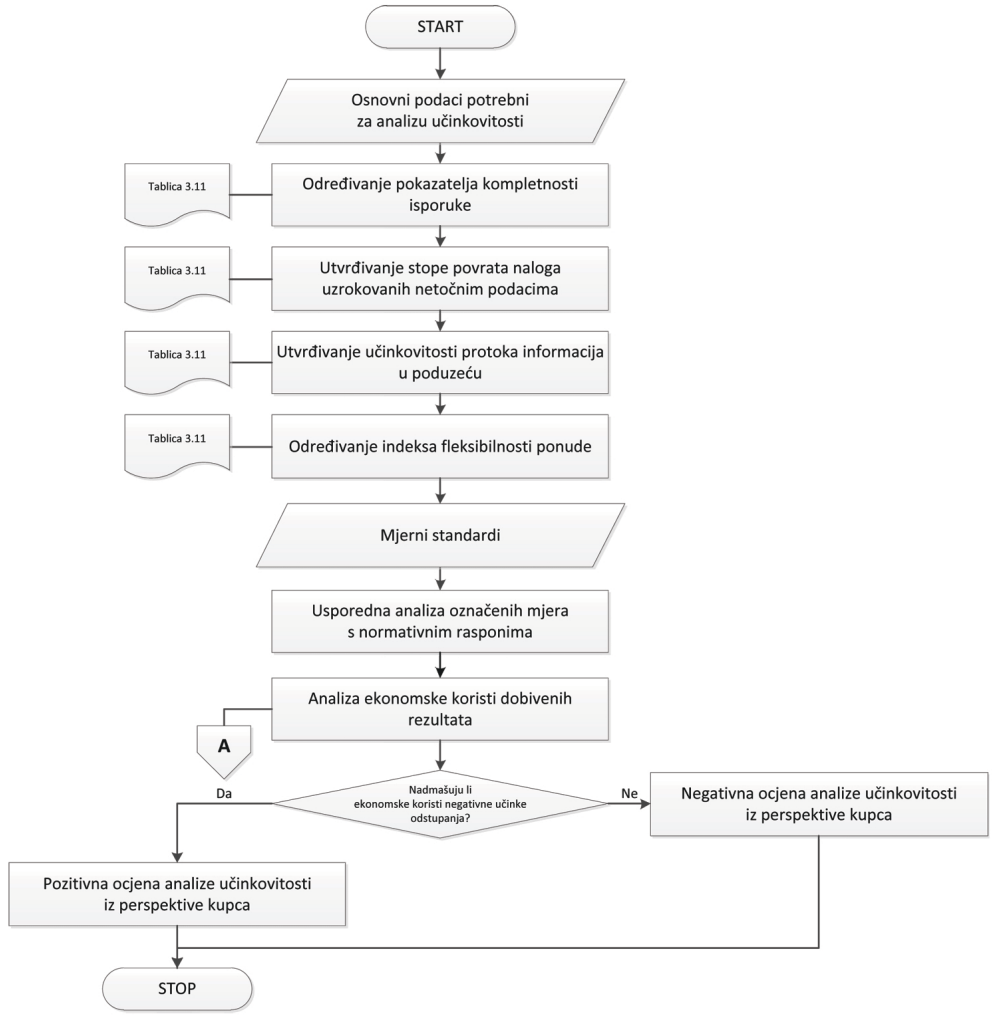
Slika 4.23. Model za ocjenu učinkovitosti protoka informacija u financijskoj perspektivi



Izvor: vlastita studija.

Protok informacija u opskrbnom lancu ima izravan utjecaj na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu, no taj je utjecaj vidljiv tek kada protok informacija nije učinkovit. Nedostatak integriranog protoka informacija uzrokuje neorganiziranost logističkih procesa u smislu pogrešnih i neblagovremenih isporuka, što izravno utječe na visinu logističkih troškova i profitabilnost cjelokupnog opskrbnog lanca.

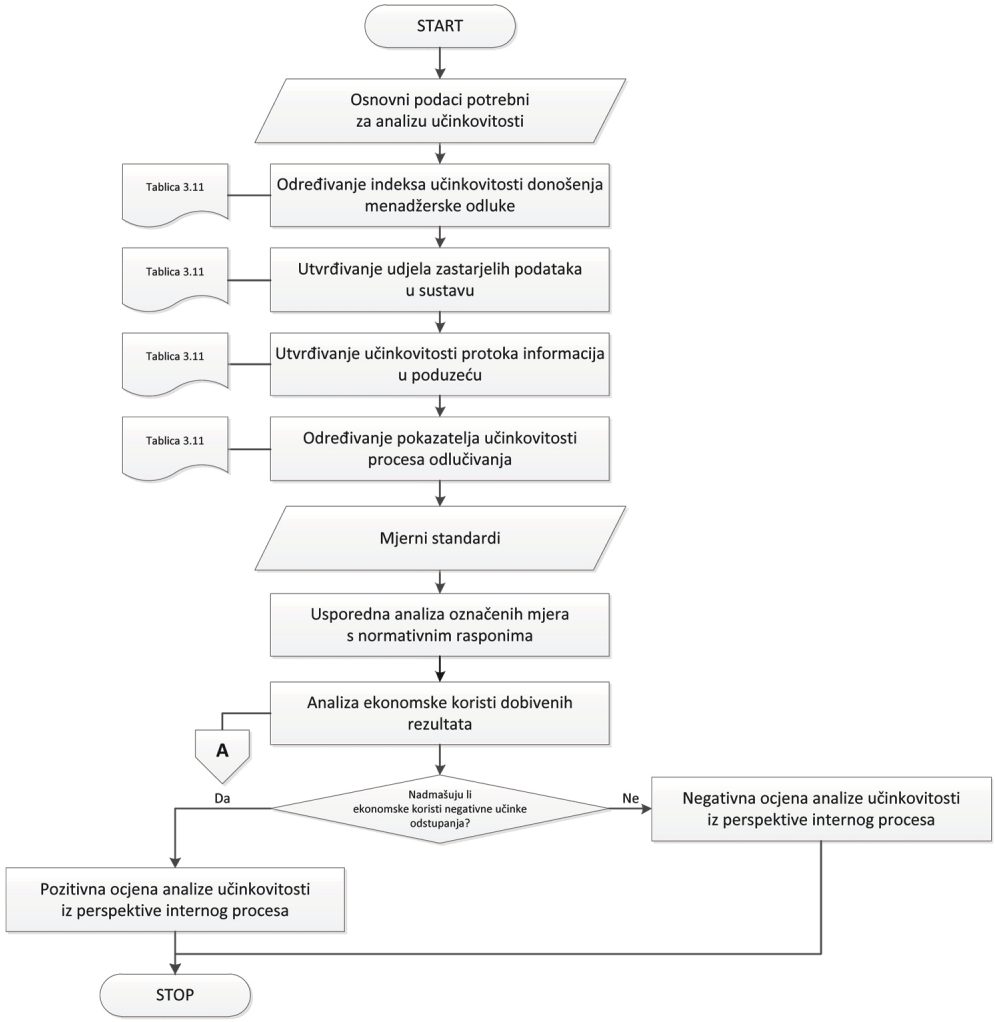
Slika 4.24. Model za procjenu učinkovitosti protoka informacija iz perspektive korisnika



Izvor: vlastita studija.

Perspektiva kupca u procjeni učinkovitosti protoka informacija pokazuje informacijske i tehničke potrebe sudionika u opskrbnom lancu. Praćenje pokazatelja iz ove perspektive vrlo često inicira odluke o provedbi projekata vezanih uz digitalizaciju opskrbnih lanaca, što utječe ne samo na poboljšanje organizacije logističkih procesa, već i na troškove aktivnosti cjelokupnog opskrbnog lanca (Paprocki, 2019).

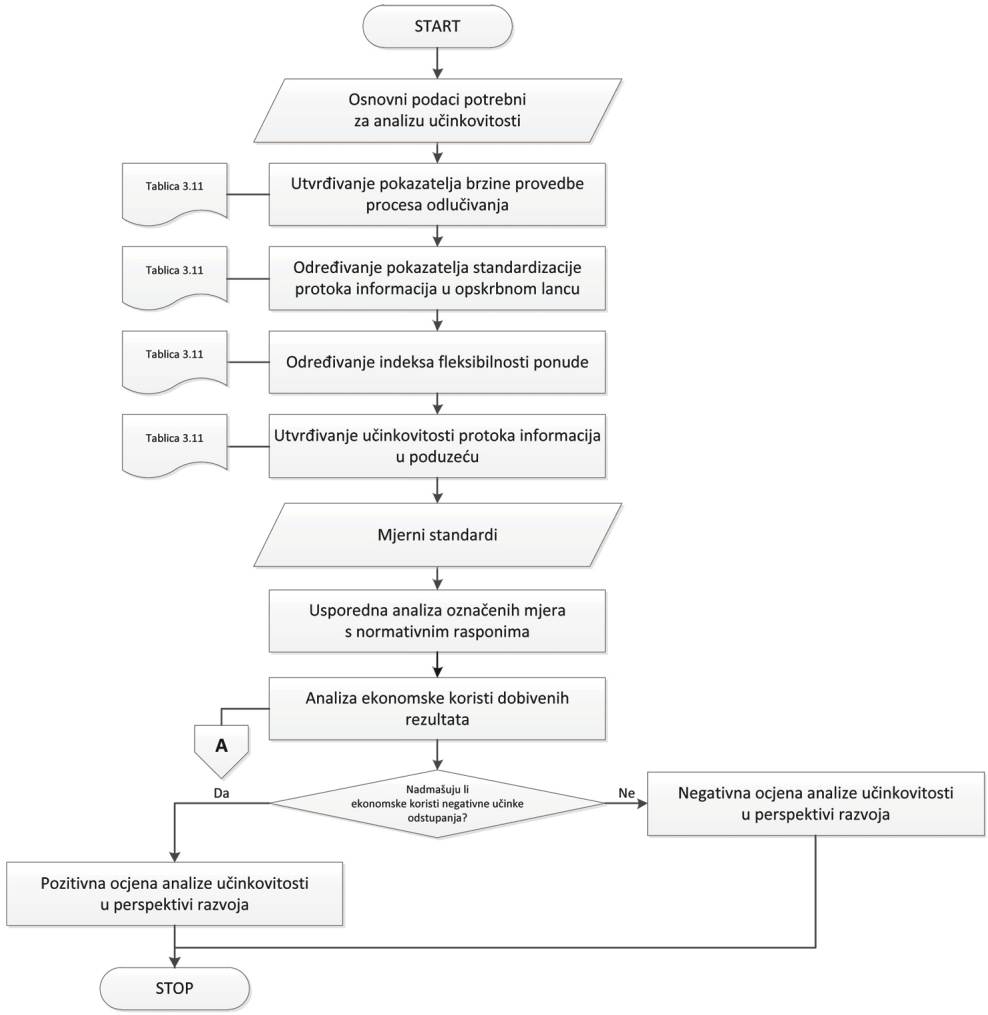
Slika 4.25. Model za procjenu učinkovitosti protoka informacija iz perspektive internog procesa



Izvor: vlastita studija.

Perspektiva internog procesa s aspekta procjene učinkovitosti protoka informacija je inženjersko pitanje koje ukazuje na tehničke uvjete utjecaja točnosti podataka na kvalitetu i brzinu menadžerskih odluka u opskrbnom lancu. Indikatori u okviru ove perspektive definirani su na operativnoj razini, vrlo često nisu izravno povezani s provedbom logističkih procesa, ali njihovi nedostaci rezultiraju dezorganizacijom procesa, generirajući prekomjerne troškove opskrbnog lanca.

Slika 4.26. Model za procjenu učinkovitosti protoka informacija u razvojnoj perspektivi



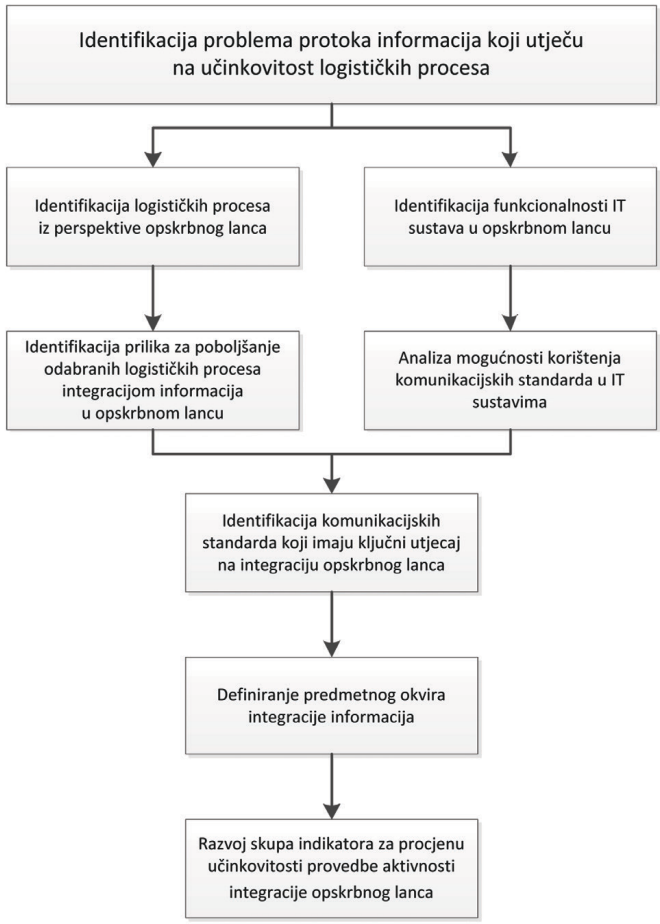
Izvor: vlastita studija.

Razvojna perspektiva u procjeni učinkovitosti protoka informacija određuje prepoznavanje prilika za korištenje inovativnih rješenja i digitalnih tehnologija koje mogu ne samo poboljšati procese, već i utjecati na konkurentsku poziciju opskrbnog lanca.

Razvijeni model za procjenu učinkovitosti procesa protoka informacija sastoji se od sustava od četiri pokazatelja u svakoj perspektivi, što omogućuje korištenje pondera u skladu s tablicom 4.1.

Procjena učinkovitosti protoka informacija nije dovoljna za analizu logističkih procesa u opskrbnom lancu. Vrlo važan aspekt je identifikacija integracijskih potreba i analiza mogućnosti prilagodbe funkcionalnosti IT sustava i alata integraciji s poslovnim partnerima u opskrbnom lancu. Slika 4.27 prikazuje opći koncept identificiranja prilika za integraciju logističkih procesa u opskrbni lanac.

Slika 4.27. Opći koncept identificiranja mogućnosti informacijske integracije logističkih procesa u lancu opskrbe



Izvor: vlastita studija.

Identifikacija mogućnosti za informacijsku integraciju logističkih procesa temelji se na dva temeljna aspekta:

- identifikacija logističkih procesa u smislu opskrbnog lanca, o čemu se dosta raspravljalo u smislu transponiranja ciljeva u operativne aktivnosti i mogućnosti standardizacije logističkih procesa,

- utvrđivanje funkcionalnosti IT sustava koje koriste pojedini poslovni partneri u opskrbnom lancu u smislu mogućnosti integracije sustava i korištenja komunikacijskih standarda.

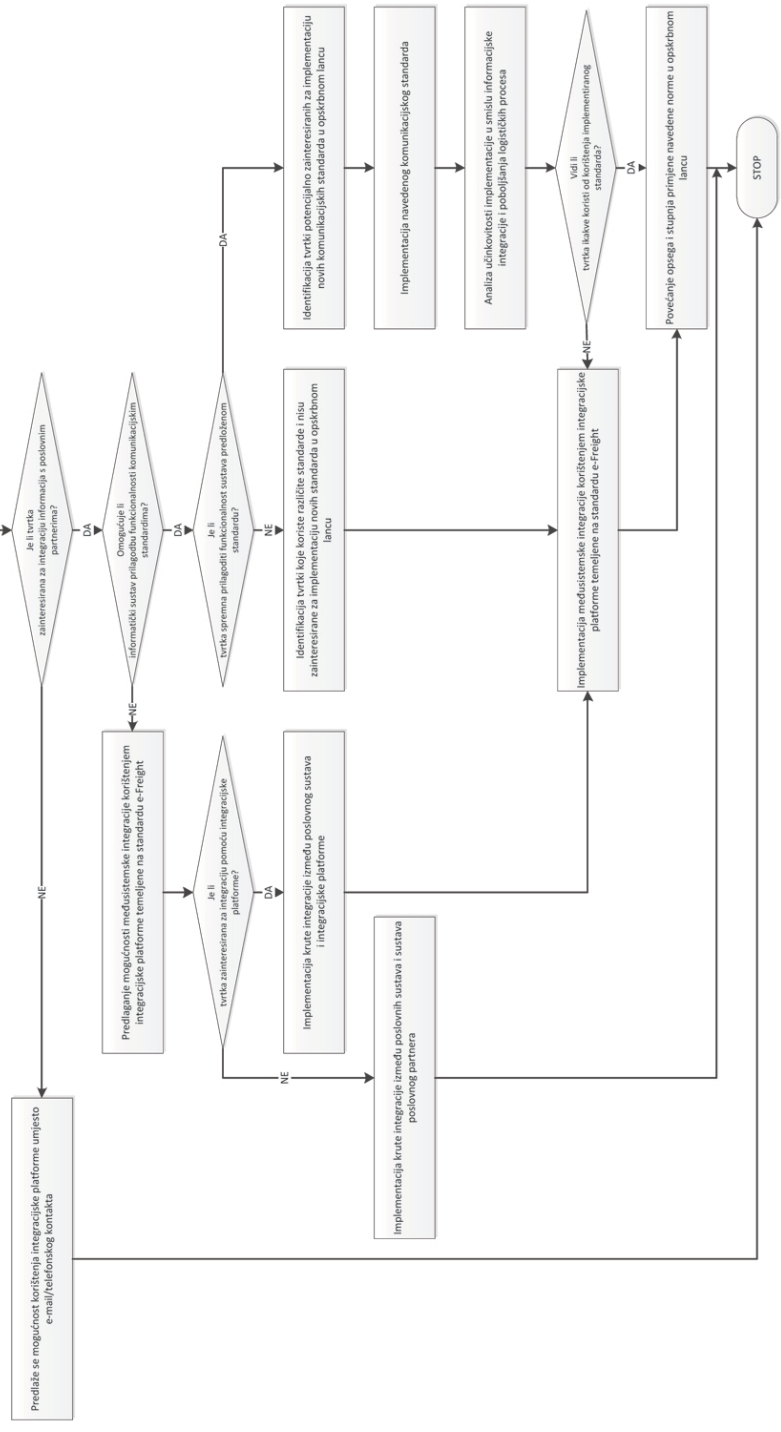
Analiza funkcionalnosti IT sustava treba se temeljiti na identifikaciji trenutnog stanja u analiziranom opskrbnom lancu, ali također treba biti potkrijepljena benchmarking aktivnostima koje će ukazati na dobre prakse u analognim opskrbnim lancima, dobro organiziranim i tehnološki razvijenim. Slika 4.28 prikazuje koncept identificiranja integracijskih potreba pojedinih poslovnih partnera u opskrbnom lancu.

Ovaj koncept predstavlja logiku postupnog uvođenja jedinstvenih standarda u opskrbnom lancu. Posebna strategija je korištenje rješenja razvijenog prema standardu e-Freight[65]. Ovo se rješenje koristi kada se IT sustavi poduzeća ne mogu funkcionalno prilagoditi navedenim komunikacijskim standardima ili koriste druge standarde dostupne u poslovnoj praksi. Korištenje standarda e-Freight korištenjem integracijske platforme omogućit će informacijsku integraciju ne samo gore navedenih poslovnih partnera, već i onih koji su spremni ili već koriste identificirane komunikacijske standarde u protoku informacija.

Element koji nadopunjuje razvijeni model za ocjenu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu je financijski aspekt, koji je sastavni dio svakog od ostalih elemenata predstavljenog organizacijskog modela. Financijski pokazatelji pojavljuju se u svakom opsegu analiza učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu. Sa stajališta učinkovitosti, važan aspekt je povezivanje financijskog toka s informacijskom integracijom poduzeća u opskrbnom lancu. Proces narudžbe do gotovine odnosi se na poslovni proces tvrtke za cijeli sustav obrade narudžbi. Riječ je o skupu poslovnih procesa kojima se upravlja od prodajne narudžbe do plaćanja kupca, što je iznimno važno za učinkovitost integriranog opskrbnog lanca.

[65] Više informacija o primjenjivosti standarda e-Freight predstavljeno je u 3. poglavlju.

Slika 4.28. Model za identifikaciju integracijskih potreba pojedinih poslovnih partnera u opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

5.

Provjera modela učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu

5.1. Metodologija provođenja verifikacijskih ispitivanja

Verifikacijsko istraživanje ima za cilj potvrditi ili opovrgnuti postojanje određenog stanja unutar pojava i procesa koji se razmatraju. Njihov cilj je prvenstveno uspostaviti odnos između nezavisnih i zavisnih varijabli. Polazna točka za studije provjere su ili poznati učinci bez poznavanja uzroka ili točno poznati uzroci bez poznavanja učinaka. Najčešće se koriste induktivni testovi provjere (izvješćivanje ili dizajn). Studije induktivne verifikacije uključuju utvrđivanje posljedica za poznate uzroke. Oni određuju zavisne varijable koje su rezultat poznatih nezavisnih varijabli. U metodologiji istraživanja ova vrsta verifikacije omogućuje utvrđivanje u kojoj mjeri različiti čimbenici utječu na poboljšanje učinkovitosti (Apanowicz, 2002, str. 36), što opravdava izbor verifikacijskog istraživanja provedenog u ovom radu.

U poslovnoj realnosti vođenja poduzeća moguće je analizirati odabrani skup varijanti verifikacije modela podložnih daljnjoj evaluaciji, isključujući slučajeve koji su teško implementirani, nepovoljni, s malom vjerojatnošću uspjeha te specifične i osebujne slučajeve (Keeney i Raiffa, 1993). Postizanje cjelovitosti varijanti uglavnom nije moguće, ali kvaliteta analize raste s većim brojem razmatranih rješenja (Roubens, 1982; Zavadskas & Turskis, 2011).

Kako bi se riješio problem broja provedenih verifikacijskih rješenja, donesena je odluka da se koristi metoda studije slučaja kao alat za odgovaranje na istraživačka pitanja koja zahtijevaju objašnjenje procesa koji se odvijaju u poduzećima

(Czakon, 2006, str. 10). Specifičnost znanosti o upravljanju omogućuje korištenje studija slučaja kao korisne metode za rješavanje problema, kako znanstvenih tako i onih koji proizlaze iz poslovne prakse. Prema RK Yinu (2009, str. 18), studija slučaja ima dvije funkcije:

- empirijski, temeljen na analizi i procjeni pojava koje se događaju u gospodarskoj praksi,
- komparativni, koji se sastoji u pouzdanom prikupljanju i obradi podataka iz mnogih izvora.

Studija slučaja, u usporedbi s drugim metodama istraživanja, nudi širi raspon tehnika i alata za prikupljanje i analizu podataka. Izvori podataka mogu biti opažanja, intervjui, podaci i dokumenti poduzeća, novinski članci i ankete. Obrazloženje za korištenje studije slučaja može biti bilo koja kombinacija opisa problema koji se proučava, pokušaja njegovog razumijevanja, mogućnosti predviđanja ovisnih čimbenika, kao i kontrole provedbe procesa. Detaljna identifikacija interakcija koje se događaju u određenom procesu u određeno vrijeme glavni je cilj istraživanja studije slučaja (Woodside, 2010, str. 16). Brojne mogućnosti dobivanja podataka znače da metoda studije slučaja nije metodološki ograničena u smislu analize podataka (Wójcik, 2013, str. 18). Studiju slučaja treba promatrati kao jedan i ograničeni istraživački proces koji ima za cilj detaljnu analizu korištenjem više istraživačkih tehnika tijekom dugog vremenskog razdoblja (Maylor & Blackmon, 2005, str. 243).

Studija slučaja omogućuje zaključke kroz (Banaszyk, 2008, str. 122):

- pretraživanje i tumačenje informacija koje opisuju slučaj,
- traženje skrivenih premisa proučavanih pojava,
- kontakt s ordinacijom o kojoj je slučaj evidentiran,
- kontrasta i usporedbe, osobito kada se proučava mnogo slučajeva različitih situacija povezanih s istom kategorijom pojava.

Razlika između eksperimenta i studije slučaja je u tome što eksperiment manipulira pojavama koje se proučavaju, dok studija slučaja procjenjuje trenutno stanje. Eksperiment je studija u kojoj se jedna ili više varijabilnih karakteristika predmeta proučavanja manipulira u jednom ili više („eksperimentalnih“) slučajeva predmeta proučavanja i u kojoj se analiziraju rezultati dobiveni u eksperimentalnom slučaju ili slučajevima (Dul i Hak, 2007, str. 5).

Istraživačke metode temeljene na studiji slučaja ne podliježu ocjeni reprezentativnosti istraživačkog uzorka (Siggelkow, 2007, str. 21). Studija slučaja ima za cilj prikazati odnose između pojava koje se javljaju u opisanim procesima.

Kvantitativne metode temeljene na statistički reprezentativnom uzorku istraživanja ne omogućuju provođenje takvih analiza. Tablica 5.1 prikazuje usporedbu studije slučaja i kvantitativne metode.

Tablica 5.1. Usporedba studije slučaja i kvantitativnih metoda

Specifikacija	Studija slučaja	Kvantitativne metode
Logika replikacije	Analitički (doslovno i teoretski)	statistički
Uzorkovanje	svrhovito	slučajan
Vrsta generalizacije	analitički	statistički
Jaka strana	bogatstvo informacija	broj informacija

Izvor: Wójcik, 2013, str. 21.

Studija slučaja može stvoriti teorijske konstrukte bolje od opsežnog statističkog istraživanja i pružiti uvjerljive argumente za opisivanje kombinacije uzroka fenomena koji se proučava (Banaszyk, 2008, str. 124).

Ovisno o svrsi istraživanja, razmatrana metoda može biti u obliku jedne ili više studija slučaja. Pojedinačne studije slučaja osmišljene su za potvrđivanje teorija, dok višestruke studije slučaja omogućuju testiranje teorija međusobnom usporedbom slučajeva. Te razlike prvenstveno proizlaze iz temeljnih ciljeva istraživanja i ovise o tome:

- istraživanje je usmjereno na generiranje hipoteze ili testiranje hipoteze,
- prioritet se daje važnosti pojava koje se događaju unutar procesa ili izvana – u njihovoj okolini,
- vrednija je analiza uzročnih mehanizama ili analiza učinaka tih uzroka,
- opseg uzročnog zaključivanja je specifičan ili širok.

Te razlike također ovise o empirijskom obliku fenomena koji se proučava, tj. o tome je li:

- populacija proučavanih slučajeva je heterogena ili homogena,
- odnos uzroka i posljedice jak ili slab,
- korisna diferencijacija ključnih parametara unutar dane skupine fenomena je rijetka ili uobičajena,
- dostupni podaci su koncentrirani ili raspršeni (Gerring, 2006, str. 38).

Osnovne razlike između pojedinačnih i višestrukih studija slučaja prikazane su u tablici 5.2.

Tablica 5.2. Usporedba pojedinačnih i višestrukih studija slučaja

Opseg usporedbe		Sličnost	
		Studija pojedinačnog slučaja	Više studija slučaja
Ciljevi istraživanja	Hipoteza	Generiranje hipoteza	Testiranje hipoteza
	Prioritizacija istraživanja	Proučavanje pojava koje se događaju unutar procesa	Proučavanje pojava koje se događaju izvan procesa (u okolišu)
	Korišteni istraživački mehanizmi	Analiza uzroka	Analiza učinaka identificiranih uzroka
	Opseg istraživanja	Detaljan	Širok
Empirijski faktori	Populacija proučavanih slučajeva	Heterogena	Homogena
	Moć uzroka i posljedice	Jaka	Slaba
	Diverzifikacija ključnih parametara	Rijetko	Uobičajeno
	Dostupnost podataka	Koncentrirano	Razbacani

Izvor: vlastita studija prema: Gerring, 2006, str. 38.

Studija višestrukog slučaja uključuje odabir različitih ili sličnih slučajeva za koje istraživač vjeruje da će pružiti odgovarajuće različite ili slične zaključke. Uzimajući u obzir specifičnost učinkovitosti logističkih procesa, autor je odlučio provesti višestruku studiju slučaja koja omogućuje usporedbu varijanti s kontrastnim značajkama[66] kao dio većeg slučaja. Provjera pomoću višestruke studije slučaja smatra se pouzdanijom od pojedinačne studije slučaja (Eisenhardt & Graebner, 2007, str. 27), budući da omogućuje opis razlika i sličnosti između analiziranih varijanti kako bi se identificirali opći trendovi (Banaszyk, 2008, str. 123).

Literatura o mogućnosti verifikacije modela pomoću studija slučaja sadrži različita stajališta o broju varijanti koje treba analizirati kako bi zaključci iz studije bili znanstveni. Dominantno gledište predlaže provođenje četiri do deset studija slučaja (Eisenhardt & Graebner, 2007; Wójcik, 2013; Yin, 2009). Uzimajući u obzir specifičnost učinkovitosti logističkih procesa u smislu opskrbnog lanca, odlučeno je da će provođenje empirijske analize za najmanje četiri varijante studije slučaja omogućiti verifikaciju razvijenog modela. Tablica 5.3 prikazuje specifičnosti kriterija za suprotstavljanje obilježja u analizi učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

[66] Varijante s kontrastnim značajkama unutar jedne studije slučaja razvijene su metodom ekstremnog slučaja, koja uključuje odabir različitih slučajeva (s krajnjih krajeva ljestvice) u istraživački uzorak, što omogućuje usporedbu i analizu tih varijanti.

Tablica 5.3. Kriteriji za suprotstavljanje obilježja studije slučaja

Kriterij	Kontrastne značajke		
Razina analize	Operativni	Strateški	
Faze toka materijala	Nabava	Proizvodnja	Distribucija
Podržavanje tokova procesa	Financijski tijek	Tijek informacija	

Izvor: vlastita studija.

Na temelju analize metodoloških pretpostavki korištenja studije slučaja kao metode provjere rješenja istraživačkog problema i identificiranih posebnosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, izolirane su i podvrgnute daljnjoj analizi sljedeće varijante studije slučaja:

- učinkovitost intermodalnog opskrbnog lanca – u smislu optimizacije logističkih procesa i integracije protoka informacija na strateškoj razini,
- učinkovitost procesa naloga za unovčavanje u opskrbnom lancu – financijski i informacijski protok na strateškoj razini,
- učinkovitost opskrbe rezervnim dijelovima na operativnoj razini,
- učinkovitost proizvodnje u korištenju optimizacijskih rješenja u strateškom i operativnom smislu,
- učinkovitost distribucijskih procesa korištenjem 4PL operatora i integracija protoka informacija.

Korištenje metode studije slučaja dovodi do razvoja takvog broja varijanti aktivnosti i organizacijskih i procesnih rješenja racionalizacije koji omogućuju verifikaciju razvijenog modela s prihvatljivom razinom povjerenja u broju analiziranih slučajeva. Predloženi skup varijanti provjere treba smatrati potpunim i sveobuhvatnim, a varijante – Pareto optimalnim. Zaključno, može se reći da će korištenje metode studije slučaja omogućiti i analizu problematike o kojoj se raspravlja i jasnu prezentaciju konceptualnih pretpostavki modela.

Razvijeni opseg provjere metodom studije slučaja potkrijepljen je provedbom istraživačkih projekata u kojima je autor bio voditelj ili izvođač. Istraživački projekti omogućili su prikupljanje podataka potrebnih za provođenje analiza i sučeljavanje pretpostavki razvijenog modela s poslovnom praksom. Tablica 5.4 prikazuje popis istraživačkih projekata koji podupiru verifikaciju modela za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

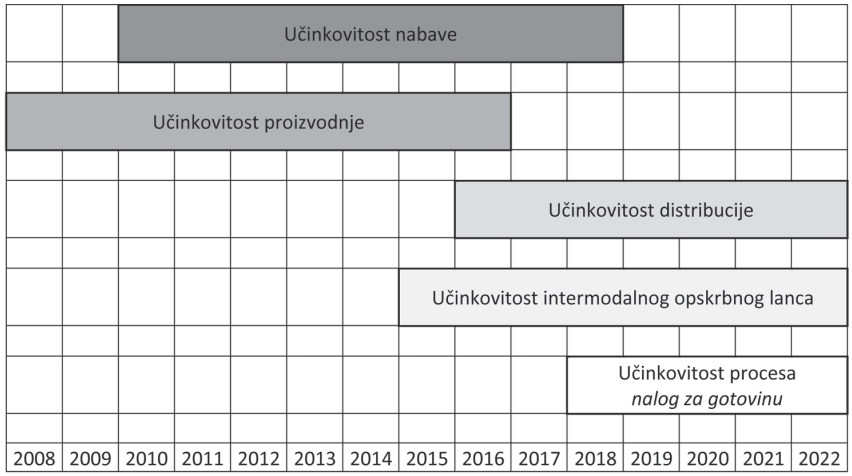
Tablica 5.4. Popis istraživačkih projekata kojima se provjeravaju specifični dosegi modela za procjenu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu

Opseg provjere	Proveden istraživački rad
Učinkovitost intermodalnog opskrbnog lanca	e-Freight Implementation Action (e-Impact)', br. 2014-EU-TM-0686-S, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2015–2018.
	"Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u lučkom okruženju", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018.
	Progress towards Federated Logistics through the Integration of TEN-T into A Global Trade Network' – PLANET, Grant Agreement No 860274, Istraživačka mreža Łukasiewicz – Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2020–2022.
	'North Sea Baltic Connector of Regions – NSB Core, Interreg Baltic Sea Region Programme 2014–2020', Grant Agreement No R033, provedeno iz sredstava za financiranje znanosti koje je odobrilo Ministarstvo znanosti i visokog obrazovanja odlukom br. 3676/INTERREG BSR/16/2017/2, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2017–2020.
Učinkovitost procesa narudžbe za gotovinu u opskrbnom lancu	„Analiza utjecaja operativnih aktivnosti na učinkovitost distribucijskih procesa", br. KCiSI1/17, Sveučilište za logistiku, Poznań 2017–2019.
	"Učinkovitost upotrebe GS1 logističkih oznaka u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018.
	„Analiza mogućnosti korištenja procesa narudžbe za gotovinu u opskrbnim lancima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2019–2021.
	"Paperless – Analiza mogućnosti digitalizacije opskrbnih lanaca", Łukasiewicz Research Network – Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2020–2022.
Učinkovitost opskrbe proizvodnje rezervnim dijelovima	"Razvoj prototipa elektroničke logističke platforme za poslovne usluge koristeći koncept 4PL/5PL", Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2007–2010.
	„Simulacija upravljanja materijalnim tokovima poduzeća s instrumentom viševarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", br. N N509 549940, koja se provodi iz sredstava financiranja znanosti dodijeljenih od strane Ministarstva znanosti i visokog obrazovanja odlukom br. 5499. /B/T02/2011/40, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2011–2013.
	"Razvoj metoda i alata koji podržavaju analizu i poboljšanje logističkih procesa poduzeća i opskrbnih lanaca – LOGIBAR", br. S-3737-4-2014, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2014.
	„Referentni model za višedimenzionalni prijenos financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", br. KILiI 1/16, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2016–2018.
Učinkovitost proizvodnje	„Simulacija upravljanja materijalnim tokovima poduzeća s instrumentom viševarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", br. N N509 549940, koja se provodi iz sredstava financiranja znanosti dodijeljenih od strane Ministarstva znanosti i visokog obrazovanja odlukom br. 5499. /B/T02/2011/40, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2011–2013.
	„Referentni model za višedimenzionalni prijenos financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", br. KILiI 1/16, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2016–2018.
Učinkovitost distribucijskih procesa	"Informacijski instrumenti koji podržavaju optimizaciju transportnih procesa u opskrbnim lancima", br. KPL1/2013, Sveučilište za logistiku, Poznań 2013–2015.
	„Referentni model za višedimenzionalni prijenos financijskog rezultata poduzeća u operativno upravljanje u opskrbnom lancu (Score-Driven Management)", br. KILiI 1/16, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2016–2018.
	"Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u TSL industriji", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.
	"Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.
	„Analiza utjecaja operativnih aktivnosti na učinkovitost distribucijskih procesa", br. KCiSI1/17, Sveučilište za logistiku, Poznań 2017–2019.
	„Analiza mogućnosti korištenja procesa narudžbe za gotovinu u opskrbnim lancima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2019–2021.

Izvor: vlastita studija.

Složenost tema o kojima se raspravljalo natjerala je istraživanje na dulje vremensko razdoblje. Na slici 5.1 prikazan je raspored radova provjere koji se provode u pojedinim djelokruzima učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

Slika 5.1. Plan istraživanja učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

Učinkovitost u pojedinim fazama toka materijala u opskrbnom lancu podvrgnuta je verifikacijskim ispitivanjima u različitim razdobljima. Razlog tome je rok za provedbu istraživanja u projektima, ali prije svega potreba za odvajanjem poslova provjere učinkovitosti u fazama nabave, proizvodnje i distribucije. Izneseni podaci o učinkovitosti proizvodnje su udaljeni, ali je njihov prikaz u ovom radu nužan kako bi se zajamčila cjelovitost provedenih analiza u pogledu cjelokupnog opskrbnog lanca.

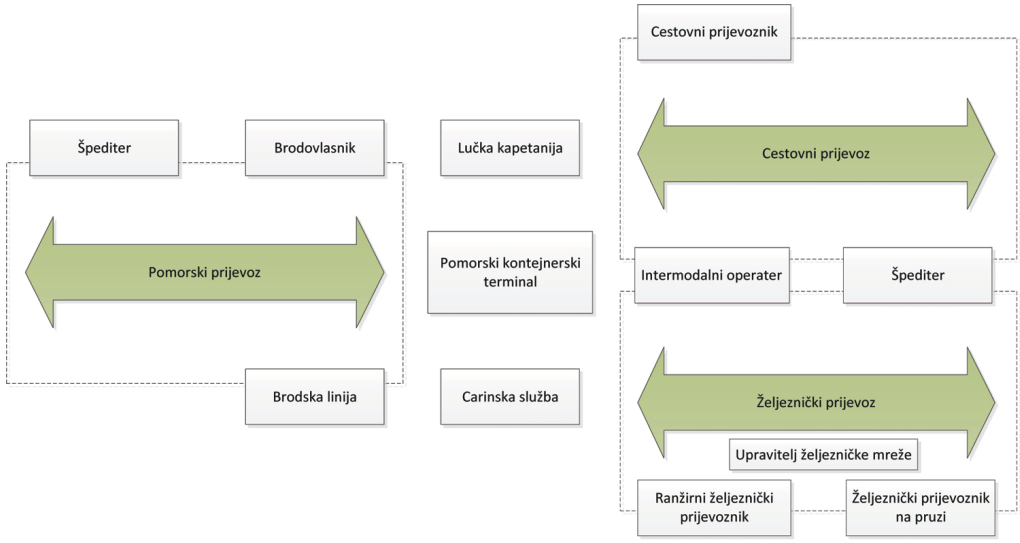
5.2. Učinkovitost intermodalnih opskrbnih lanaca – strateški pristup

Intermodalni prijevoz znači prijevoz robe u kojem se koriste najmanje dva različita načina prijevoza i koristi se ista utovarna jedinica tijekom cijele rute (Długosz, 2009, str. 278). Intermodalni transport koristi se ne samo za smanjenje emisija ispušnih plinova u atmosferu (Ye et al., 2022) ili smanjenje troškova prijevoza, već i za skraćivanje trajanja prijevoza robe. U sklopu intermodalnog transporta uočava se kontinuirani porast važnosti željezničkog prometa, posebice u smislu poboljšanja i utjecaja na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima (Kushakova, 2022).

Iz strateške perspektive, intermodalni opskrbni lanac utječe ne samo na način i učinkovitost transportnih procesa, već i na lokaciju distribucijskih centara i prekrcajnih terminala. Trenutno je najčešći intermodalni lanac opskrbe interkontinentalni prijevoz tereta kontejnerskim brodovima, gdje se doprema kontejnera do luke za utovar i prijevoz kontejnera od odredišne luke do kupca obavlja na željezničkim platformama (Pyza & Piątek, 2017). U slučaju takvih isporuka, prijevozno sredstvo se mijenja dva puta: u morskim lukama (brod – vagon) i na krajnjem intermodalnom terminalu (vagon – automobil).

Primjena osnovnih postavki intermodalnog transporta podrazumijeva korištenje različitih načina transporta tijekom transporta (cestovni, željeznički, pomorski itd.) – to se uglavnom odnosi na kontejnere na globalnoj razini. Složenost procesa također uzrokuje složenost u protoku informacija između pojedinačnih poslovnih uloga uključenih u široko shvaćeno lučko okruženje. Slika 5.2 prikazuje dijagram dionika intermodalnog opskrbnog lanca, uzimajući perspektivu pomorskog kontejnerskog terminala kao čvora koji povezuje različite načine transporta.

Slika 5.2. Dionici integracije intermodalnog opskrbnog lanca



Izvor: vlastita studija.

Zainteresirani za integraciju su logistički operateri koji provode logističke procese, cestovni prijevoznici, željeznički prijevoznici, špediteri, kontejnerski terminali (pomorski i kopneni), brodari, brodari, lučke uprave i carinske službe. Analizom literature na tu temu i promatranjem poslovne prakse može se zaključiti da je kontejnerski terminal ključna karika u intermodalnom opskrbnom

lancu koja utječe na učinkovitost logističkih procesa (Kubowicz, 2019; Waldmann, 2017). Tako velika raznolikost poslovnih partnera potencijalno uključenih u provedbu procesa uzrokuje različite zahtjeve za razmjenom informacija na različitim razinama detalja.

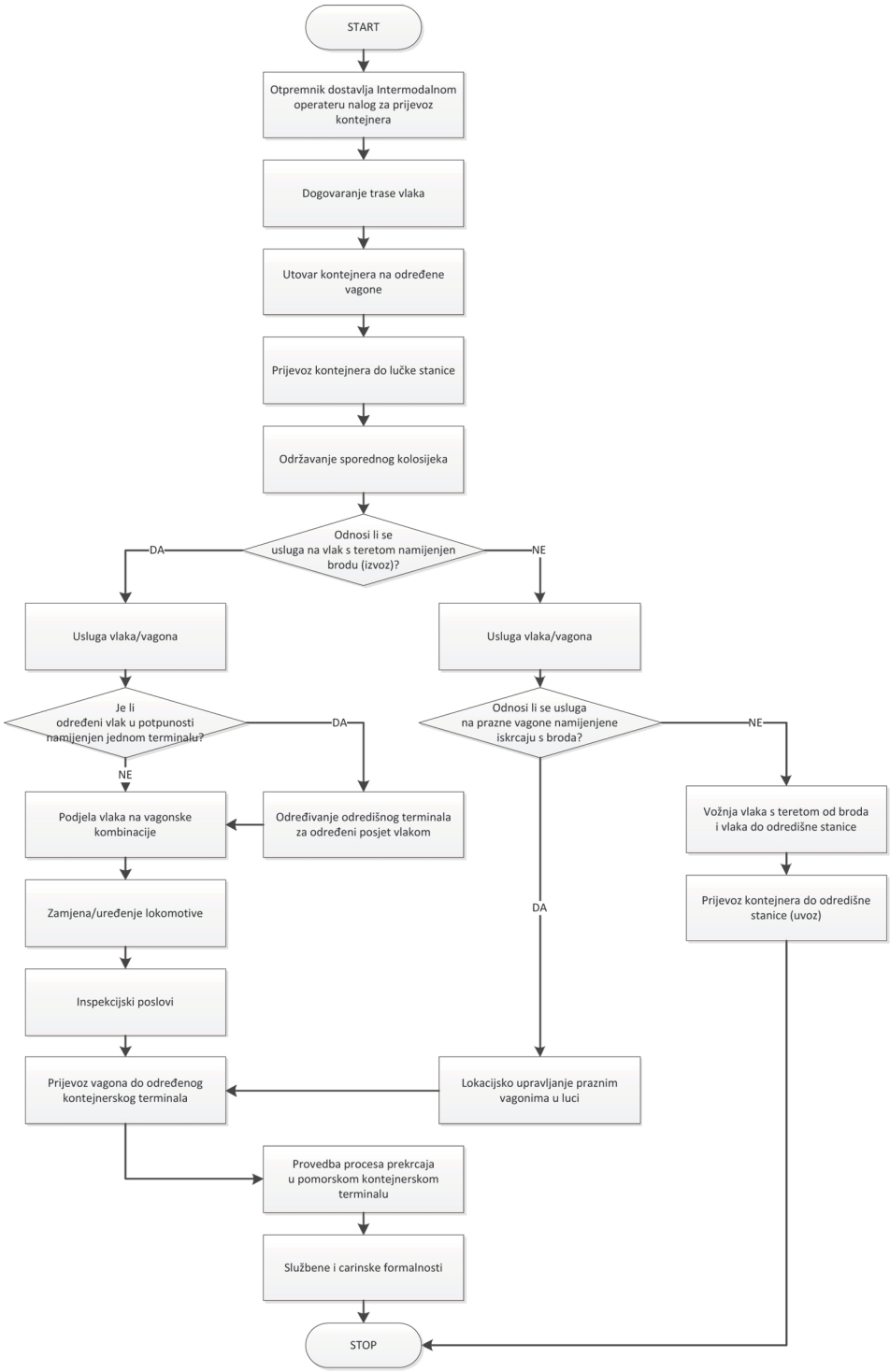
U nastojanju da se transponiraju strateški ciljevi intermodalnog opskrbnog lanca, provedena je analiza procesa[67] prezentirajući tijek aktivnosti vezanih uz rukovanje kontejnerima u lučkom okruženju. Analiza procesa rukovanja kontejnerima (Frąckowiak, 2015) u luci omogućit će razumijevanje specifičnosti njegove provedbe i utjecaja poslovnih i informacijskih veza (Sl. 5.3), među ostalim za vrijeme trajanja cijelog intermodalnog opskrbnog lanca, što se izravno odražava na njegovu učinkovitost i konkurentnost u odnosu na klasični cestovni prijevoz.

Analiza procesa provedena na temelju rezultata istraživanja potvrđuje vrlo nisku upotrebu informatičkih rješenja i poruka koje integriraju poslovne partnere u lučko okruženje. Mogućnosti informacijske integracije i korištenja IT sustava značajno utječu na učinkovitost logističkih procesa u intermodalnom opskrbnom lancu. Ovo istraživanje potvrđuje nisku upotrebu EDI poruka između poslovnih partnera. EDI poruke bile su osnovni način poboljšanja logističkih procesa, čime se minimiziraju pogreške i smanjuje prekomjerna rotacija praznih vagona između terminala i lučke postaje.

Kao rezultat transponiranja ciljeva, jedan od ključnih čimbenika koji utječu na učinkovitost logističkih procesa u intermodalnim opskrbnim lancima je korištenje informatičkih alata koji podržavaju praćenje i implementaciju procesa te informacijsku integraciju poslovnih partnera. Prometne procese, posebno one koji se odnose na intermodalni opskrbni lanac, karakterizira visok stupanj složenosti. U poljskom lučkom okruženju korištenje IT sustava u dionici zadnje milje nije jako opsežno, što u trenutnoj situaciji onemogućuje provedbu pune informacijske integracije. Prilikom analize IT sustava u smislu funkcionalnosti, odlučeno je predstaviti ne samo one sustave koji se trenutno koriste u poljskom lučkom okruženju, već i rješenja vodećih dobavljača koja se koriste u konkurentskim lukama.

[67] U sklopu istraživačko-razvojnog projekta, e-Freight Implementation Action (e-Impact)', br. 2014-EU-TM-0686-S, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2015–2018.

Slika 5.3. Analiza procesa rukovanja kontejnerima u intermodalnom opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

Ova razmatranja potvrđuju istraživanja o razini zadovoljstva trenutnim stanjem integracije protoka informacija između poslovnih partnera u intermodalnom opskrbnom lancu[68]. Jedno od glavnih područja istraživanja[69] bila je analiza stupnja zadovoljstva trenutno funkcionirajućim rješenjima koja integriraju protok poruka i elektroničkih poruka u poslovne odnose s navedenim kategorijama pružatelja logističkih usluga na trostupanjskoj ljestvici:

- Zadovoljavajuće – ako je razina razmjene informacija zadovoljavajuća,
- NIJE zadovoljavajuće – ako razina razmjene informacija nije zadovoljavajuća,
- NE postoji – nema elektroničke razmjene informacija između partnera.

Špediter najzadovoljavajućom smatra elektroničku komunikaciju s cestovnim prijevoznikom (ovakav odgovor dalo je čak 63% ispitanika), zatim elektroničku komunikaciju s kontejnerskim terminalom (43%). Elektronička razmjena podataka između otpremnika i intermodalnog operatera smatra se najmanje zadovoljavajućom (18%) ili nepostojećom (47%). Zbirni rezultati istraživanja prikazani su u tablici 5.5.

Tablica 5.5. Razina zadovoljstva špeditera elektroničkom razmjenom podataka s drugim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca (u %)

Razina zadovoljstva	Intermodalni operater	Željeznički prijevoznik	Kontejnerski terminal	Cestovni prijevoznik
Zadovoljavajući	18	24	43	63
NIJE zadovoljavajuće	35	37	29	27
NE postoji	47	39	28	10

Izvor: Temeljno istraživanje NSB-a.

U skupini ispitanika koji predstavljaju kontejnerske terminale, stopa zadovoljstva trenutnom elektroničkom razmjenom informacija s ostalim sudionicima u opskrbnom lancu bila je na najvišoj razini (50%) u slučaju suradnje

[68] Studija je provedena u šest zemalja u sklopu projekta NSB Core – North Sea Baltic Connector of Regions na ciljano odabranom uzorku koji predstavlja sektor logističkih usluga. Najveći broj poduzeća ispitan je u Poljskoj (34%) i Latviji (19%). Uzorak istraživanja obuhvatio je 119 pružatelja usluga različitih djelatnosti. Dominiraju špediteri koji čine gotovo 43% anketirane populacije, cestovni prijevoznici zastupljeni su sa 27% ispitanika, a operateri kontejnerskih terminala sa 13,4% ispitanika. Međutim, 10% bili su intermodalni operateri. Najmanje su zastupljeni željeznički prijevoznici, čiji udio u uzorku iznosi 6,7%.

[69] Detaljna analiza rezultata istraživanja prikazana je u publikaciji: Koliński & Jaskólska, 2018.

s intermodalnim željezničkim operaterom. Jednako visoko ocijenjena je i suradnja sa željezničkim prijevoznikom i kontejnerskim terminalom (44% ispitanika). Zbirni rezultati istraživanja prikazani su u tablici 5.6.

Tablica 5.6. Razina zadovoljstva kontejnerskog terminala elektroničkom razmjenom podataka s drugim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca (u %)

Razina zadovoljstva	Intermodalni operater	Željeznički prijevoznik	Kontejnerski terminal	Cestovni prijevoznik
Zadovoljavajući	50	44	44	38
NIJE zadovoljavajuće	31	25	31	38
NE postoji	19	31	25	24

Izvor: Temeljno istraživanje NSB-a.

Tablica 5.7 prikazuje razinu zadovoljstva elektroničkom razmjenom podataka između intermodalnog operatera i ostalih sudionika u opskrbnom lancu. Najveća razina zadovoljstva iskazana je u slučaju suradnje sa cestovnim prijevoznikom (50%), nešto niža, ali još uvijek visoka (42%) – u slučaju željezničkog intermodalnog operatera i cestovnog vodiča. Razmjena informacija s kontejnerskim terminalom označena je kao najmanje zadovoljavajuća (33%).

Tablica 5.7. Razina zadovoljstva intermodalnog operatera elektroničkom razmjenom podataka s ostalim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca (u %)

Razina zadovoljstva	Intermodalni operater	Željeznički prijevoznik	Kontejnerski terminal	Cestovni prijevoznik
Zadovoljavajući	42	50	33	42
NIJE zadovoljavajuće	33	25	50	33
NE postoji	25	25	17	25

Izvor: Temeljno istraživanje NSB-a.

Najveću razinu zadovoljstva elektroničkom razmjenom informacija među svim ispitanicima pokazao je cestovni prijevoznik, koji najzadovoljavajućom smatra komunikaciju s intermodalnim operaterom (ovaj odgovor navelo je 63% ispitanika). Međutim, u slučaju željezničkog prijevoznika i kontejnerskog terminala iznosio je 50%. Zbirni rezultati istraživanja prikazani su u tablici 5.8.

Tablica 5.8. Razina zadovoljstva željezničkog prijevoznika elektroničkom razmjenom podataka s ostalim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca (u %)

Razina zadovoljstva	Intermodalni operater	Željeznički prijevoznik	Kontejnerski terminal
Zadovoljavajući	63	50	50
NIJE zadovoljavajuće	12	13	0
NE postoji	25	37	50

Izvor: Temeljno istraživanje NSB-a.

U skupini ispitanika koji predstavljaju cestovne prijevoznike, stopa zadovoljstva elektroničkom razmjenom informacija s ostalim sudionicima u opskrbnom lancu bila je na najvišoj razini (66%) u slučaju suradnje s intermodalnim operaterom. Suradnju s autoprijevoznikom pozitivno je ocijenilo 31% ispitanika. Međutim, suradnja s kontejnerskim terminalom ocijenjena je kao nezadovoljavajuća (19%) ili nepostojeća (53%). Zbirni rezultati istraživanja prikazani su u tablici 5.9.

Tablica 5.9. Razina zadovoljstva cestovnog prijevoznika elektroničkom razmjenom podataka s drugim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca (%)

Razina zadovoljstva	Intermodalni operater	Cestovni prijevoznik	Kontejnerski terminal
Zadovoljavajući	66	31	22
NIJE zadovoljavajuće	22	19	25
NE postoji	12	50	53

Izvor: Temeljno istraživanje NSB-a.

U idućih desetak godina, sukladno pretpostavkama razvojne politike EU, glavni modernizacijski napor bit će usmjeren na uklanjanje razvojnih prepreka intermodalnom prometu, što će u praksi zahtijevati brojna infrastrukturna ulaganja usmjerena prvenstveno na modernizaciju svih modalnih oblika prometa. prometa i povećanja mobilnosti i prostorne integracije regija. Među brojnim planiranim projektima hitno je potrebno proširiti postojeću mrežu prekrcajnih terminala. Posebno važnim treba smatrati ulaganja vezana uz proširenje infrastrukture pomorskih točaka te cestovnih i željezničkih terminala unutar TEN-T mreže (*Trans-European Transport Network*).

Osvrćući se na rezultate istraživanja provedenih u ovom području, treba naglasiti da glavne prepreke razvoju intermodalnog transporta uključuju: visoke operativne troškove (uključujući one koji se odnose na korištenje željezničke infrastrukture) i preduga vremena isporuke. Tek pri ocjeni važnosti nerazvijene mreže kopnenih kontejnerskih terminala, uočeno je da se mišljenja ispitanika

razlikuju ovisno o vrsti djelatnosti. Ispostavilo se da gore navedeni Ovaj čimbenik predstavlja mnogo važniju razvojnu prepreku za cestovne prijevoznike i špeditere nego za upravitelje kontejnerskih terminala. Za pretpostaviti je da u slučaju terminala postoji bojazan da će daljnji razvoj point infrastrukture (dodavanje novih lokacija) dovesti do pojave alternativnih ponuda suradnje na tržištu, što će značajno zaoštriti trenutnu borbu za kupce.

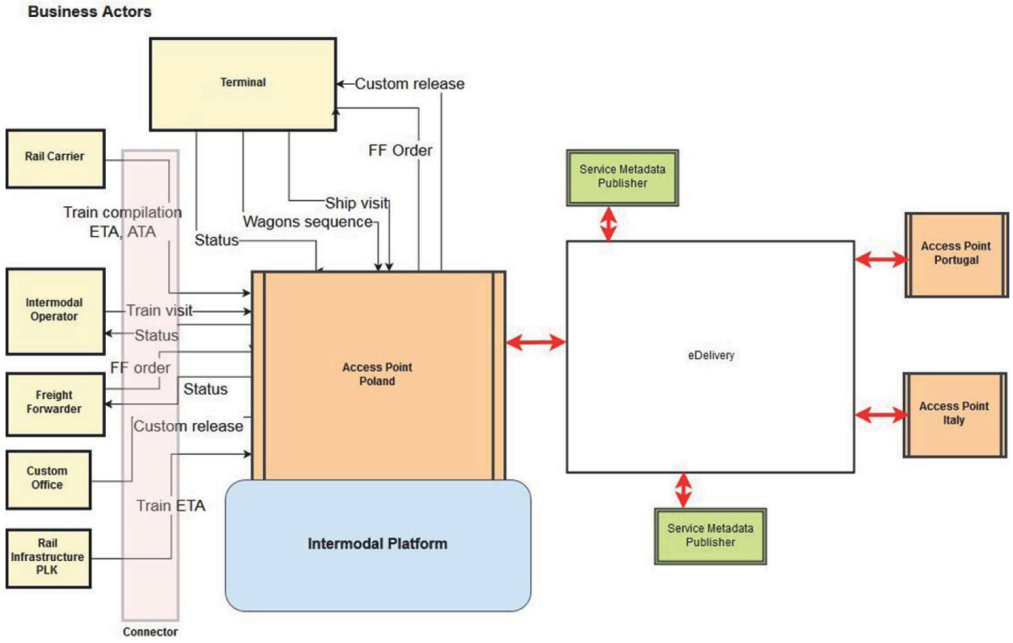
Prijedlog za rješavanje problema integracije informacija u opskrbnom lancu može biti već spomenuta uporaba integracijske platforme u lučkom okruženju[70]. Intermodalni prijevoz željeznicom može se učinkovito natjecati s cestovnim prijevozom na velike udaljenosti. Ovaj cilj je moguće postići sve dok ovaj način dostave karakteriziraju optimalni troškovi i optimalno vrijeme prijevoza i pretovara kontejnera. Stoga je važno implementirati alate koji podržavaju i planiranje i sam proces ponovnog punjenja. Riječ je o vrlo složenim procesima koji zahtijevaju koordinaciju i suradnju velikog broja poslovnih partnera koji sudjeluju u opskrbnom lancu kontejnerskog tereta. Planiranje unaprijed je bitno, zahtijeva pravovremeno podnošenje mnogih vrsta dokumenata i komunikacija. Ključ optimizacije poslovanja stoga je osigurati odgovarajuću komunikaciju u procesu i integrirati sustave njegovih sudionika na način da se osigura učinkovita razmjena podataka, što izravno utječe na učinkovitost logističkih procesa koji se odvijaju u opskrbnom lancu.

Glavni problem učinkovitog opskrbnog lanca je potreba za istodobnim dogovaranjem detalja isporuke s mnogim poslovnim partnerima. Korištenje informacijskih standarda iznimno je rijetko, što povećava rizik od procesnih i organizacijskih pogrešaka. Ako se koriste informacijski standardi, većina njih koristi EDIFACT (*electronic data interchange for administration, commerce and transport*) poruke prikladne za vrstu partnera u SMDG formatu (npr. CUSRES, COPRAR, IFTSAI).

Osnovna pretpostavka integriranja protoka informacija između poslovnih partnera u lučkom okruženju je povezivanje preko pristupne točke na intermodalnu platformu. Integracija ne uključuje samo integraciju protoka informacija i poruka između poslovnih partnera, već i integraciju njihovih internih IT sustava koji podržavaju njihove procese. Slika 5.4 prikazuje osnovni opseg i pretpostavke integracije protoka informacija.

[70] Rješenje za integraciju poslovnih partnera u poljskom lučkom okruženju razvijeno je u sklopu istraživačkog projekta ‚e-Freight Implementation Action (e-Impact)', br. 2014-EU-TM-0686-S, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2015–2018.

Slika 5.4. Koncept integracije protoka informacija



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta "e-impact", br. 2014-EU-TM-0686-S, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2015–2018.

Sve poruke koje pojedini poslovni partneri prenesu i preuzmu bit će prebačene na intermodalnu platformu putem pristupne točke korištenjem standarda e-Delivery.

Osnovni element koncepta integracije je pretpostavka da korisnik koji predstavlja terminal komunicira s platformom putem pristupne točke izravno koristeći e-Freight standard. Međutim, većina poruka drugih poslovnih uloga provodi se korištenjem konektora.

Usvajanje strategije potpune sistemske i komunikacijske integracije između partnera u lučkom okruženju pretpostavlja da će, osim tvrtki zainteresiranih za implementaciju GS1 standarda, postojati i skupina tvrtki koje se protive uvođenju ovog, pa čak i bilo kojeg standarda protoka informacija. Međutim, to zahtijeva odvajanje integracijskih potreba pojedinačnih partnera u intermodalnom opskrbnom lancu, što uključuje:

- poduzeća koja koriste sustave koji onemogućuju prilagodbu funkcionalnosti GS1 standardima; ovi sustavi omogućuju samo namjenske međusobne veze,
- poduzeća koja koriste sustave koji omogućuju prilagodbu funkcionalnosti GS1 standardima, međutim, drugi standardi protoka informacija i poruka

koji se trenutno koriste ne ukazuju na isplativost promjene ovih standarda na GS1 standarde,
- poduzeća koja koriste sustave koji omogućuju prilagodbu funkcionalnosti GS1 standardima, a prednosti promjene trenutno korištenih standarda u GS1 standarde su ekonomski opravdane,
- poduzeća koja koriste sustave uglavnom za interne potrebe; informacije se razmjenjuju s poslovnim partnerima putem e-maila ili telefona; poduzeća vide potrebu za razmjenom standardiziranog protoka informacija i poruka,
- poduzeća koja koriste sustave uglavnom za interne potrebe; informacije se razmjenjuju s poslovnim partnerima putem e-maila ili telefona; poduzeća ne vide potrebu za razmjenom standardiziranog protoka informacija i poruka.

Slika 5.5 prikazuje koncept i identifikaciju integracijskih potreba svakog potencijalno zainteresiranog partnera u intermodalnom opskrbnom lancu.

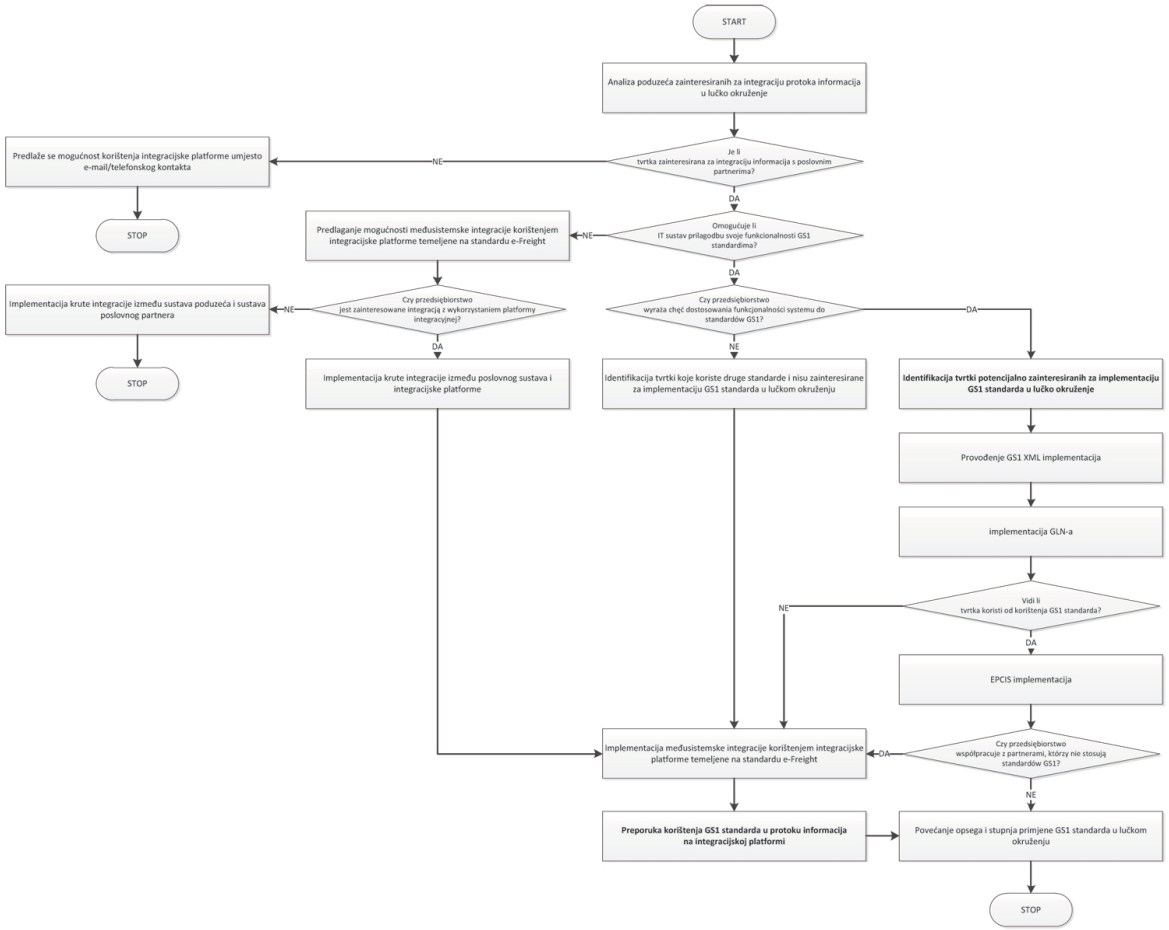
Ovaj koncept predstavlja logiku postupne standardizacije protoka informacija u intermodalnom opskrbnom lancu. Implementacija elektroničkih transportnih poruka (predložena je uporaba GS1 XML) omogućuje relativno brzo postizanje vidljivih koristi za pojedine poslovne partnere u intermodalnom opskrbnom lancu.

Sljedeća razina napretka u digitalizaciji intermodalnog opskrbnog lanca je digitalizacija lokacije točaka pretovara i operacija koje se provode u terminalima (u ovom slučaju predložena je implementacija i GLN-a i EPCIS-a [usluge elektroničkih informacija o kodovima proizvoda]), čime se poboljšava ne samo implementacija logističkih procesa između poslovnih partnera, već i razina integracije sustava.

Posebna strategija je korištenje rješenja razvijenog prema standardu e-Freight. Ovo se rješenje koristi kada se IT sustavi poduzeća ne mogu funkcionalno prilagoditi globalnim GS1 standardima ili koriste druge standarde dostupne u poslovnoj praksi. Korištenje standarda e-Freight korištenjem integracijske platforme omogućit će informacijsku integraciju ne samo gore navedenih poslovnih partnera, već i onih koji su spremni ili već koriste GS1 standarde u protoku informacija.

Razvijeni skup pokazatelja za procjenu učinka implementacije GS1 standarda stoga mora ilustrirati ne samo troškovno i operativno stanje analiziranog procesa, već i razlike u protoku informacija koje neizravno utječu na učinkovitost logističkih procesa. Koristeći znanje stečeno u sklopu tekućih istraživačkih projekata, razvijen je sljedeći skup pokazatelja za procjenu učinkovitosti utjecaja implementacije komunikacijskih i informacijskih standarda na učinkovitost logističkih procesa, uzimajući u obzir operativne i ekonomske aspekte, kao i kao protok informacija. Tablice 5.10 i 5.11 predstavljaju skup ovih pokazatelja.

Slika 5.5. Analiza integracijskih potreba i mogućnosti implementacije komunikacijsko-informacijskih standarda u lučkom okruženju



Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačkog projekta „Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u lučkom okruženju", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018–2020.

Tablica 5.10. Pokazatelji za ocjenu utjecaja implementacije na učinkovitost logističkih procesa u ekonomskom i operativnom smislu

Naziv mjerača	Odnosi podataka	Karakteristike	Mjerna jedinica
Indeks učinkovitosti izvršenja naloga	$\frac{a}{b}$	*a* – broj izvršenih naloga	%
		b – ukupan broj naloga za izvršenje	
Stopa isporuke kontejnera na vrijeme		*a* – broj pravodobnih posjeta vlaka	%
		b – ukupan broj posjeta vlaka	
Udio nepotpunog prekrcaja na terminalu		*a* – broj nepotpunih posjeta vlaka	%
		b – ukupan broj posjeta vlaka	
Indikator planiranja opterećenja		*a* – teret koji se prevozi (težina ili volumen)	%
		b – nosivost ili kapacitet prijevozne flote	
Indeks intenziteta transporta		*a* – vrijeme prijevoza	h/dostava
		b – ukupan broj isporuka	

Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačkog projekta „Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u lučkom okruženju", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018–2020.

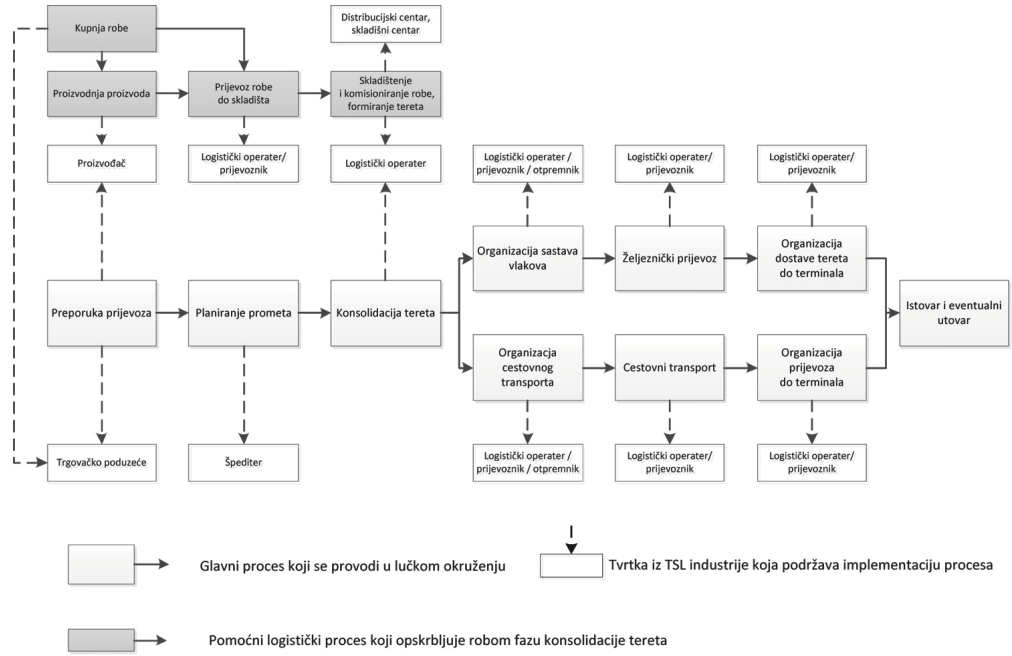
Tablica 5.11. Pokazatelji za ocjenu utjecaja implementacije na učinkovitost logističkih procesa u smislu protoka informacija

Naziv mjerača	Odnosi podataka	Karakteristike	Mjerna jedinica
Pouzdanost protoka informacija	$\frac{a}{b}$	*a* – broj ispravno planiranih isporuka/ruta	%
		b – ukupan broj planiranih isporuka/ruta	
Povrat kontejnera u luci/stopa prometa zbog netočnih podataka		*a* – vrijednost/trošak povrata	%
		b – vrijednost/trošak svih posjeta vlakom	
Prosječno vrijeme za izradu planova isporuke do terminala		*a* – ukupno vrijeme preuzimanja podataka	h
		b – broj izrađenih planova	
Standardizacija protoka informacija u opskrbnom lancu		*a* – broj izvođača koji koriste EDI poruke	%
		b – ukupan broj izvođača	

Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačkog projekta „Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u lučkom okruženju", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018–2020.

Također je vrijedno napomenuti da digitalizacija intermodalnog opskrbnog lanca zahtijeva uključenost svih poslovnih partnera koji djeluju u TSL industriji (transport – špedicija – logistika), a ne samo njegovu posljednju milju koja se odvija u lukama kao intermodalnim prometnim čvorištima. Praćenje podataka i informacija te njihov tok trebao bi se stoga odnositi na cijeli opskrbni lanac, počevši od proizvođača/distributera. Na slici 5.6 prikazana je lokacija pojedinih poslovnih partnera u smislu njihove uključenosti u provedbu logističkih procesa iz perspektive intermodalnog opskrbnog lanca.

Slika 5.6. Uloga logističkih tvrtki u intermodalnom opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačkog projekta „Analiza mogućnosti primjene GS1 standarda u lučkom okruženju", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2018–2020.

U sklopu provedenog istraživanja utvrđene su sljedeće koristi od standardizacije i digitalizacije intermodalnog opskrbnog lanca:

- za proizvođača/trgovačko poduzeće:
  - smanjenje troškova nabave materijala,
  - povećanje učinkovitosti distribucijskih procesa,
  - smanjenje troškova opskrbe,
  - povećanje kapaciteta opskrbnog skladišta,
  - poboljšanje učinkovitosti proizvodnih stanica,
  - smanjenje broja zastoja uzrokovanih nepravovremenom isporukom sirovina i repromaterijala,
- za prijevoznika/špeditera:
  - smanjenje troškova transporta,
  - povećanje transportnog kapaciteta,
  - učinkovitija usluga kupcima (smanjenje grešaka, skraćivanje vremena isporuke),
  - povećanje učinkovitosti transportnih procesa,
- za logističkog operatera:
  - smanjenje troškova dostave,
  - povećanje kapaciteta transportne flote,

- učinkovitija usluga kupcima (smanjenje grešaka, skraćivanje vremena isporuke),
- povećanje učinkovitosti distribucijskih procesa,
- smanjenje troškova skladištenja,
- povećanje protoka skladišta,
- poboljšanje učinkovitosti rada skladišnih radnika,
- povećanje učinkovitosti skladišnih procesa.

Iznesena razmatranja potvrđuju i istraživanja provedena u projektu, čiji je cilj bio minimizirati komunikacijske probleme između poslovnih partnera u intermodalnom opskrbnom lancu duž Novog puta svile[71]. U sklopu projektiranja korištene su osnovne pretpostavke poslovnog modela CANVAS, koje su omogućile razlikovanje poslovnih potreba (*jobs*) i koristi (*gains*) od digitalizacije intermodalnog opskrbnog lanca.

Osnovne poslovne potrebe intermodalnog opskrbnog lanca uključuju:

- sudjelovanje u globalnom opskrbnom lancu,
- razvoj i evoluciju rješenja temeljenih na digitalizaciji opskrbnog lanca,
- standardizacija protoka informacija,
- optimizacija logističkih procesa kroz praktičnu upotrebu Interneta stvari,
- poboljšanje planiranja logističkih procesa korištenjem analitičkih alata,
- poboljšanje poslovne komunikacije između partnera u opskrbnom lancu.

Identificirane prednosti digitalizacije intermodalnog opskrbnog lanca su:

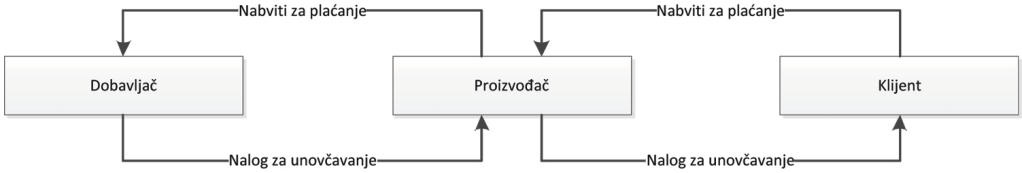
- optimizacija troškova intermodalnog transporta,
- optimizacija operativnog vremena,
- poboljšanje praćenja statusa isporuke (transparentnost opskrbnog lanca),
- mogućnost praćenja dodatnih podataka koji utječu na veću kvalitetu usluge dostave,
- povećanje sigurnosti utovara/otpreme,
- povećanje konkurentnosti poslovnih partnera na tržištu – veća kvaliteta usluga, brži rokovi isporuke,
- smanjenje operativnih pogrešaka uzrokovanih nedostatkom detaljnih informacija o isporuci,
- manji rizik od gubitka pošiljke u međunarodnom opskrbnom lancu,
- povećanje učinkovitosti pretovarnih operacija.

[71] Istraživački i implementacijski rad na području praćenja zaliha duž Novog puta svile proveden je u sklopu istraživačkog projekta„Napredak prema federalnoj logistici kroz integraciju TEN-T-a u globalnu trgovinsku mrežu – PLANET", ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava br. 860274, Istraživačka mreža Łukasiewicz – Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2020–2022.

5.3. Analiza učinkovitosti procesa narudžbe za gotovinu u opskrbnom lancu

Proces naloga za unovčavanje složen je proces koji treba zasebno analizirati u smislu organizacije aktivnosti kao i protoka informacija. S informatičkog gledišta, razmjena elektroničkih poruka u procesu narudžbe u gotovinu provodi se i s dobavljačima prema proizvođaču i s kupcima. Činjenica da li je definirana razmjena poruka proces narudžbe za gotovinu (O2C) ili nabave za plaćanje (P2P) ovisi samo o referentnoj točki, a ne o rješenjima koja se koriste u oba procesa (Sl. 5.7).

Slika 5.7. Razmjena EDI poruka i dokumenata s partnerima u opskrbnom lancu



Izvor: vlastita studija.

Praćenje P2P i O2C procesa tiče se logičkog tijeka informacija počevši od narudžbe do plaćanja za njezinu provedbu. Unatoč razlici u referentnoj točki, oba se procesa na razini operativne provedbe mogu tretirati kao identična.

Analiza općeg tijeka procesa order to cash uz organizacijske varijante ukazuje na snažnu ovisnost o protoku informacija i digitalizaciji ovog procesa. O tome svjedoče i poslovni trendovi i znanstvena istraživanja. Važnost vidljivosti procesa na svim razinama u tvrtki dokazana je u literaturi (Arzu Akyuz & Erman Erkan, 2010; Beamon, 1999; Bhagwat & Sharma, 2007b; Brannan, 2011; Chan & Qi, 2003; Nesamoney, 2004, str. 38; Shepherd & Günter, 2010). Sposobnost brzog reagiranja na poslovne događaje u stvarnom vremenu ključni je čimbenik koji tvrtkama omogućuje učinkovito upravljanje profitabilnošću i konkurentnošću u današnjem poslovnom okruženju. Kako bi se poboljšala procesna inteligencija, potrebni su novi alati koji mogu pružiti funkcije kao što su analiza poslovnih procesa, praćenje i optimizacija. Ovaj skup alata naziva se set za *business process intelligence* (Grigori et al., 2004). Trenutačni ERP sustavi pružaju ograničeni skup izvješća o operativnom planu za nedavne poslovne aktivnosti i ne podržavaju ad hoc aktivnosti. ERP sustavi nisu dizajnirani da omoguće pristup izvješćima u stvarnom vremenu za masovne korisnike, što otežava podršku procesu donošenja odluka. Većina postojećih IT sustava može biti od pomoći u praćenju procesa i vizualizaciji tih procesa tijekom rada. Istovremeno, izračunavanje ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI) te praćenje trajanja procesa i alarma na temelju KPI nije moguće direktno na podacima iz klasičnog ERP sustava. ERP sustavi imaju

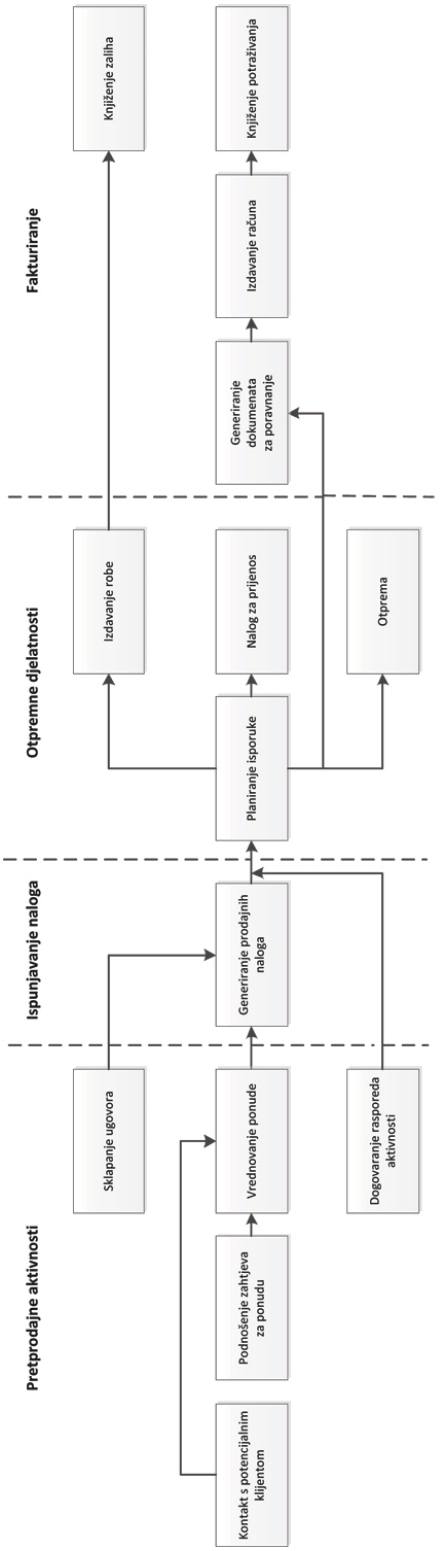
određena ograničenja u poslovnim procesima koje mogu modelirati. Unatoč tome, nedostaje analiza mogućnosti praćenja procesa u stvarnom vremenu ERP sustava (Bhargava et al., 2006), koji pružaju infrastrukturu za integraciju svih poslovnih operacija konsolidirajući protok informacija u poduzeću i njegovu lanac opskrbe.

Protok informacija u realnom vremenu faktor je koji povećava učinkovitost logističkih procesa na svakoj razini upravljanja, a ujedno je teško implementiran u poslovnu praksu. U literaturi na tu temu mogu se naći tumačenja da je stvarno vrijeme radnja koja se događa odmah (Eckerson, 2004, str. 30–33). Međutim, ovisno o industriji, može se primijetiti da je stvarno vrijeme sve što se događa unutar četrnaest minuta u slučaju zračnog prometa (Watson et al., 2009) ili osam sati u slučaju željezničkog prometa (Frąckowiak, 2015).

Promatranje poslovne prakse u području informatizacije procesa narudžbe do gotovine ukazuje da se važnost podataka u realnom vremenu za proces izvršenja narudžbe kreće od pola sata do jednog dana. Znanstvena istraživanja (Brannan, 2011; Chopra, & Meindl, 2016; Sahay & Ranjan, 2008) provedena u ovom području također potvrđuju da je za poboljšanje učinkovitosti opskrbnog lanca i upravljanja narudžbama informacije potrebno dostavljati u stvarnom vremenu. O2C proces je uobičajen u poslovnoj praksi, ali se odvija na visokoj razini općenitosti i njegova se implementacija ne prati. Kako bi se izašlo u susret tržišnoj konkurenciji, proces naloga za gotovinu se sve više implementira u aspektu informacijske integracije opskrbnog lanca.

Dodatno, treba reći da je glavni cilj poduzeća isporučiti proizvod ili uslugu kupcu na vrijeme, ali ne pridaju veliku važnost vremenu ciklusa O2C procesa. Rezultat ovakvog poslovnog pristupa je nedostatak praksi povezanih s zajedničkim KPI-jevima za financijske i organizacijske aktivnosti. Trenutna situacija u poduzećima pokazuje da većina njih ne razlikuje izvještavanje u stvarnom vremenu od operativnog izvještavanja. U poslovnoj praksi podrazumijeva se da se operativni podaci moraju dostavljati u stvarnom vremenu, no u većini slučajeva ti su podaci ograničeni na prikaz ukupne slike stanja na razini pojedinih odjela tvrtke. Praćenje cjelokupnog procesa *order to cash*, uz mogućnost mjerenja, još uvijek je nišno rješenje u poslovanju. Trenutačno se poslovna praksa fokusira na odabrane O2C elemente u smislu integracije procesa i informacija (Korotina, Müller & Debortoli, 2015).

Slika 5.8. Tijek informacija u procesu naloga za gotovinu



Izvor: vlastita studija temeljena na SAP SD certifikacijskim materijalima.

U pokušaju transponiranja strateških ciljeva integriranog opskrbnog lanca korištenjem *order to cash*, provedena je analiza procesa[72] prikaz tijeka aktivnosti od narudžbe do plaćanja u logističkim procesima.

U pogledu protoka informacija u logističkim procesima treba razlikovati poslovne procese koji izravno ukazuju na određeni dokument ili aktivnosti koje dovode do njegovog generiranja. Postoje četiri glavne faze u procesu naručivanja: pretprodajne aktivnosti, obrada narudžbe, otprema i fakturiranje (Slika 5.8).

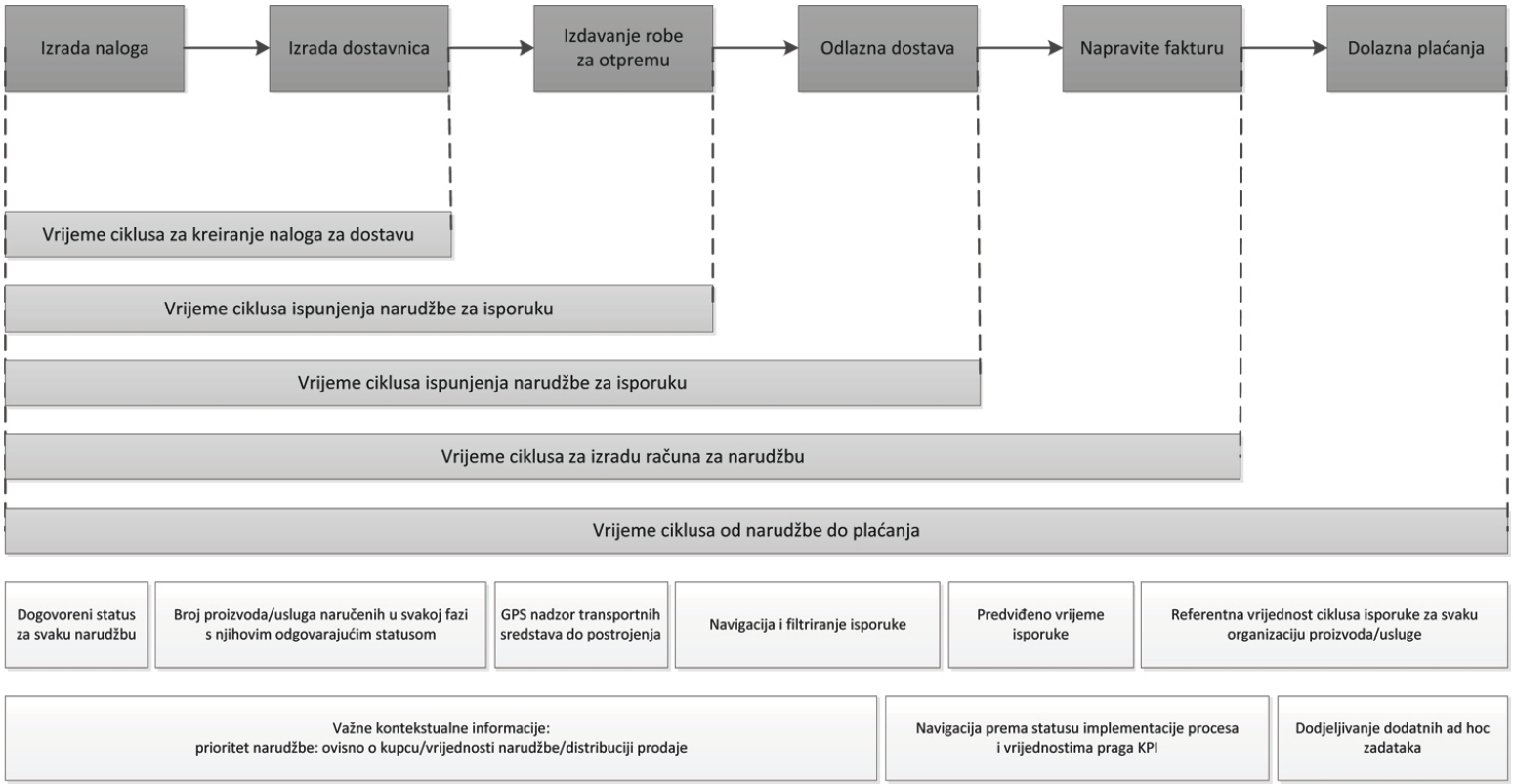
Pretprodajne aktivnosti odvijaju se prije stvarne transakcije prodaje. Sljedeća faza – ispunjenje narudžbe – uključuje aktivnosti vezane uz bilježenje i formaliziranje upita kupaca te cjenovnih uvjeta i rokova isporuke. Nakon ove faze kupac se obvezuje naručiti proizvode ili usluge od tvrtke, a tvrtka može isporučiti proizvode iz raspoloživog skladišta, naručiti nove proizvode od dobavljača ili proizvoditi proizvode prema zahtjevima kupca. Čim je proizvod spreman, započinje faza otpreme narudžbe. Uključuje izradu dokumenta izlazne isporuke, pripremu i pakiranje proizvoda, planiranje transporta i konačno otpremanje proizvoda iz skladišta. Osim slanja proizvoda kupcu, potrebno je izraditi i račun kako bi kupac znao koliko mora platiti tvrtki koja ispunjava narudžbu. Računi kupaca u IT sustavu kreiraju se na temelju obračunskih dokumenata (eksterno izdanje). Stoga faza namire naloga u procesu naloga za unovčavanje uključuje stvaranje dokumenta namire.

Informacije o procesu naloga za unovčavanje koje se moraju prikazati u stvarnom vremenu prikazane su na slici 5.9. To su (Korotina, Müller i Debortoli, 2015, str. 1718):

- definiranje procesnih aktivnosti, faza i prekretnica, vremenskih resursa,
- agregirani indikatori i indikatori procesa na razini pojedinačnih sudionika za odvojeno praćenje procesa,
- definiranje vrijednosti praga za omogućavanje funkcija upozorenja,
- status provedenih aktivnosti i informacije s određenim statusom (npr. tijekom, u završnoj fazi),
- planirani rokovi isporuke,
- status trenutnog/pojedinačnog zadatka (npr. jesu li ispunjeni uvjeti za međuplaćanja),
- mogućnost integracije informacija od poslovnih partnera (npr. praćenje pošiljke putem GPS-a),
- izravno dodjeljivanje ad hoc zadataka (ad hoc, privremeni),
- tematske i kontekstualne informacije koje omogućuju navigaciju i filtriranje kroz model: prodajna organizacija, kupci, proizvodi, dobavljači, prioriteti narudžbi itd.

[72] U sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Analiza mogućnosti korištenja procesa naloga za unovčavanje u opskrbnim lancima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2019–2021.

Slika 5.9. Informacijski zahtjevi naloga za proces gotovine u stvarnom vremenu



Izvor: vlastita studija prema: Korotina, Müller & Debortoli, 2015, str. 1718.

Zbog digitalizacije logističkih procesa potrebno je razviti nove scenarije O2C procesa, odnosno poboljšati postojeće procesne modele integracijom web i aplikacijskih zapisa, evidencije poziva korisnika, GPS koordinata, evidencije mobilnih uređaja i podataka s društvenih kanala. Integracija sustava korištenjem EDI poruka ključna je za učinkovitu implementaciju procesa naloga za unovčavanje.

Postoje četiri vrste metrike procesa: vrijeme, trošak, kvaliteta i fleksibilnost (Dumas et al., 2013). Stoga je potrebno analizirati koji su ključni pokazatelji uspješnosti važni za proces unovčavanja i zahtijevaju razmatranje u stvarnom vremenu. Dok neke tvrtke broj ispunjenih narudžbi u određenom vremenskom razdoblju smatraju jednim KPI-jem, druge koriste broj narudžbi ispunjenih u određenom vremenskom razdoblju i broj narudžbi ispunjenih u cijelosti (kompletno) kao zasebne KPI-jeve. Dok neke tvrtke smatraju da je najvažnije isporučiti narudžbu kupcu na vrijeme, druge ističu dostupnost proizvoda na zalihama. Ovaj pristup stvara probleme s detaljima dobivenih podataka, a time i s praćenjem kvalitete procesa narudžbe za gotovinu.

Troškovi O2C procesa nisu mjereni na odgovarajućoj razini detalja koja bi omogućila analizu prednosti korištenja ovog rješenja u smislu informacijske integracije poduzeća u opskrbnom lancu. U poslovnoj praksi koriste se samo troškovi vremena ovisno o vrsti aktivnosti (vrijeme obavljanja poslova strojeva ili zadataka zaposlenika). Većina se tvrtki usredotočuje na tokove troškova, što naglašava važnost vremena između datuma početka i završetka kako bi se dobio povrat uloženog novca. Istraživanje poslovne prakse[73] potvrditi da tvrtke koje implementiraju sustave koji kompjuteriziraju proces narudžbe za gotovinu mjere ili bi željele mjeriti vrijeme implementacije ovog procesa. Međutim, nije moguće razlikovati vrijeme čekanja od vremena izvršenja procesa, što dodatno otežava praćenje troškova procesa naloga za unovčavanje. Svi stručnjaci su fleksibilnost O2C procesa opisali kao teško mjerljivu, a poslovna praksa ne poznaje rješenja za mjerenje fleksibilnosti.

Analiza procesa narudžbe do gotovine, ovisno o industriji, često se provodi redovito i, u pravilu, korištenjem postotne mjere kvalitete koja se temelji na vrijednosti narudžbi izvršenih na vrijeme i u potpunosti. Po mišljenju stručnjaka, takvu bi analizu trebalo provoditi češće i opskrbiti je detaljnijim podacima kako

[73] U drugom i trećem kvartalu 2019 godine održana su stručna savjetovanja s tvrtkama koje implementiraju IT sustave. Stručnjaci su konzultanti za implementaciju ERP sustava i namjenskih sustava (WM, TM, SD). U istraživanju je sudjelovalo 10 stručnjaka koji predstavljaju tvrtke koje implementiraju IT sustave u TSL industriji. Odabir IT sustava uključenih u istraživanje temeljio se na korištenju njihovih funkcionalnosti od strane vodećih logističkih operatera u provedbi logističkih procesa s poslovnim partnerima.

bi se pratile prednosti korištenja naloga za gotovinu. Najveća prijetnja analizi prednosti O2C rješenja je fragmentarno praćenje elemenata procesa umjesto sveobuhvatnog praćenja cjelokupnog procesa.

Pri analizi koristi potrebno je provjeriti koje mjere treba uzeti u obzir u analizi računalnog (inteligentnog) rješenja naloga za unovčavanje. Tablica 5.12 prikazuje usporedbu potražnje za analizama koje se trenutno provode u poduzećima s analizama koje se temelje isključivo na podacima dobivenim u stvarnom vremenu za proces narudžbe za gotovinu.

Tablica 5.12. Mjerila obrade naloga za unovčavanje

Vrste metrika obrade *order to cash*		**Aktualne potrebe za analizom u poslovnoj praksi**	**Potreba za analizom procesa u stvarnom vremenu**
Vrijeme	vrijeme isporuke	X	X
	vrijeme čekanja	–	X
Troškovi	fiksni troškovi	X	–
	varijabilni troškovi	X	–
Kvaliteta	unutarnja	X	–
	vanjska	X	–
Fleksibilnost		–	–

Izvor: vlastita studija.

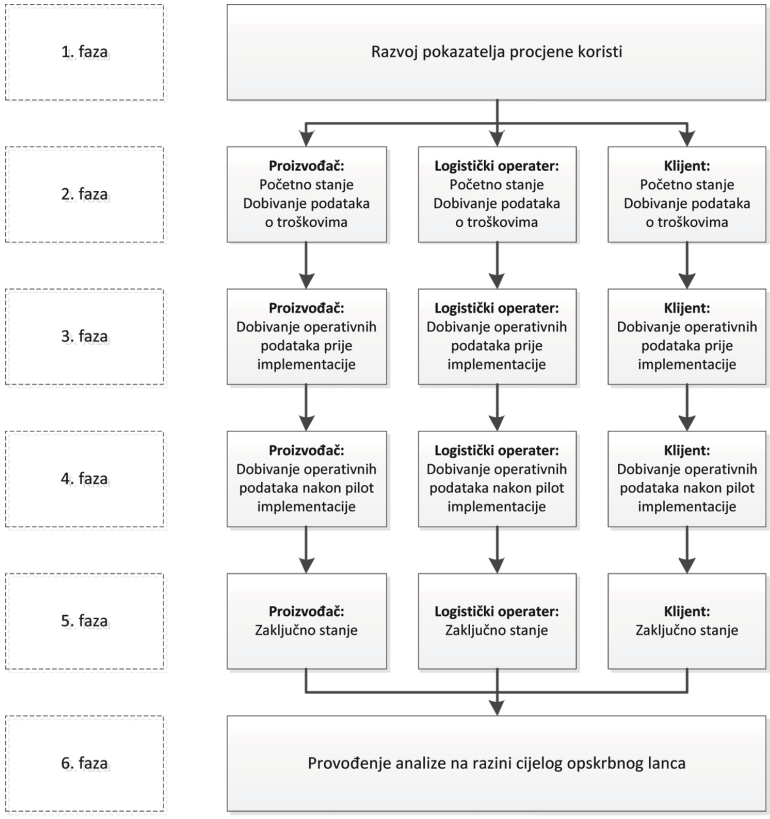
Mjerni podaci koji su potrebni za analizu u stvarnom vremenu koja može pružiti pravovremene korisne informacije su vrijeme isporuke i vrijeme čekanja. Pri analizi prednosti korištenja naloga za gotovinu potrebno je uzeti u obzir kako zahtjeve ekonomskih mjerenja kvalitete, vremena i troškova, tako i uvjete protoka podataka u stvarnom vremenu.

Cilj istraživanja je utvrditi ekonomske koristi od implementacije O2C rješenja u cijelom opskrbnom lancu. Metodologija za analizu prednosti implementacije naloga za gotovinu, prikazana na slici 5.10, sastoji se od sljedećih faza:

- **u prvoj fazi** bit će predložen skup pogodnosti i pokazatelja koji se dodjeljuju svakom od tri navedena entiteta; izvršit će se analiza među djelatnicima tih subjekata kako bi se provjerila ispravnost predloženih pokazatelja, eventualno naznačili i drugi pokazatelji koji podupiru ocjenu koristi od provedbe,
- **u drugoj fazi** izvršit će se početna bilanca kako bi se od svakog subjekta zasebno dobili podaci o trenutnoj situaciji, kao što je trenutna razina korištenja EDI poruka i logističke oznake ili podaci o prosječnim troškovima i plaćama potrebni za daljnje analize i usporedbe,

- **u trećoj fazi** provest će se analiza postojećeg stanja i prikupljanje operativnih podataka u procesima prije implementacije; analiza će se provoditi na temelju dubinskog intervjua s predstavnicima svakog subjekta i temeljit će se na analizi procesa; provedbu aktivnosti u ovoj fazi mogu paralelno provoditi pojedinačni subjekti,
- **u četvrtoj fazi** provest će se analiza uzimajući u obzir promjene procesa nastale nakon implementacije; provodit će se na temelju dubinskog intervjua s predstavnicima svakog subjekta i temeljit će se na analizi procesa; provedbu aktivnosti u ovoj fazi mogu paralelno provoditi pojedinačni subjekti,
- **u petoj fazi** izvršit će se zaključna bilanca nakon provedbe, koja će se primjenjivati na sve sudionike opskrbnog lanca koji sudjeluju u studiji,
- **u šestoj fazi** provest će se analiza učinkovitosti cjelokupnog opskrbnog lanca uzimajući u obzir rezultate pojedinih karika (poslovnih partnera) uključenih u implementaciju.

Slika 5.10. Metodologija za ispitivanje prednosti implementacije procesa naloga za gotovinu



Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Analiza mogućnosti korištenja procesa naloga za unovčavanje u opskrbnim lancima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2019–2021.

U sklopu provedenog istraživačkog rada predlaže se verifikacija sljedećih mjera učinkovitosti u pogledu cjelokupnog opskrbnog lanca:

- trošak isporuke, koji je zbroj troškova rukovanja isporukama za svaki subjekt (proizvođač, logistički operater, maloprodajni lanac),
- vrijeme isporuke, koji je zbroj operativnih vremena isporuke kod svakog subjekta (od završetka i puštanja u promet kod proizvođača, preko skladištenja i otpreme i transporta kod logističkog operatera, do prihvaćanja isporuke u maloprodajnom lancu),
- kvaliteta isporuke, uzimajući u obzir skupno rezultate pokazatelja netočnih isporuka za svaki subjekt; ovaj pokazatelj treba biti proizvodna korelacija rezultata pokazatelja neispravnih isporuka utvrđenih na operativnoj razini za svaki subjekt, koji će pokazati razmjere potencijalne prijetnje postizanja nedovoljne razine usluge kupcima; koristi se za označavanje mogućnosti poboljšanja i osiguranja protoka robe kako bi se dobila njegova vrijednost na razini koja je u skladu s pretpostavljenom razinom usluge kupcima.

U sklopu istraživanja provedenog na operativnoj razini pojedinih subjekata u opskrbnom lancu predložena je verifikacija sljedećih pokazatelja učinkovitosti:

- proizvođač:
  - **stopa netočnih isporuka kupcu** – definira se kao omjer broja isporuka kategoriziranih kao neispravne (nepotpune, nepravodobne itd.) i broja svih isporuka izvršenih određenom kupcu mjesečno,
  - **indikator spremnosti inventara za puštanje** – definiran kao omjer broja izdanja iz raspoložive zalihe gotovih proizvoda i broja svih narudžbi za određenog kupca mjesečno,
  - **indikator broja korekcije** – omjer broja ispravaka i broja umetnutih računa,
- logistički operater:
  - **stopa netočnih isporuka kupcu** – definira se kao omjer broja isporuka kategoriziranih kao neispravne (nepotpune, nepravodobne itd.) i broja svih isporuka izvršenih određenom kupcu mjesečno,
  - **indikator vremena obrade naloga** – definirano kao vrijeme koje se računa od primitka narudžbe do potvrde isporuke od strane kupca – u obliku prosječne vrijednosti za određenog kupca po mjesecu,
  - **indeks pouzdanosti informacija** – definirano kao broj pogrešaka (broj netočnih dokumenata u odnosu na broj svih dokumenata) uzrokovanih neispravnim protokom podataka iz dokumenata mjesečno,

- Klijent:
  - **pokazatelj neispravnih isporuka dobavljača** – definira se kao omjer broja isporuka kategoriziranih kao neispravne (nepotpune, nepravovremene itd.) i broja svih isporuka koje je određeni dobavljač izvršio mjesečno,
  - **indeks dostupnosti proizvoda** – definirano kao broj izvješća o nedostatku proizvoda od određenog dobavljača mjesečno,
  - **pokazatelj učinkovitosti prihvaćanja isporuke** – definirano kao vrijeme potrošeno na prihvaćanje isporuke od određenog dobavljača – u obliku prosječne vrijednosti za određenog kupca, mjesečno,
  - **pokazatelj stupnja korištenja logističkih oznaka u procesu preuzimanja isporuke** – definirano kao omjer isporuka označenih logističkom naljepnicom prema svim isporukama mjesečno.

Složenost razvijene metodologije za analizu prednosti implementacije O2C rješenja u opskrbnom lancu čini implementaciju ovog rješenja i prikupljanje podataka od partnera u opskrbnom lancu (i prije i nakon implementacije) vrlo dugotrajnim.

Istraživački i implementacijski rad[74] omogućio je djelomičnu provjeru prednosti korištenja O2C rješenja u poslovnoj praksi. Provedena je pilot implementacija poruke DESADV (*dispatch statement – supply notification*) u opskrbnom lancu: proizvođač – logistički operater – kupac. Specifičnost implementiranog projekta omogućila je samo dobivanje podataka od proizvođača i kupca, što ne omogućuje jasnu referencu postignutih koristi za cijeli opskrbni lanac, ali ipak identificira njihov najveći utjecaj na učinkovitost logističkih procesa.

U skladu s usvojenom metodologijom za ispitivanje dobrobiti provedbe naloga za gotovinu, podaci su dobiveni nakon provedbe DESADV oglasa, a prikupljeni su i podaci iz istog razdoblja u godini koja je prethodila provedbi. Ovaj pristup omogućuje ne samo usporedbu stanja prije i nakon implementacije rješenja, već i održavanje odnosa između moguće sezonalnosti potražnje, što ima izravan utjecaj na učestalost isporuka. Tablice 5.13 i 5.14 prikazuju izlaz prije i nakon implementacije DESADV poruke.

[74] U sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Paperless –Analiza mogućnosti digitalizacije opskrbnih lanaca", Łukasiewicz Research Network – Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2020–2022.

Tablica 5.13. Analiza učinkovitosti implementacije DESADV kod proizvođača (u %)

Indikator	PRIJE implementacije	NAKON implementacije
Netočna stopa isporuke do kupca	39,09	45,45
Analiza povrata u isporukama	1,82	0,00
Pokazatelj spremnosti inventara za puštanje	95,85	94,30
Stopa korištenja EDI dokumenata u obavijesti o isporuci	0,00	100,00

Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Paperless – Analiza mogućnosti digitalizacije opskrbnih lanaca", Istraživačka mreža Łukasiewicz – Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2020–2022.

Glavna korist implementacije DESADV kod proizvođača je digitalizacija protoka podataka i informacija o datumu i potpunosti ispunjenja narudžbe kupca. Integracija obavijesti s narudžbama poslanim putem EDI poruka sugerira da proizvođač može optimizirati razinu zaliha za otpuštanje, fokusirajući se na korištenje koncepta *just in time* prilikom punjenja skladišta zalihama za otpuštanje, a time i smanjenje troškova održavanja zalihe spremne za izdavanje.

Sličan zaključak treba izvući i iz analize stope neispravnih isporuka kupcu. Povećanje ovog pokazatelja može biti uzrokovano promjenom u organizaciji procesa dostave kao rezultatom implementacije, ali može ukazivati i na nepotpune informacije o netočnim isporukama u razdoblju prije implementacije.

Identificiran je i vrlo veliki potencijal za implementaciju RECADV-a (*receiving advice*) kao posljedica implementacije DESADV-a. RECADV poruka kojom se potvrđuje primitak isporuke temelj je za izdavanje računa. Povećanjem stupnja usklađenosti isporuka s narudžbom (2% povrata prije realizacije, 0% povrata nakon implementacije), automatizacija procesa izdavanja računa već u fazi obavijesti generira uštedu vremena u naknadnom procesu obračuna narudžbi – minimum 98% računa bit će izdano na temelju RECADV-a, što treba ocijeniti kao vrlo dobar rezultat.

Tablica 5.14. Analiza učinkovitosti implementacije DESADV kod naručitelja

Indikator	PRIJE implementacije	NAKON implementacije
Stopa netočnih isporuka dobavljača (%)	43,42	38,35
Pokazatelj učinkovitosti prihvaćanja isporuke	0,55	0,31
Stopa korištenja EDI dokumenata u obavijesti o isporuci (%)	0,00	62,41
Stopa uštede troškova za rukovanje isporukama od dobavljača (u PLN)	5.244,00	3.227,92

Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Paperless – Analiza mogućnosti digitalizacije opskrbnih lanaca", Istraživačka mreža Łukasiewicz – Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2020–2022.

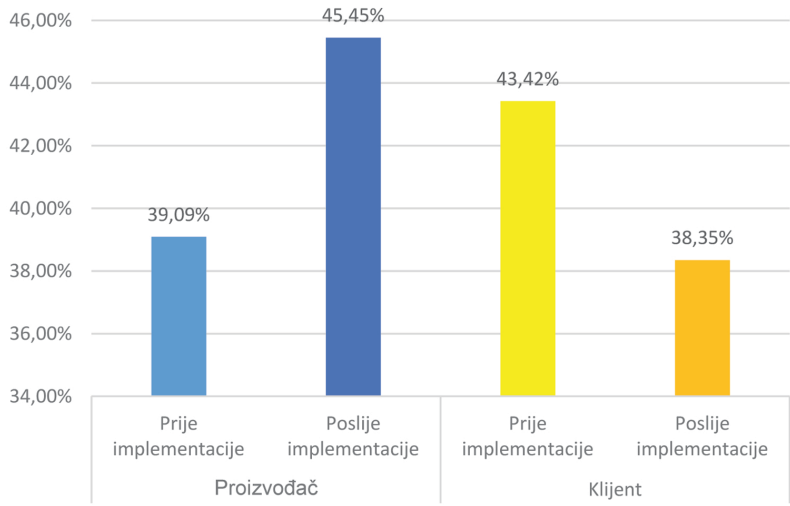
Analiza pokazatelja na temelju podataka dobivenih od naručitelja jasno pokazuje prednosti implementacije DESADV-a. Stopa pogrešnih isporuka poboljšana je za približno 5%, što bi se trebalo smatrati vrlo dobrim rezultatom, posebno ako se uzme u obzir da su podaci nakon implementacije vjerojatno dobiveni u razdoblju destabilizacije procesa uzrokovane promjenama vezanim uz implementaciju. Predviđajući stabilizaciju procesa u dugom roku nakon implementacije, mogu se pretpostaviti daljnja poboljšanja u stopi netočnih isporuka.

Učinkovitost potvrde o isporuci poboljšana je zahvaljujući smanjenju vremena potvrde o isporuci za 44% za jednog dobavljača. Stopa korištenja EDI dokumenata u obavijesti o isporuci je 62%, što ukazuje da se još uvijek oko 40% isporuka obavještava izvan EDI komunikacije. Treba napomenuti da su troškovi rukovanja isporukama od dobavljača smanjeni za 38%, što je rezultat poboljšanog procesa preuzimanja isporuka.

Pokušajem usporedbe pokazatelja proizvođača i kupaca iz perspektive opskrbnog lanca, identificirane su razlike koje bi mogle ukazivati na važnu ulogu logističkog operatera u provedbi procesa isporuke i informacijske integracije.

Zanimljiv je pokazatelj nepravilnosti u isporuci (prema kupcu – sa stajališta proizvođača i dobavljača – sa stajališta kupca), koji predstavlja odstupanja na početku i kraju ovog opskrbnog lanca. Oni su prikazani na slici 5.11.

Slika 5.11. Analiza pokazatelja nepravilnosti u opskrbi – pristup lancu opskrbe



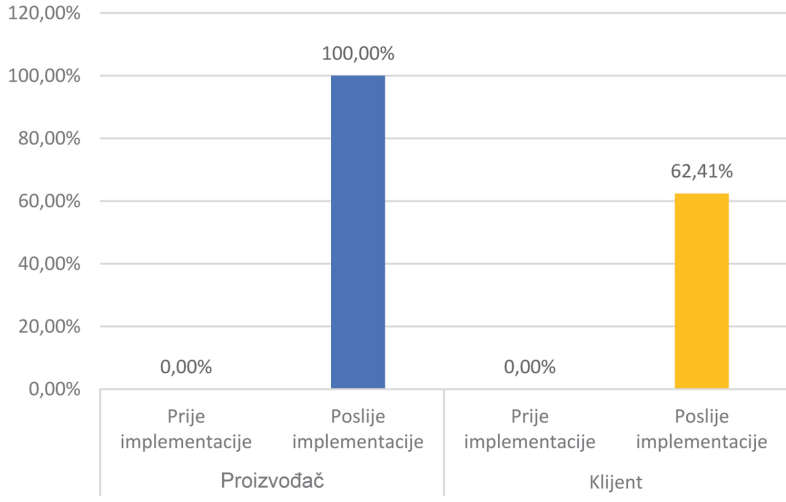
Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Paperless – Analiza mogućnosti digitalizacije opskrbnih lanaca", Istraživačka mreža Łukasiewicz – Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2020–2022.

Usporedna analiza pokazuje da je proizvođač generirao veći postotak neispravnih isporuka prema kupcu od postotka isporuka koje je u konačnici primio kupac – što znači da je manji postotak neispravnih isporuka rezultat aktivnosti logističkog operatera. Logistički operater, koji također skladišti robu proizvođača, nadopunio je dio nedostajućih artikala iz narudžbe, što se u konačnici odrazilo na manju razinu nepravilnosti u isporuci. Istodobno, ovaj pokazatelj pokazuje veći utjecaj implementacije DESADV-a na učinkovitost procesa kupca nego na učinkovitost procesa koje implementira dobavljač.

Drugi pokazatelj analiziran iz perspektive opskrbnog lanca je pokazatelj korištenja EDI dokumenata u obavijesti o isporuci. Odstupanja su prikazana na slici 5.12.

Prilikom slanja robe sa svog skladišta, proizvođač za svaku pošiljku generira DESADV poruku, no trgovački lanac prima samo 62% isporuka koje su bile obaviještene putem DESADV-a. To je opet rezultat djelovanja logističkog operatera koji, kako bi povećao potpunost narudžbi svojih kupaca, kreira dopunske narudžbe koje vjerojatno ne koriste EDI poruke. Poboljšana cjelovitost isporuka kao rezultat aktivnosti logističkog operatera rezultirala je pogoršanjem stupnja korištenja DESADV dokumenata u cijelom opskrbnom lancu.

Slika 5.12. Analiza stope korištenja EDI dokumenata u obavijesti o isporuci – pristup lancu opskrbe



Izvor: vlastita studija u sklopu istraživačko-razvojnog projekta „Paperless – Analiza mogućnosti digitalizacije opskrbnih lanaca", Istraživačka mreža Łukasiewicz – Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2020–2022.

Bez obzira na potrebu dopune analize pokazatelja podacima logističkog operatera, valja napomenuti da implementacija DESADV poruke i navođenje opravdanih razloga za implementaciju RECADV ukazuje na niz prednosti koje proizlaze iz korištenja cjelovite O2C rješenje u opskrbnom lancu:

- smanjenje broja neispravnih isporuka,
- brže ispunjavanje narudžbi automatizacijom procesa naručivanja i mogućnošću brzog pokretanja procesa dostave,
- brža mogućnost odgovora i informiranja kupaca kada dobavljači ne mogu isporučiti naručene proizvode,
- učinkovito praćenje razine zaliha, pomažući dobavljačima da točno utvrde kada će narudžba biti ispunjena,
- brza identifikacija miješanih paleta što omogućuje učinkovito planiranje i isporuku,
- mogućnost dobivanja detaljnih informacija o željezničkom vozilu koje prevozi određeni teret, što vam omogućuje da unaprijed planirate proces prikupljanja,
- poboljšanje procesa predviđanja narudžbi i povećanje dostupnosti proizvoda,
- učinkovito planiranje istovara smanjenjem čekanja za dostavu,
- poboljšanje računovodstvenih i naplatnih procesa zahvaljujući mogućnosti praćenja i pohranjivanja svih poruka razmijenjenih s dobavljačima.

5.4. Analiza učinkovitosti nabave rezervnih dijelova u proizvodnji

Integracija i pouzdanost logističkih procesa u lancu nabave rezervnih dijelova ključna je odrednica analize dostupnosti rezervnih dijelova u proizvodnom procesu. Pouzdanost logističkog procesa prvenstveno uključuje (Nowakowski, 2011, str. 99):

- pouzdanost isporuke – definirana kao vjerojatnost poštivanja dogovorenih rokova i usklađenosti isporuke s narudžbom,
- pouzdanost transporta – definirana kao vjerojatnost isporuke narudžbe na vrijeme i bez oštećenja,
- pouzdanost logističke infrastrukture – uključujući operativne parametre osoblja i prateće opreme (uređaja, alata, opreme za upravljanje i mjerenje).

Na temelju norme DIN 24420, rezervni dijelovi su elementi (također zvani dijelovi), grupe elemenata (također zvani sklopovi i podsklopovi) ili cjeloviti proizvodi koji se koriste za zamjenu oštećenih, istrošenih ili neispravnih dijelova, sklopova ili proizvoda (DIN, 1976). Bit rezervnih dijelova na sličan je način

definiran standardima Američkog društva za kontrolu proizvodnje i inventara. Definiraju se kao moduli, komponente i stavke koje se planiraju koristiti bez ikakvih dodatnih izmjena za zamjenu originalnih dijelova (American Production and Inventory Control Society, 2010). Kod podjele rezervnih dijelova za sve proizvode ili dijelove koji se koriste u održavanju strojeva ili uređaja treba uzeti u obzir sljedeću podjelu (Biedermann, 2008, str. 3):

- rezervni dijelovi – dijelovi, skupine, cijeli proizvodi ili skupine proizvoda namijenjeni zamjeni oštećenih, istrošenih ili dijelova koji nedostaju,
- rezervni dijelovi – rezervni dijelovi koji su dodijeljeni jednom ili više strojeva i u tom kontekstu se ne mogu koristiti samostalno, neovisno o planiranim aktivnostima,
- habajući dijelovi – rezervni dijelovi koji mogu biti istrošeni i obično nisu prikladni za popravak s ekonomskog gledišta,
- mali dijelovi – često korišteni rezervni dijelovi, uglavnom standardizirani, male pojedinačne vrijednosti.

Svrha upravljanja zalihama rezervnih dijelova je optimalno (ekonomski opravdano) oblikovanje rotirajućih zaliha, određivanje opravdane sigurnosne zalihe i eliminacija viška zaliha (Frąś, 2021, str. 148). Prilikom detaljnije analize suštine kontrole zaliha rezervnih dijelova potrebno je identificirati sljedeće specifične karakteristike (Pfohl, 1998):

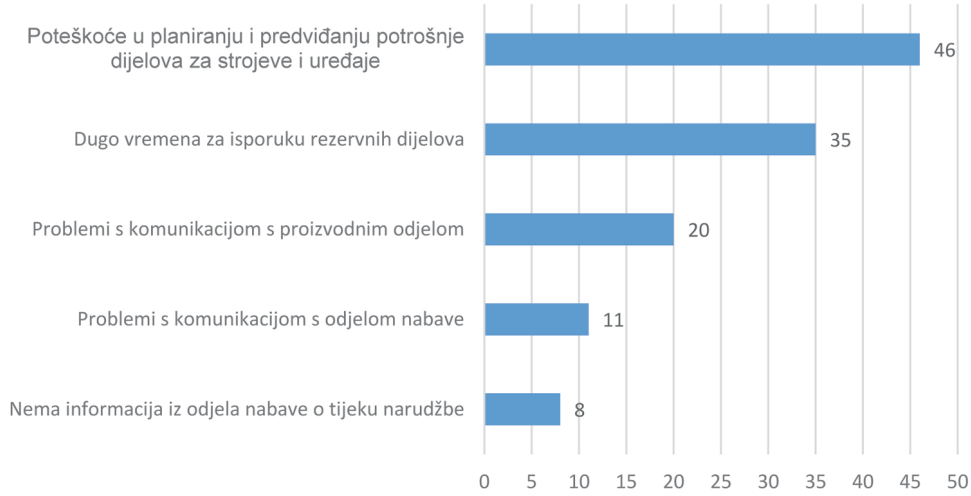
- potražnja za rezervnim dijelovima može se planirati samo u ograničenoj mjeri,
- opskrba rezervnim dijelovima ovisi uglavnom o broju prodanih primarnih proizvoda, provedenim postupcima obnove i servisiranja te trajnosti korištenih dijelova,
- rezervni dijelovi često zahtijevaju mnogo opisa, dokumentacije, radnih standarda i često se prodaju zajedno sa servisnim uslugama,
- Inovacije koje uvode proizvođači rezultiraju zamjenom zastarjelih primarnih proizvoda, a potrebno je pripremiti rezervne dijelove i za stare i za nove proizvode, što rezultira kontinuiranim širenjem proizvodnog asortimana.

U analizi učinkovitosti proizvodnog poduzeća kao korisnika rezervnih dijelova, važan organizacijski element je brza provedba planiranih obnova strojeva, što značajno utječe na povećanje troškova zastoja uzrokovanih visokim stupnjem složenosti proizvodnog procesa. Kako u poslovnoj praksi, tako i u literaturi na tu temu, uvriježena je teza da je održavanje prekomjernih zaliha (uključujući i rezervne dijelove) povezano s dodatnim troškovima koji negativno utječu na učinkovitost poslovanja poduzeća. Međutim, sa stajališta održavanja, smanjenje

učinkovitosti procesa često proizlazi iz činjenice da se nedostatak rezervnih dijelova otkrije tek kada se izvode radovi na obnovi i popravcima, nakon provjere (Kwiotkowska, 2006, str. 174). Stoga je vrlo važan istraživački problem učinkovita kontrola razine zaliha rezervnih dijelova, prilagođena potrebama koje generiraju usluge održavanja (Kolińska, 2012, str. 165).

Službe održavanja susreću se s nizom problema u sklopu aktivnosti koje se provode na operativnoj i strateškoj razini. Provedeno istraživanje[75]u području upravljanja zalihama rezervnih dijelova pokazali su da su najčešći problemi poteškoće u planiranju i predviđanju potrošnje rezervnih dijelova za strojeve i uređaje te duga vremena čekanja na izvršenje narudžbi rezervnih dijelova. Detaljni rezultati prikazani su na slici 5.13.

Slika 5.13. Problemi učinkovitog upravljanja rezervnim dijelovima



Izvor: Kolińska & Koliński, 2013, str. 4.

Osnovni izvor informacija potrebnih za provođenje kontroling analize učinkovitosti procesa nabave rezervnih dijelova je povezivanje operativnih podataka vezanih uz njihov tijek i pripadajućih podataka o troškovima evidentiranih u kontnom planu poduzeća. Podaci iz financijsko-računovodstvenog sustava omogućuju određivanje ekonomskih pokazatelja i mjera za analizu učinkovitosti procesa nabave rezervnih dijelova.

[75] Istraživanje je provedeno u drugoj polovici 2012 godine u 102 proizvodna, uslužna i proizvodna, proizvodno-trgovačka i proizvodno-trgovačko-uslužna poduzeća iz Velikopoljskog vojvodstva. Cilj rada bio je pokazati stupanj korištenja analiza problematike rezervnih dijelova i analiza učinkovitosti proizvodnog procesa u poslovnoj praksi. Rezultati istraživanja prikazani su u publikaciji: Kolińska & Koliński, 2013.

Neovisni element modela upravljanja dostupnošću rezervnih dijelova je analiza učinkovitosti. Analiza učinkovitosti na temelju odabranih pokazatelja sve je korištenije područje analize u poduzećima u odnosu na financijske rezultate. Na temelju analize literature na tu temu (Hajdul i Kolińska, 2014; Koliński, Śliwczyński i Golińska-Dawson, 2016; Krzyżaniak, 2015; Muchiri i sur., 2011; Parida i sur., 2015; Stajniak i Koliński, 2016 ; Tsang, Jardine & Kolodny, 1999; Twaróg, 2005) i konceptualni rad u istraživačkim projektima[76] utvrđen je skup indikatora i mjera prikazanih u tablici 5.15. Razvijeni skup pokazatelja u korelaciji je s poslovnim potrebama prikazanim na slici 5.13.

Tablica 5.15. Pokazatelji i mjere učinkovitosti procesa nabave rezervnih dijelova

Indikator	Uzorak	Karakteristike	Mjerna jedinica
Indeks odziva isporuke	$W_{RD} = \frac{l_{czPT}}{l_{cz}}$	l_{czPT} – broj prijevremeno isporučenih rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	%
		lcz – broj isporučenih rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	
Indeks intenziteta transporta	$W_{TR} = \frac{T_{TR}}{l_d}$	T_{TR} – vrijeme prijevoza u analiziranom razdoblju	h/dostava
		l_d – broj isporuka u analiziranom razdoblju	
Stopa pokrivenosti	$W_P = \frac{Z}{W_Z} \cdot l_{dni}$	Z – prosječna veličina/vrijednost zaliha rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	dana
		W_Z – obujam/vrijednost potrošnje rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	
		l_{dni} – broj dana u analiziranom razdoblju	
Pokazatelj udjela nerotirajućih zaliha u zalihama	$W_{NR} = \frac{Z}{W_Z}$	Z_{NR} – vrijednost zaliha nerotirajućih rezervnih dijelova	%
		Z_W – ukupna vrijednost zaliha rezervnih dijelova	
Stopa isporuke na vrijeme	$W_{TD} = \frac{l_{dt}}{l_d}$	l_{dt} – broj isporuka obavljenih na vrijeme u određenom razdoblju	%
		l_d – broj isporuka u određenom razdoblju	
Indikator ispunjenja narudžbe	$W_{RZ} = \frac{C_d}{C_z}$	C_d – broj jedinica određenog rezervnog dijela isporučenih od strane dobavljača u određenom razdoblju	%
		C_z – broj jedinica rezervnog dijela naručenog tijekom ovog razdoblja	

Izvor: Kolińska et al., 2017.

[76] „Razvoj prototipa elektroničke logističke platforme za poslovne usluge korištenjem koncepta 4PL/5PL", Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2007–2010 „Simulacija upravljanja materijalnim tokovima poduzeća kao instrument multivarijantne analize učinkovitosti transportnih procesa", br. N N509 549940, Sveučilište za logistiku, Poznań 2011–2013 „Razvoj metoda i alata koji podržavaju analizu i poboljšanje logističkih procesa poduzeća i opskrbnih lanaca – LOGIBAR", br. S-3737-4-2014, Institut za logistiku i skladištenje, Poznań 2014.

Razvijeni prijedlog sustava indikatora uzima u obzir sve perspektive Strategic Scorecarda, no broj indikatora određen je specifičnostima upravljanja rezervnim dijelovima.

Provjera referentnog modela učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu u sklopu opskrbnog procesa provedena je usporednom analizom trenutnog stanja (W0) u proizvodnom poduzeću sa stanjem nakon uvođenja poboljšanja u digitalizaciju. postupka naručivanja i obavješćivanja nabave rezervnih dijelova. U skladu s usvojenom metodologijom istraživanja kojom se provjeravaju prednosti implementacije rješenja, rezultati su dobiveni četiri puta (W1, W2, W3, W4), vodeći računa da što više vremena prođe od implementacije rješenja ili optimizacije, što dobiveni rezultati imaju veću sigurnost i adekvatniji odraz stvarnog stanja. U sklopu istraživanja prikupljani su podaci neposredno nakon provedbe te 30 dana, 60 dana i 90 dana nakon provedbe.

U tablici 5.16 prikazani su podaci prije i nakon implementacije optimizacijskih rješenja u sklopu analize učinkovitosti procesa nabave rezervnih dijelova.

Tablica 5.16. Ulazni podaci za analizu učinkovitosti nabave rezervnih dijelova

Karakteristike	Stanje prije implementacije	Stanje nakon implementacije			
	W0	W1	W2	W3	W4
l_{czPT} – broj prijevremeno isporučenih rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	10	15	16	19	22
l_{cz} – broj isporučenih rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	268	265	264	260	255
T_{TR} – vrijeme prijevoza u analiziranom razdoblju	29	29	28	25	23
l_d – broj isporuka u analiziranom razdoblju	67	69	69	67	65
Z – prosječna veličina/vrijednost zaliha rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	29	29	29	29	29
W_Z – obujam/vrijednost potrošnje rezervnih dijelova u analiziranom razdoblju	268	265	264	260	255
l_{dni} – broj dana u analiziranom razdoblju	30	30	31	30	31
Z_{NR} – vrijednost zaliha nerotirajućih rezervnih dijelova	0	0	0	0	0
Z_W – ukupna vrijednost zaliha rezervnih dijelova	29,571	29,571	29,571	29,571	29,571
$l_{d\,t}$ – broj isporuka obavljenih na vrijeme u određenom razdoblju	64	66	67	67	65
l_d – broj isporuka u određenom razdoblju	67	69	69	67	65
C_d – broj jedinica određenog rezervnog dijela isporučenih od strane dobavljača u određenom razdoblju	286	300	290	295	295
C_z – broj jedinica rezervnih dijelova naručenih tijekom ovog razdoblja	300	310	300	305	300

Izvor: vlastita studija.

Označeni pokazatelji prije i nakon provedbe poboljšanja prikazani su u tablici 5.17, koja također uzima u obzir vrijednost aritmetičke sredine i ponderiranog prosjeka. Logika određivanja ponderiranog prosjeka za analizu učinkovitosti proizlazi iz činjenice da su podaci prikupljeni kroz dulje vremensko razdoblje nakon implementacije pouzdaniji i u većoj mjeri odražavaju stvarno stanje.

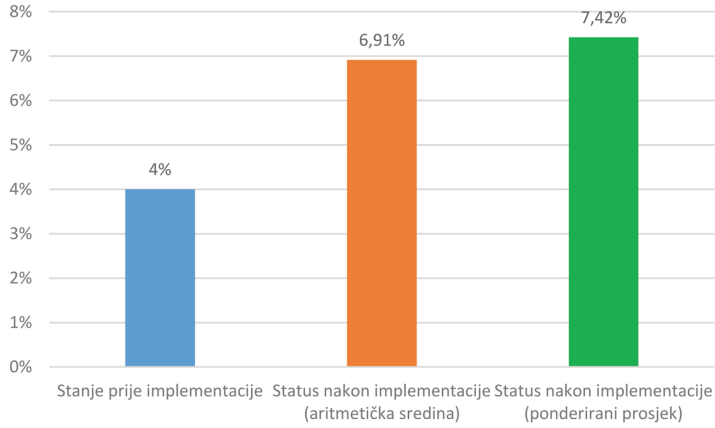
Tablica 5.17. Analiza učinkovitosti nabave rezervnih dijelova

Indikator	Stanje prije implementacije	Stanje nakon implementacije					
		W1	W2	W3	W4	Aritmetička sredina	Ponderirani prosjek
Indeks odziva isporuke	4%	6%	6%	7%	9%	6,91%	7,42%
Indeks intenziteta transporta	0,432836	0,42029	0,405797	0,373134	0,353846	0,388267	0,376667
Stopa pokrivenosti	3,246269	3,283019	3,405303	3,346154	3,52549	3,389991	3,423405
Pokazatelj udjela nerotirajućih zaliha u zalihama	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Stopa isporuke na vrijeme	95,52%	95,65%	97,10%	100,00%	100,00%	98,19%	98,99%
Indikator ispunjenja narudžbe	95,33%	96,77%	96,67%	96,72%	98,33%	97,12%	97,36%

Izvor: vlastita studija.

Udio nerotirajućih zaliha bio je 0% bez obzira na implementaciju, ali je iznimno važan s aspekta upravljanja rezervnim dijelovima u holističkom pristupu, stoga je i uključen u ovu analizu.

Slika 5.14. Analiza indeksa odziva ponude

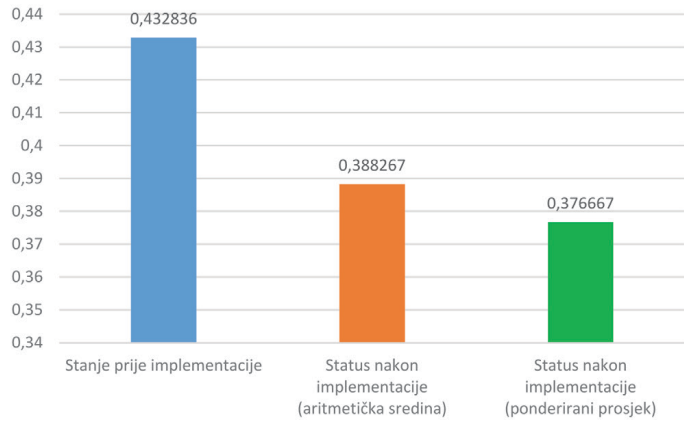


Izvor: vlastita studija.

Na slici 5.14 je prikazana grafička analiza kretanja označenih pokazatelja, isključujući pokazatelj udjela nerotirajućih dionica. Generirane promjene u svakom od razmatranih pokazatelja ukazuju na poboljšanje učinkovitosti procesa opskrbe.

Indeks odziva ponude generirao je značajno poboljšanje, gotovo udvostručivši prosječnu vrijednost. Međutim, treba napomenuti (tablica 5.17) da rezultat postignut u posljednjem analitičkom razdoblju (W4) od 9% može ukazivati na ciljni rezultat od približno 10%.

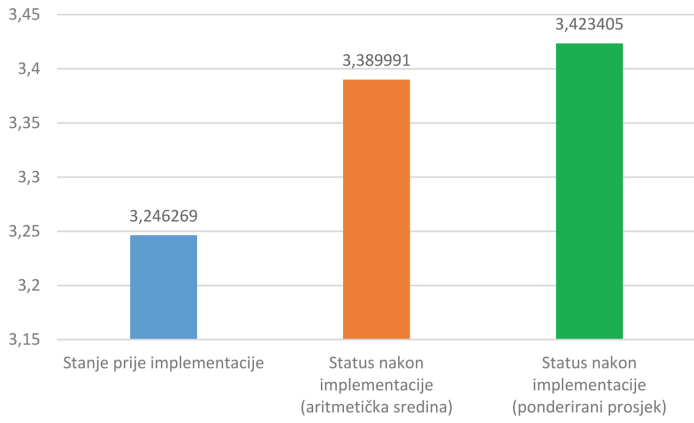
Slika 5.15. Analiza indeksa intenziteta prometa



Izvor: vlastita studija.

Indeks intenziteta prometa manji je za 13% u odnosu na ponderirani prosjek. Analizirajući pokazatelj utvrđen na temelju posljednjeg analitičkog razdoblja, treba zaključiti da će ciljna vrijednost intenziteta transporta biti cca 20 minuta po isporuci.

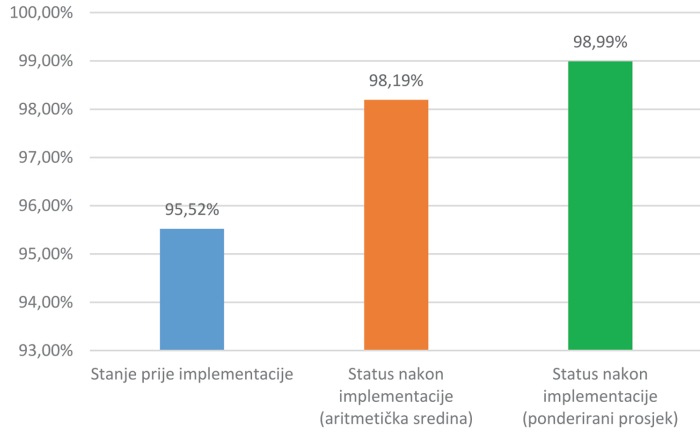
Slika 5.16. Analiza omjera pokrivenosti



Izvor: vlastita studija.

Indeks pokrivenosti za analizirani element određuje odnos između predviđene potražnje, količine zaliha i zbroja narudžbi za određeni proizvod u određenom razdoblju. Povećanje ovog pokazatelja treba protumačiti kao pozitivno, jer je trenutna razina sigurnosti u dostupnosti rezervnih dijelova povećana za cca 5%.

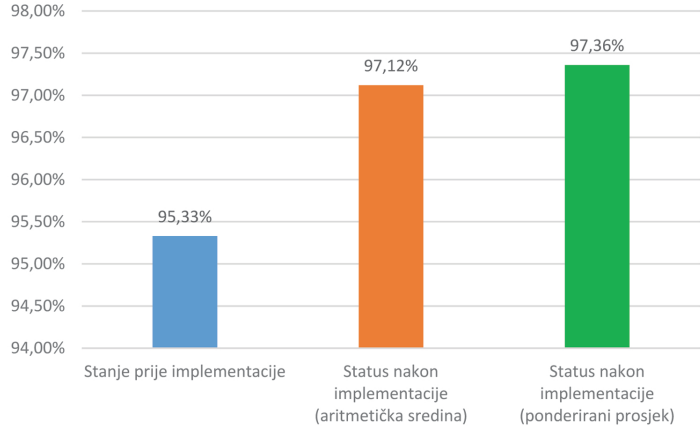
Slika 5.17. Analiza stope pravovremene isporuke



Izvor: vlastita studija.

Pravodobnost isporuke rezervnih dijelova za potrebe proizvodnje u posljednja dva analitička razdoblja dosegnula je 100%. Održavanje pune pravovremenosti ne bi trebalo pretpostaviti kao cilj, međutim, ova analiza pokazuje da je stopa pravovremenosti koja doseže 100% realna.

Slika 5.18. Analiza stope ispunjenosti narudžbi



Izvor: vlastita studija.

Pri analizi stope ispunjenosti narudžbi treba uočiti korelaciju sa stopom pravovremene isporuke. Ciljana vrijednost ovog pokazatelja trebala bi biti rezultat koji se približava 100%.

Analiza učinkovitosti procesa opskrbe opširno je opisana u ovom radu, kako u okviru istraživanja literature, tako i kao dio istraživanja ekonomske prakse u području analize učinkovitosti korištenja rezervnih dijelova (Kolińska et al., 2017), kao i identificiranje potreba za njihovu potrošnju u proizvodnji (Kolińska et al., 2018). Analiza učinkovitosti opskrbe, uzimajući u obzir dostupnost rezervnih dijelova za proizvodnju, omogućuje nam da zaključimo da je razvijen referentni model za učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu u smislu opskrbe dovršen.

5.5. Analiza učinkovitosti aktivnosti u području proizvodnih procesa

Specifičnost proizvodnih procesa u opskrbnom lancu zahtijeva analizu učinkovitosti u smislu mogućnosti stvaranja ušteda i učinkovitosti procesa. Iz tog razloga, ovo poglavlje pokušava prikazati utjecaj učinkovitosti proizvodnje na njezinu učinkovitost iz strateške i operativne perspektive.

Glavni cilj analiza koje se provode na strateškoj razini je identificirati odnos između utjecaja upotrebe alata na učinkovitost proizvodnog procesa. Uzimajući u obzir specifičnost učinkovitosti proizvodnog procesa, odlučeno je da će analiza utjecaja upotrebe TOC alata na pokazatelje učinkovitosti u četiri proizvodna poduzeća omogućiti generalizaciju zaključaka[77]. Usporedba poduzeća pomoću indikatora istraživačka je metoda koja omogućuje analizu različitih operativnih aktivnosti koje se provode u sličnim proizvodnim procesima (Kiba-Janiak & Jagoda, 2017). Za analizu utjecaja korištenja TOC alata odabrane su srednje i velike proizvodne tvrtke iz različitih industrija koje obavljaju serijsku proizvodnju.

Na temelju metoda poboljšanja učinkovitosti korištenjem teorije ograničenja i uzimajući u obzir složenost problema kreiranja sustava pokazatelja i mjera za procjenu učinkovitosti i metoda njihova mjerenja, odlučeno je provesti opću analizu, koja će obuhvatiti samo odabrane indikatori. Prikazani su u tablici 5.18.

Prikazani skup pokazatelja uzima u obzir osnovni odnos ekonomske učinkovitosti; dodatno je dopunjen pokazateljem OEE (*overall equipment effectiveness*). Korištenje OEE analize opravdano je potrebom uzimanja u obzir aspekata operativne učinkovitosti proizvodnog procesa u provedenim istraživanjima. OEE je zbirni pokazatelj koji omogućuje praćenje i kontrolu proizvodnog procesa koji

[77] Detaljna analiza razmatranog opsega prikazana je u publikaciji: Trojanowska et al., 2017.

pokazuje učinkovitost korištenja proizvodnih mogućnosti strojeva i uređaja umanjenu za utjecaj čimbenika koji ometaju njihov rad. OEE analiza se najčešće koristi za mjerenje učinkovitosti opreme i resursa na temelju stvarne raspoloživosti resursa, razine implementacije proizvodnje i kvalitete proizvedenog proizvoda. Odabir ovog skupa pokazatelja opravdan je fokusom na usporedne mogućnosti pojedinih tvrtki koje su dale podatke o implementaciji pojedinih TOC alata. Specifičnost pojedinih poduzeća također je imala izravan utjecaj na odabir pokazatelja koji se ocjenjuju.

Tablica 5.18. Odabrane metrike procjene učinkovitosti proizvodnje uzimajući u obzir specifičnosti TOC alata

Naziv mjerila	Odnos podataka	Karakteristike	Mjerna jedinica
Indeks produktivnosti zaposlenika	$\frac{a}{b}$	*a* – neto prodaja	%
		b – troškovi plaća	
Učinkovitost ispunjenja naloga		*a* – broj izvršenih naloga	%
		b – ukupan broj naloga	
Glatkoća proizvodnje		*a* – zastoji u proizvodnom procesu	%
		b – ukupno radno vrijeme	
Iskorištenost proizvodnih kapaciteta		*a* – iskorišten proizvodni kapacitet	%
		b – ukupni kapacitet proizvodnje	

Izvor: vlastita studija.

Prva od analiziranih tvrtki pripada reklamnoj industriji i proizvodi knjižne kalendare. Tvrtka postoji preko 20 godina i zapošljava gotovo 400 ljudi. Tvrtki je trebalo manje od godinu dana da razvije i implementira TOC. Od 2010 tvrtka radi s procesom kontinuiranog poboljšanja TOC-a, koristeći DBR (*drum – buffer – rope*) metodu za upravljanje proizvodnjom i CCPM (*critical chain project management*) metodu za upravljanje narudžbama (Cyplik, Adamczak & Hadaś, 2012) i tretirati svaki od njih kao zaseban projekt. Korištenje TOC-a u analiziranom poduzeću otežano je činjenicom da je proizvodnja sezonska, što uzrokuje povremenu promjenu mjesta ograničenja s unutarnjeg na vanjsko, ali ne utječe na mogućnost korištenja serijske proizvodnje. Tablica 5.19 prikazuje odabrane proizvodne podatke i pokazatelje učinkovitosti (tablica 5.18) prije i nakon implementacije TOC alata.

Zbog sezonalnosti proizvodnje rezultati primjene TOC-a provjereni su nakon godinu dana korištenja ovog koncepta i uočeno je sljedeće:

- povećanje učinkovitosti proizvodnje za 47%,
- smanjenje zaliha gotovih proizvoda za 25%,
- smanjenje troškova proizvodnje za 16%.

Tablica 5.19. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 1

Podaci/pokazatelji	Prije implementacije	Nakon implementacije
Učinkovitost proizvodnje [komada/smjena]	16 000	23 520
Količina zaliha gotovih proizvoda [kom/mjesec]	10 000	7 500
Broj narudžbi na vrijeme [mjesečno]	18 720	25 800
Ukupan broj narudžbi [mjesečno]	24 000	30 000
Troškovi proizvodnje [PLN/mjesec]	5 670,00	4 762,80
Stopa produktivnosti zaposlenika [%]	87	91
Učinkovitost ispunjenja narudžbe [%]	78	86
Iskorištenost proizvodnih kapaciteta [%]	67	79
Tečnost proizvodnje [%]	17	14
OEE [%]	76	81

Izvor: vlastita studija.

Provedba TOC-a rezultirala je povećanjem sljedećih pokazatelja tijekom godine:

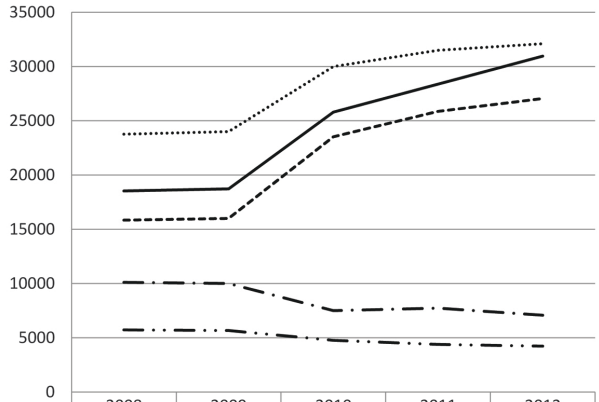
- produktivnost zaposlenika (od 87% do 91%),
- učinkovitost izvršenja narudžbi (od 78% do 86%),
- iskorištenost proizvodnih kapaciteta (sa 67% na 79%),
- OEE analiza (od 76% do 81%).

Također je vrijedno napomenuti da se stopa protoka proizvodnje smanjila sa 17% na 14%, što dokazuje da su zastoji u proizvodnom procesu minimizirani. Sljedećih godina tvrtka je poboljšala implementirane TOC alate, što je pridonijelo daljnjem poboljšanju učinkovitosti proizvodnog procesa, iako ne tako dinamično kao u razdoblju implementacije. Slika 5.19 sažima proizvodne podatke za pet godina poslovanja tvrtke, uspoređujući rezultate prije i nakon implementacije TOC alata, kao i rezultate dobivene u dvije godine neposredno nakon implementacije.

TOC alati su implementirani 2010 godine, zbog čega je takvo analitičko razdoblje uzeto u obzir. Treba napomenuti da unatoč daljnjem poboljšanju proizvodne situacije nakon implementacije TOC alata, dobiveni rezultati pokazuju samo kontinuirano poboljšanje proizvodnog procesa.

Drugi analizirani subjekt je tvrtka iz elektroprivrede koja proizvodi opremu za nadzemne elektroenergetske vodove. Tvrtka je na tržištu već gotovo 70 godina i ima proizvodne jedinice na pet kontinenata. Tvrtki je bilo potrebno manje od godinu dana za razvoj i implementaciju TOC-a, a glavni cilj je bio skratiti vrijeme izvršenja narudžbi. Tvrtka radi koristeći proces kontinuiranog poboljšanja TOC-a i koristi DBR i CCPM metode od 2013. Tablica 5.20 prikazuje odabrane proizvodne podatke i pokazatelje učinkovitosti (Tablica 5.18) prije i nakon implementacije TOC alata.

Slika 5.19. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 1



	2008	2009	2010	2011	2012
učinkovitost proizvodnje [kom/smjena]	15842	16000	23520	25872	27048
obujam zaliha gotovih proizvoda [kom/mjesec]	10100	10000	7500	7730	7080
broj pravovremenih narudžbi [mjesečno]	18535	18720	25800	28380	30960
ukupan broj narudžbi [mjesečno]	23762	24000	30000	31500	32100
trošak proizvodnje [PLN/mjesec]	5726,70	5670,00	4762,80	4381,78	4231,23

Izvor: vlastita studija.

Učinak korištenja TOC-a je:

- smanjenje zaliha proizvodnje u tijeku za 44%,
- skraćivanje vremena izvršenja narudžbe za 50%,
- smanjenje troškova proizvodnje za 37%.

Tablica 5.20. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 2

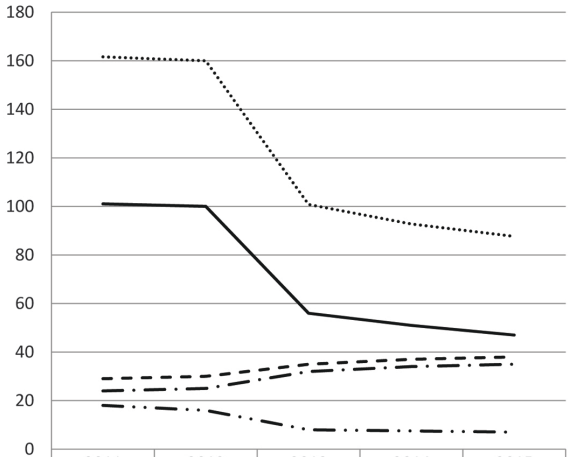
Podaci/pokazatelji	Prije implementacije	Nakon provedbe
Vrijeme obrade narudžbe [h]	16	8
Količina zaliha proizvodnje u tijeku [komada/mjesec]	100	56
Broj narudžbi na vrijeme [mjesečno]	25	32
Ukupan broj narudžbi [mjesečno]	30	35
Troškovi proizvodnje [PLN/promjena]	160,00	100,80
Stopa produktivnosti zaposlenika [%]	68	80
Učinkovitost ispunjenja narudžbe [%]	83	91
Iskorištenost proizvodnih kapaciteta [%]	68	71
Tečnost proizvodnje [%]	11	16
OEE [%]	74	79

Izvor: vlastita studija.

Provedba TOC-a rezultirala je povećanjem sljedećih pokazatelja tijekom godine:
- produktivnost zaposlenika (od 68% do 80%),
- učinkovitost izvršenja narudžbe (od 84% do 93%),
- iskorištenost proizvodnih kapaciteta (sa 68% na 71%),
- OEE (sa 74% na 79%).

Također je vrijedno napomenuti da se stopa protoka proizvodnje povećala sa 11% na 16%, što ukazuje na povećanje zastoja u proizvodnom procesu kao rezultat minimiziranja zaliha nedovršene proizvodnje i povećanja proizvodnog kapaciteta (u analiziranom slučaju, ovaj pokazatelj nije važan element proizvodnog procesa analize učinkovitosti). Slika 5.20 sažima proizvodne podatke za pet godina poslovanja tvrtke, uspoređujući rezultate prije i nakon implementacije TOC alata, kao i rezultate dobivene u dvije godine neposredno nakon implementacije.

Slika 5.20. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 2



	2011	2012	2013	2014	2015
vrijeme obrade narudžbe [h]	18	16	8	7,5	7
obujam zaliha proizvodnje u tijeku [kom/mj.]	101	100	56	51	47
broj pravovremenih narudžbi [mjesečno]	24	25	32	34	35
ukupan broj narudžbi [mjesečno]	29	30	35	37	38
trošak proizvodnje [PLN/promjena]	161,60	160,00	100,80	92,74	87,65

Izvor: vlastita studija.

TOC alati su implementirani 2013 godine, stoga je takvo analitičko razdoblje uzeto u obzir. Učinci postignuti korištenjem TOC-a ispunili su očekivanja menadžmenta, pa je odlučeno implementirati TOC i u odjele prodaje i strateškog planiranja.

Treća analizirana tvrtka je tvrtka iz industrije kućanskih aparata koja proizvodi kuhinjsku opremu. Tvrtka je na tržištu već više od 70 godina i ima proizvodne jedinice u nekoliko europskih zemalja. Tvrtki je za razvoj i implementaciju TOC-a trebalo godinu dana, a glavni cilj bio je smanjiti zalihe gotovih proizvoda. Tvrtka radi koristeći proces kontinuiranog poboljšanja TOC-a i koristi DBR od 2011. Tablica 5.21 prikazuje odabrane proizvodne podatke i pokazatelje učinkovitosti (Tablica 5.18) prije i nakon implementacije TOC alata.

Tablica 5.21. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 3

Podaci/pokazatelji	Prije implementacije	Nakon provedbe
Učinkovitost proizvodnje [kom/smjena]	2000	2500
Količina zaliha gotovih proizvoda [kom/mjesec]	875	700
Broj narudžbi na vrijeme [mjesečno]	278	362
Ukupan broj narudžbi [mjesečno]	320	400
Troškovi proizvodnje [PLN/promjena]	1506,00	1265,04
Stopa produktivnosti zaposlenika [%]	89	93
Učinkovitost ispunjenja narudžbe [%]	87	91
Iskorištenost proizvodnih kapaciteta [%]	79	86
Tečnost proizvodnje [%]	14	11
OEE [%]	84	87

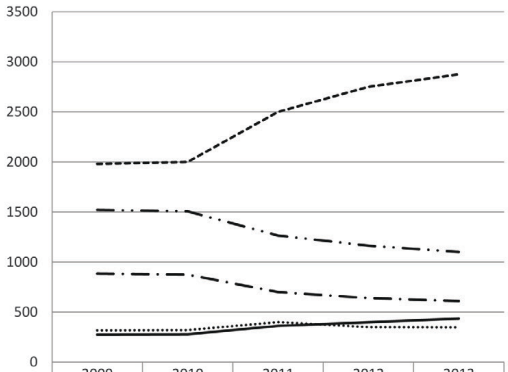
Izvor: vlastita studija.

Učinak korištenja TOC alata u analiziranom proizvodnom procesu je:
- smanjenje zaliha gotovih proizvoda za 20%,
- povećanje učinkovitosti proizvodnje za 25%,
- smanjenje troškova proizvodnje za 16%.

Provedba TOC-a rezultirala je povećanjem sljedećih pokazatelja tijekom godine:
- produktivnost zaposlenika (od 89% do 93%),
- učinkovitost ispunjenja narudžbi (od 87% do 91%),
- iskorištenost proizvodnih kapaciteta (sa 79% na 86%),
- OEE (od 84% do 87%).

Vrijedno je napomenuti da se protok proizvodnje smanjio s 14% na 11%, što dokazuje da su zastoji u proizvodnom procesu minimizirani. Slika 5.21 sažima proizvodne podatke za pet godina poslovanja tvrtke, uspoređujući rezultate prije i nakon implementacije TOC alata, kao i rezultate dobivene u dvije godine neposredno nakon implementacije.

Slika 5.21. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 3



	2009	2010	2011	2012	2013
učinkovitost proizvodnje [kom/smjena]	1980	2000	2500	2750	2875
obujam zaliha gotovih proizvoda [kom/mjesec]	884	875	700	640	610
broj pravovremenih narudžbi [mjesečno]	275	278	362	398,2	434,4
ukupan broj narudžbi [mjesečno]	317	320	400	350	347
trošak proizvodnje [PLN/promjena]	1521,06	1506,00	1265,04	1163,84	1100,03

Izvor: vlastita studija.

TOC alati su implementirani 2011 godine, stoga je takvo analitičko razdoblje uzeto u obzir. Ostvarene učinke rukovodstvo tvrtke ocijenilo je nezadovoljavajućim, što zahtijeva proširenje kako strojne tako i logističke infrastrukture.

Tablica 5.22. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 4

Podaci/pokazatelji	Prije implementacije	Nakon provedbe
Učinkovitost proizvodnje [komada/smjena]	2 700	3 450
Količina zaliha gotovih proizvoda [kom/mjesec]	1 182	1 000
Broj narudžbi na vrijeme [mjesečno]	417	620
Ukupan broj narudžbi [mjesečno]	480	700
Troškovi proizvodnje [PLN/promjena]	1 731,90	1 454,80
Stopa produktivnosti zaposlenika [%]	87	91
Učinkovitost ispunjenja narudžbe [%]	87	89
Iskorištenost proizvodnih kapaciteta [%]	81	87
Tečnost proizvodnje [%]	15	19
OEE [%]	88	91

Izvor: vlastita studija.

Četvrta analizirana tvrtka je automobilska tvrtka koja proizvodi rashladne dijelove. Tvrtka je na tržištu preko 60 godina i zapošljava preko 300 djelatnika. Tvrtki je trebalo manje od godinu dana da razvije i implementira TOC. Od

2012 godine tvrtka koristi TOC kontinuirani proces poboljšanja, DBR metodu za upravljanje proizvodnjom i CCPM metodu za upravljanje narudžbama. Tablica 5.22 prikazuje odabrane proizvodne podatke i pokazatelje učinkovitosti (tablica 5.18) prije i nakon implementacije TOC alata.

Učinak korištenja TOC alata u analiziranom proizvodnom procesu je:

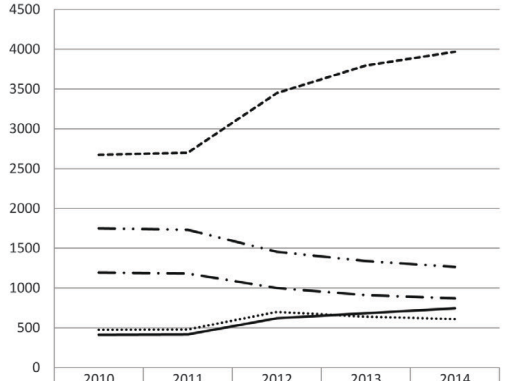
- smanjenje zaliha gotovih proizvoda za 10%,
- povećanje učinkovitosti proizvodnje za 27%,
- smanjenje troškova proizvodnje za 16%.

Provedba TOC-a rezultirala je povećanjem sljedećih pokazatelja tijekom godine:

- produktivnost zaposlenika (od 87% do 91%),
- učinkovitost ispunjenja narudžbe (od 87% do 89%),
- iskorištenost proizvodnih kapaciteta (od 81% do 87%),
- OEE (od 88% do 91%).

Važno je napomenuti da je stopa protoka proizvodnje porasla s 15% na 19%, što ukazuje na povećanje zastoja u proizvodnom procesu kao rezultat minimiziranja zaliha nedovršene proizvodnje i povećanja proizvodnog kapaciteta. U analiziranom slučaju ovaj pokazatelj nije bitan element analize učinkovitosti proizvodnog procesa. Slika 5.22 sažima proizvodne podatke za pet godina poslovanja tvrtke, uspoređujući rezultate prije i nakon implementacije TOC alata, kao i rezultate dobivene u dvije godine neposredno nakon implementacije.

Slika 5.22. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 4



	2010	2011	2012	2013	2014
učinkovitost proizvodnje [kom/smjena]	2673	2700	3450	3795	3967,5
obujam zaliha gotovih proizvoda [kom/mjesec]	1194	1182	1000	910	870
broj pravovremenih narudžbi [mjesečno]	413	417	620	682	744
ukupan broj narudžbi [mjesečno]	475	480	700	640	610
trošak proizvodnje [PLN/promjena]	1749,22	1731,90	1454,80	1338,42	1265,04

Izvor: vlastita studija.

TOC alati su implementirani 2012 godine, stoga je takvo analitičko razdoblje uzeto u obzir. Ostvarene učinke rukovodstvo društva ocijenilo je zadovoljavajućim. Zbog pada stope poboljšanja proizvodnih pokazatelja i podataka, treba zaključiti da će za daljnju optimizaciju procesa i povećanje propusnosti i profitabilnosti možda biti potrebno ulaganje u dodatne strojeve.

Problem procjene učinkovitosti vrlo je važan sa stajališta njegove primjene u praksi poduzeća. Analiza učinkovitosti proizvodnje treba se temeljiti ne samo na operativnim pokazateljima koji su izravno povezani s proizvodnim procesom, već i na financijskim pokazateljima. Ciljevi i mjere analize učinkovitosti proizvodnje trebaju proizlaziti iz vizije i strategije poduzeća. Analizu učinkovitosti proizvodnje treba smatrati potpunom kada se odnosi ne samo na one mjere koje se tiču prošlih rezultata, već i na mjere koje omogućuju praćenje onoga što će utjecati na buduće rezultate.

Provodeći istraživanje u poduzećima, uočeno je da je implementacija rješenja predloženih od strane TOC-a pozitivno utjecala na motivaciju zaposlenika. To može biti zbog činjenice da TOC jasno definira usko grlo kao najvažniji element u poduzeću. Davanjem najvišeg prioriteta poziciji definiranoj kao „procesno ograničenje", zaposleniku daje precizne smjernice o tome što je najvažnije u određenom trenutku. Razumljiva pravila ponašanja poboljšavaju radnu atmosferu, što može rezultirati većom voljom za rad. Poboljšanje pokazatelja učinkovitosti proizvodnih procesa u narednim godinama nakon implementacije više nije generiralo tako spektakularne promjene zbog činjenice da su sva analizirana poduzeća koristila osnovne pretpostavke procesnog računovodstva.

5.6. Učinkovitost provedbe distribucijskih procesa od strane 4PL logističkog operatera

Odlučeno je da se analiza učinkovitosti distribucijskih procesa koju implementira 4PL logistički operater temelji na stvarnim implementacijama optimizacijskih aktivnosti u logističkim procesima. Ove implementacije odnosile su se na identifikator GLN (globalni lokacijski broj)[78], što je imalo izravan utjecaj na proces planiranja i provedbe isporuka od strane logističkog operatera[79], jedan od najvažnijih procesa prepoznatih prilikom transponiranja strateških ciljeva opskrbnog lanca u operativne aktivnosti u području distribucije. GS1 standardi ne samo da

[78] GLN je globalno jedinstveni broj koji služi kao identifikacijski ključ; prema GS1 standardima koji se koriste za prepoznavanje bilo koje lokacije (fizičke, digitalne, funkcionalne ili pravne).

[79] Implementacije su provedene u sklopu istraživačkog projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u procesima distribucije", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

omogućuju informacijsku organizaciju logističkih procesa u poduzećima, već značajno pridonose poboljšanju učinkovitosti procesa minimiziranjem negativnih učinaka operativnih aktivnosti povezanih s netočnim informacijama. Jedno učinkovito rješenje ovog problema je mogućnost korištenja registra lokacija temeljenog na GLN identifikatorima.

Uzimajući u obzir potrebu povezivanja učinkovitosti sa specifičnostima distribucijskog procesa, potrebno je uzeti u obzir kako ekonomske i operativne aspekte, tako i aspekt protoka informacija. Razvoj skupa indikatora za procjenu učinka implementacije registra lokacija temeljenog na GLN identifikatorima mora stoga ilustrirati trošak i operativnu situaciju analiziranog procesa, ali i prikazati razlike u protoku informacija, što neizravno utječe na učinkovitost distribucije procesima. Tablice 5.23 i 5.24 prikazuju skup pokazatelja za procjenu utjecaja implementacije na učinkovitost distribucijskih procesa.

Tablica 5.23. Skup pokazatelja za procjenu utjecaja implementacije GLN identifikatora na učinkovitost distribucijskih procesa u ekonomskom i operativnom smislu

Naziv mjerača	Odnos podataka	Karakteristike	Mjerna jedinica
Stopa isporuke na vrijeme	$\frac{a}{b}$	a – broj isporuka na vrijeme	%
		b – ukupan broj isporuka	
Brzina isporuke		a – broj narudžbi isporučenih prije vremena	%
		b – ukupan broj naloga	
Udio nepotpunih isporuka kupcu		a – broj nepotpunih isporuka	%
		b – ukupan broj isporuka	

Izvor: vlastita studija.

Tablica 5.24. Skup pokazatelja za procjenu utjecaja implementacije GLN identifikatora na učinkovitost distribucijskih procesa u smislu protoka informacija

Naziv mjerača	Odnos podataka	Karakteristike	Mjerna jedinica
Pouzdanost protoka informacija	$\frac{a}{b}$	a – broj ispravno planiranih isporuka/ruta	%
		b – ukupan broj planiranih isporuka/ruta	
Stopa povrata isporuke zbog netočnih podataka		a – vrijednost/trošak povrata	%
		b – vrijednost/trošak ispunjenja svih naloga	
Prosječno vrijeme za analizu podataka plana isporuke		a – ukupno vrijeme preuzimanja podataka	h
		b – broj izrađenih planova	

Izvor: vlastita studija.

Provjera referentnog modela učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu u području distribucijskih procesa provedena je u skladu s metodologijom za analizu prednosti implementacije rješenja (sl. 5.11) usmjerenom na komparativnu analizu stanja prije implementacije (W0) sa stanjem nakon implementacije (W1, W2, W3, W4). Stanje nakon implementacije mjereno je četiri puta te se na temelju toga može zaključiti da što više vremena prođe od implementacije, rezultati su to sigurniji i adekvatniji odraz stvarnog stanja. U sklopu istraživanja podaci su prikupljani neposredno nakon implementacije (W1), a zatim 30 dana (W2), 60 dana (W3) i 90 dana (W4) nakon implementacije.

U tablici 5.25 prikazani su podaci prije i nakon implementacije GLN-a u sklopu analize učinkovitosti procesa distribucije.

Tablica 5.25. Ulazni podaci za analizu učinkovitosti distribucijskog procesa

Karakteristike	Stanje prije implementacije	Stanje nakon implementacije			
		W1	W2	W3	W4
Broj isporuka na vrijeme	168	176	168	174	181
Ukupan broj isporuka	177	181	171	176	182
Broj narudžbi isporučenih prije vremena	1	3	2	3	4
Ukupan broj narudžbi	125	135	125	126	120
Broj nepotpunih isporuka	5	4	3	2	2
Ukupan broj isporuka	177	181	171	176	182
Broj ispravno planiranih isporuka/ruta	5	6	6	7	8
Ukupan broj planiranih isporuka/ruta	9	9	9	9	9
Vrijednost/trošak povrata	274	234	195	188	184
Vrijednost/trošak obrade svih narudžbi	1 615	1 710	1 625	1 610	1 605
Ukupno vrijeme preuzimanja podataka	55	53	50	46	42
Broj izrađenih planova	7	7	7	7	7

Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Označeni pokazatelji prije i nakon provedbe poboljšanja prikazani su u tablici 5.26, koja također uzima u obzir vrijednost aritmetičke sredine i ponderirane sredine. Logika određivanja ponderiranog prosjeka za analizu učinkovitosti proizlazi iz činjenice da su podaci prikupljeni kroz dulje vremensko razdoblje nakon implementacije pouzdaniji i adekvatnije odražavaju stvarno stanje.

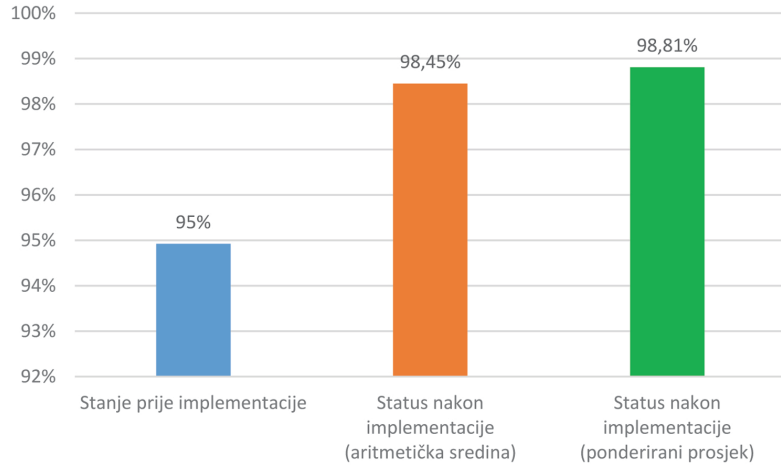
Ispod je grafička analiza trendova u određenim pokazateljima koji se koriste za procjenu prednosti implementacije GLN-a. Generirane promjene u svakom od razmatranih pokazatelja ukazuju na poboljšanje učinkovitosti distribucijskog procesa.

Tablica 5.26. Analiza učinkovitosti procesa distribucije nakon implementacije GLN-a

Indikator	Stanje prije implementacije	Stanje nakon implementacije					
		W1	W2	W3	W4	Aritmetička sredina	Ponderirani prosjek
Stopa isporuke na vrijeme	94,92%	97,24%	98,25%	98,86%	99,45%	98,45%	98,81%
Indeks odziva isporuke	0,80%	2,22%	1,60%	2,38%	3,33%	2,38%	2,59%
Udio nepotpunih isporuka kupcu	2,82%	2,21%	1,75%	1,14%	1,10%	1,55%	1,35%
Pouzdanost protoka informacija	56%	67%	67%	78%	89%	75%	79%
Stopa povrata isporuke zbog netočnih podataka	16,97%	13,68%	12,00%	11,68%	11,46%	12,21%	11,86%
Prosječno vrijeme za analizu podataka plana isporuke	7,86 sati	7,57 sati	7,14 sati	6,57 sati	6 sati	6,82 sati	6,56 sati

Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

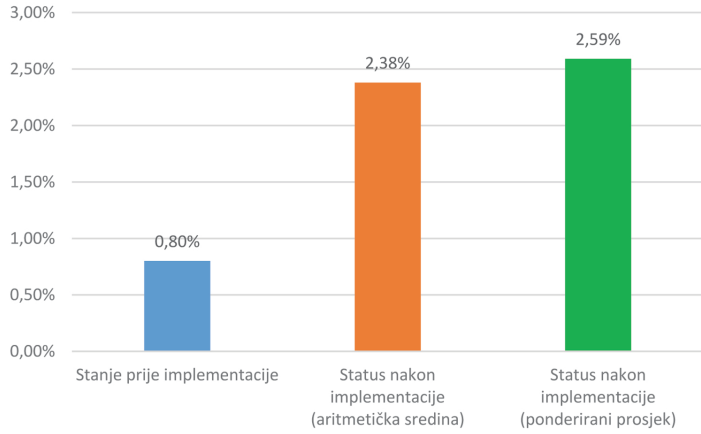
Slika 5.23. Analiza stope pravovremene isporuke



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Stopa isporuke na vrijeme porasla je za više od 4%. Rezultati dobiveni po pojedinim varijantama pokazuju uzlazni trend, što treba ocijeniti kao pozitivan utjecaj provedenih promjena na pravodobnost isporuka. Ciljana vrijednost od 99% također je opravdana razinom korisničke usluge.

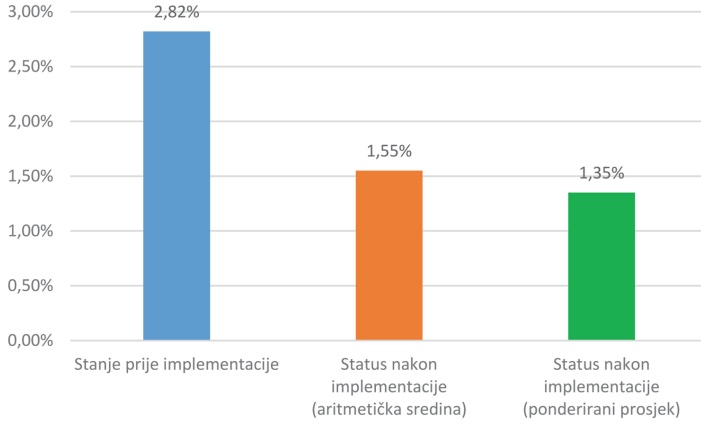
Slika 5.24. Analiza indeksa odziva ponude



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Indeks odziva isporuke značajno je porastao i više nego udvostručen u odnosu na ponderirani prosjek. Implementacija GLN-a omogućila je poboljšanje učinkovitosti distribucijskog procesa u smislu mogućnosti brzog odgovora na narudžbe kupaca.

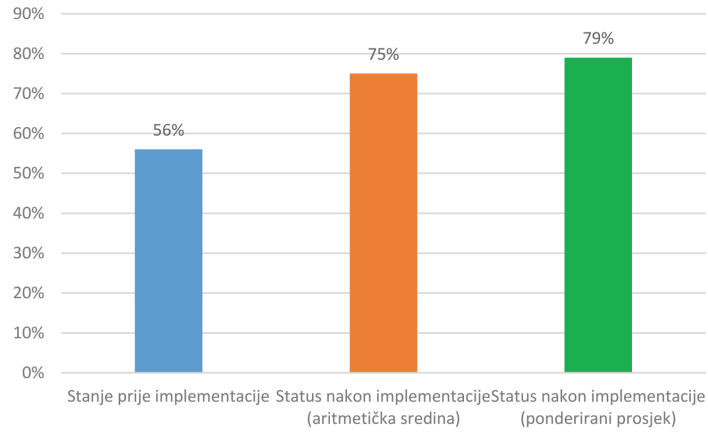
Slika 5.25. Analiza stope nepotpunih isporuka kupcu



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Udio nepotpunih isporuka kupcu smanjio se – na osnovi ponderiranog prosjeka nakon implementacije GLN-a – za više od dva puta. Vezano uz prethodne, ovaj pokazatelj ima pozitivan utjecaj na pokazatelj OTIF u pogledu analiziranog distribucijskog procesa.

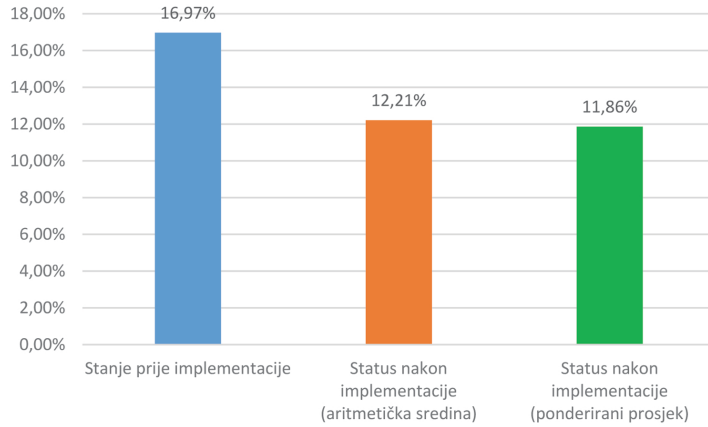
Slika 5.26. Analiza indeksa pouzdanosti protoka informacija



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

U pogledu protoka informacija također je došlo do značajnog povećanja, što utječe na učinkovitost distribucijskog procesa u smislu učinkovitosti planiranja transportnih ruta, što posredno pozitivno utječe i na visinu transportnih troškova. Povećanje pouzdanosti protoka informacija za manje od 25% treba smatrati vrlo dobrim rezultatom, ali ne i ciljanim. Uz informacijsku integraciju opskrbnog lanca, distribucijske procese treba karakterizirati pouzdanost protoka informacija od približno 95%.

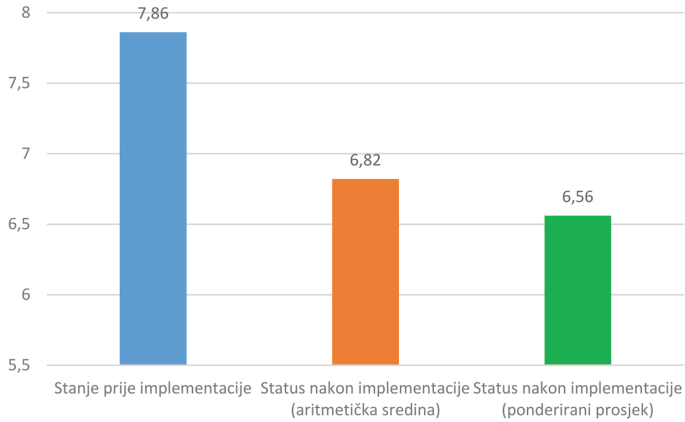
Slika 5.27. Analiza stope povrata isporuka uzrokovanih netočnim podacima



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Netočni podaci ključni su problem koji utječe na povrat pošiljke. Pad prinosa od preko 5% treba smatrati dobrim rezultatom i pruža mogućnosti za daljnja poboljšanja. Vrijedno je naglasiti da je u vrijeme analize implementacija GLN-a generirala smanjenje grešaka u podacima za više od 30%[80].

Slika 5.28. Analiza pokazatelja prosječnog vremena za analizu podataka o planovima isporuke



Izvor: vlastita studija u sklopu projekta „Analiza mogućnosti korištenja GLN standarda u distribucijskim procesima", Institut za logistiku i skladištenje – GS1 Polska, Poznań 2017.

Vrijeme analize podataka je najoperativniji pokazatelj koji se analizira u sklopu istraživanja prednosti implementacije GLN-a i njegovog utjecaja na učinkovitost procesa distribucije. Analitičke aktivnosti su skraćene za više od sat vremena u odnosu na ponderirani prosjek. Uzimajući u obzir zadnje rezultate dobivene nakon implementacije (W4), ušteda je približno 2 sata, što daje manje od 25% uštede vremena obavljanja analitičkog rada[81].

***

Analiza učinkovitosti provedena kod ispitivanog logističkog operatera dokazala je pozitivan utjecaj implementacije lokacijskog registra na učinkovitost logističkih procesa koji se odvijaju u poduzeću. Rezultati istraživanja pokazuju da postignute vrijednosti indikatora teže optimalnosti. Svrha analize učinkovitosti procesa distribucije u sljedećim fazama je praćenje implementacije procesa i identificiranje daljnjih mogućnosti za poboljšanja i daljnje implementacije optimizacije.

[80] Smanjenje netočnih podataka za 30% rezultat je razlike u rezultatima prije implementacije i posljednjeg preuzetog rezultata nakon implementacije (W4) (Tablica 5.26).

[81] Ušteda od približno 25% u vremenu provedbe analitičkih aktivnosti proizlazi iz razlike u rezultatima prije implementacije i posljednjeg preuzetog rezultata nakon implementacije (W4) (Tablica 5.26).

Istraživanje prikazano u ovom poglavlju metodom analize studije slučaja imalo je za cilj provesti postupak donošenja zaključaka i odgovoriti na istraživačko pitanje P3. Na temelju analize prikazanog procesa verifikacije izvedeni su sljedeći zaključci:

- postupak verifikacije proveden na studijama slučaja potvrđuje kompleksnost modela za analizu operativne učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu; metodom istraživanja temeljenom na studiji slučaja, provedena je analiza koja je omogućila provjeru definiranih varijanti logističkih procesa i resursa,
- Provedeni postupak provjere ekonomske učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu omogućuje provjeru modela uzimajući u obzir podjelu na faze materijalnog tijeka (dobava, proizvodnja i distribucija), koje izravno utječu na vrijednosti pokazatelji i njihovi normativni rasponi,
- provedeno istraživanje potvrđuje valjanost korištenja razvijenog referentnog modela za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu.

Izneseni zaključci temeljeni na empirijskim istraživanjima referentnog modela učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu omogućuju nam odgovoriti na istraživačko pitanje P3.

Analiza procesa temelj je učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu s ekonomskog, operativnog i informacijskog aspekta, što omogućuje izradu referentnog modela koji uzima u obzir međusobnu povezanost faza toka materijala u opskrbnom lancu s informacijskih i financijskih tokova.

ZAKLJUČAK

Učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu vrlo je važan faktor koji utječe na konkurentnost poduzeća kako na strateškoj tako i na operativnoj razini. U znanstvenoj se literaturi aspekt učinkovitosti opskrbnog lanca ili učinkovitosti logističkih procesa obrađuje fragmentirano, što onemogućuje sveobuhvatnu analizu svih faza opskrbnog lanca. Ipak, na temelju provedenog istraživanja (kako pregleda literature tako i istraživanja poslovne prakse) može se zaključiti da je bitan aspekt analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu kontinuirano praćenje procesa u pojedinim fazama toka materijala (opskrba, proizvodnja, distribucija). Treba uzeti u obzir specifičnost poduzeća kao karika u opskrbnom lancu i popratnih financijskih i informacijskih tokova. Usmjerenost na informacijsku integraciju opskrbnog lanca razvojni je trend vidljiv kako u poslovnoj praksi tako i u istraživačkim i razvojnim aktivnostima. Nacionalna znanstvena politika također preporučuje koncentraciju istraživanja na digitalizaciju i digitalizaciju[82] opskrbnih lanaca, što je ključni element u poboljšanju njihove učinkovitosti. Inicijative za dobivanje europskih sredstava za istraživačko-razvojne aktivnosti također su usmjerene na praćenje prometa u globalnim opskrbnim lancima, poboljšanje procesa na sučelju različitih načina prijevoza, razvoj logističke infrastrukture te implementaciju inovacija i modernih tehnologija. Sve te aktivnosti zahtijevaju analizu učinkovitosti procesa na operativnoj i strateškoj razini.

Odluke donesene u poduzećima koja posluju u okruženju koje se dinamički mijenja nisu u potpunosti verificirane u smislu njihovog utjecaja na učinkovitost

[82] Digitalizacija je širok pojam, uzimajući u obzir kako digitalizaciju procesa i dokumenata u poslovnoj i administrativnoj sferi, tako i korištenje digitalnih tehnologija. Cilj digitalizacije je pretvoriti tradicionalne procese i dokumente u digitalnu verziju za lakše čitanje i dijeljenje.

logističkih procesa, što se negativno odražava na faze protoka materijala u opskrbnom lancu. To je bilo zbog nedostatka ili nejasnih postupaka analize učinkovitosti. Pitanje analize učinkovitosti logističkih procesa stoga je važan element učinkovitog upravljanja poslovanjem u opskrbnom lancu koji zahtijeva dubinsku analizu. Dosadašnja znanstvena dostignuća ne daju jasno rješenje o opsegu i načinu analize i procjene učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu. Nedostatak preciznih teorijskih naznaka također onemogućuje sveobuhvatan razvoj i primjenu analiza učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu u gospodarskoj praksi.

Ova monografija sažetak je višegodišnjeg istraživačkog rada. Navedena istraživanja ukazuju na nezadovoljavajuću razinu korištenja analiza učinkovitosti logističkih procesa, kako na razini poduzeća, tako i na razini cjelokupnog opskrbnog lanca. Dobiveni rezultati ukazali su na potrebu usustavljivanja znanja o opsegu analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu. Ova potreba odnosi se i na digitalizaciju opskrbnih lanaca i informatičku podršku za provedene analize.

Glavni zaključak provedenog istraživanja je nepostojanje sveobuhvatne metode za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, koja bi zbog složenosti procesa analize trebala biti potkrijepljena informatičkim alatima. Stoga su rezultati istraživanja prikazani u radu pridonijeli smanjenju identificiranog istraživačkog jaza u znanstvenoj literaturi o uvjetima upravljanja opskrbnim lancem i optimizacije logističkih procesa, što je nedvojbeno analiza učinkovitosti. Glavni sadržajni naglasak stavljen je na praktičnu primjenu razvijenog modela za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu i metode za ocjenu koristi od implementacije rješenja koja optimiziraju te procese. Iz tog razloga, istraživački postupak prikazan u ovoj monografiji spada u disciplinu menadžmenta i znanosti o kvaliteti, a u svom praktičnom smjeru na funkcionalnoj razini, u poddisciplinu logističkog menadžmenta.

Rezultati provedenog empirijskog istraživanja omogućili su utvrđivanje osnovnih uvjeta modela za analizu učinkovitosti logističkih procesa poduzeća u opskrbnom lancu. Zaključci i interpretacija rezultata istraživanja literature, istraživanja u poljskim logističkim poduzećima i analize prikazanih slučajeva iz implementacija omogućili su zaključke i odgovore na usvojena istraživačka pitanja[83].

[83] Analize prikazane u prva tri poglavlja ovog rada omogućile su zaključke i odgovore na istraživačka pitanja P1 i P2. Međutim, modeliranje i analize studija slučaja predstavljene u poglavljima 4 i 5 omogućile su zaključke i odgovore na istraživačko pitanje P3.

Rezultati istraživanja mogu se svesti na nekoliko ključnih zaključaka:

- Nejasnoća definicije analize učinkovitosti logističkih procesa u poduzećima i opskrbnim lancima osnovni je faktor koji otežava proučavanje učinkovitosti u gospodarskoj praksi.
- U sklopu analize učinkovitosti u pojedinim fazama toka materijala, potrebno je identificirati ključne logističke procese, jer oni utječu na koristi koje se ostvaruju implementacijama i poboljšanjima.
- Pokušaji standardizacije nabavno-opskrbnih, proizvodnih i distribucijskih procesa u poduzećima potvrđuju poteškoće u tumačenju opsega analize i procjene učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima.
- Razvijeni referentni model za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu verificiran je u obliku parcijalnog testiranja, uzimajući u obzir podjelu na faze tijeka materijala u opskrbnom lancu, uz razdvajanje informacijskih tokova i financijskih tokova.
- Provedeno istraživanje potvrđuje mogućnost korištenja razvijenog referentnog modela za provođenje višekriterijske analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu. Razvijeni referentni model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu otvara nove perspektive za znanstvena i empirijska istraživanja u gospodarskoj praksi.
- Višestruka provjera razvijenog modela daje temelj za provođenje daljnjih istraživanja, povećavajući razinu utjecaja predloženih rješenja na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu.

Istraživanja provedena na analizi učinkovitosti pojedinih logističkih procesa u opskrbnom lancu pokazuju da poduzeća koja su karike u opskrbnom lancu nisu svjesna kako potrebe za korištenjem složene analize učinkovitosti tako i ekonomskih koristi koje iz nje proizlaze. Poduzeća se fokusiraju na uštede u procesima koji se provode unutar organizacije, što može negativno utjecati na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnom lancu. Osim toga, poduzeća koja implementiraju inovativna rješenja koja imaju izravan utjecaj na učinkovitost opskrbnog lanca trebaju financijsku potporu kao dio aktivnosti istraživanja i razvoja, jer je implementacija inovativnih tehnologija vrlo skupa i nosi visok rizik od neuspjeha u postizanju ekonomskih ili operativnih koristi u logističkim procesima.

Najvažnija postignuća provedenog istraživanja, koja obogaćuju poddisciplinu upravljanja logistikom u znanostima o menadžmentu i kvaliteti, uključuju:

- u teoretskom smislu:
  - predstavljanje opsežne teorijske, metodološke i empirijske studije o pregledu i sistematizaciji znanja vezanih uz primjenu analize učinkovitosti

opskrbnog lanca i učinkovitosti logističkih procesa u pojedinim fazama toka materijala u ekonomskoj teoriji i praksi,
  - obogaćivanje i pojašnjavanje nekoliko definicija osnovnih pojmova iz proučavanog područja,
  - naznaku i obrazloženje nedovršenosti prethodno korištenih metoda i alata za analizu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima,
  - izrada referentnog modela za analizu učinkovitosti opskrbnog lanca;
- u metodološkom smislu:
  - osmišljavanje istraživačke metodologije za prepoznavanje prednosti implementacije rješenja za optimizaciju logističkih procesa i njihov utjecaj na učinkovitost poduzeća kao partnera u opskrbnim lancima;
- u empirijskom opsegu:
  - analizu i kritičku procjenu mogućnosti standardizacije ključnih procesa na razini faza materijalnog toka koji utječu na poboljšanje učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu,
  - prijedlog preporuka za informacijsku integraciju poslovnih partnera u opskrbnom lancu u smislu praćenja vremena isporuke i drugih operativnih aktivnosti vezanih uz pretovar i transport,
  - određivanje uloge i utjecaja implementacije digitalnih rješenja i inovativnih tehnologija na povećanje učinkovitosti poslovanja u poduzećima.

Osnovni cilj ove monografije, a to je razviti referentni model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu, ostvaren je i verificiran u obliku studija slučaja u sklopu provedbenog rada. Zaključivanje i interpretacija rezultata istraživanja literature, istraživanja u poljskim logističkim poduzećima i analiza prikazanih slučajeva iz implementacija omogućili su davanje jasnih odgovora na usvojena istraživačka pitanja. Prikazani rezultati istraživanja i predloženi referentni model učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu doprinose percepciji analize učinkovitosti kao složenog i preciznog analitičkog alata u učinkovitom upravljanju logističkom tvrtkom i njenim opskrbnim lancem. Predložena rješenja, koja opisuju praktičnu upotrebu modela za ocjenu učinkovitosti logističkih procesa, omogućuju njegovu primjenu u poduzećima različitih industrija.

Smjer budućih istraživanja trebao bi biti analiza stanja i povezanosti sustava koji omogućavaju analizu učinkovitosti logističkih procesa u povratnim tokovima opskrbnog lanca korištenjem digitalnih rješenja i suvremenih tehnologija. No, to zahtijeva dubinska konceptualna i implementacijska istraživanja kako specifičnosti reverznih tokova tako i primjene suvremenih rješenja u pojedinim logističkim procesima i utjecaja njihove primjene na učinkovitost.

RJEČNIK NAJVAŽNIJIH POJMOVA

3PL (*third party logistics*) – logistika treće strane, metoda organiziranja logističkih procesa, koja uključuje prijenos jedne ili više logističkih funkcija na treću stranu – logističkog operatera.

4PL (*fourth party logistics*) – metoda organiziranja logističkih procesa koja uključuje delegiranje logističkom operateru ne samo određenih logističkih funkcija, već i dodatnih usluga (npr. IT sustav, upravljanje projektima).

APICS (*American Production and Inventory Control Society*) – Američko društvo za kontrolu proizvodnje i zaliha, organizacija koja se bavi standardizacijom metoda kontrole proizvodnje i zaliha.

BOM (*bill of materials*) – popis strukturnih veza proizvoda i složenih sklopova, informiranje o broju podređenih jedinica u matičnoj jedinici.

CANVAS – model strateškog upravljanja i početni predložak poslovnog modela, vizualni grafikon koji se sastoji od devet blokova koji čine elemente koji opisuju vrijednosnu poziciju tvrtke ili proizvoda, infrastrukturu, kupce i financije.

CCPM (*critical chain project management*) – upravljanje kritičnim lancem projekta, metoda kritičnog lanca. To je metoda planiranja i upravljanja projektom koja se fokusira na kritične resurse (uska grla) za provedbu određenog projekta (implementacija, optimizacija itd.).

DBR (*drum – buffer – rope*) – zamka – odbojnik – uže, sustav za planiranje i kontrolu proizvodnog procesa koji se fokusira na maksimiziranje korištenja učinkovitosti uskog grla (kritičnog resursa).

DESADV (*despatch advice*) – obavijest o isporuci, EDI poruka koja sadrži specifikacije robe koja se šalje kupcu. Jedan dokument opisuje jedan teret koji se može isporučiti na jedno ili više mjesta i omogućuje kupcu da se pripremi za primitak robe.

DRP (*distribution requirement planning*) – planiranje distribucijske potražnje, jedna od metoda planiranja distribucije koja poboljšava upravljanje procesima opskrbe distribucijske mreže razvojem predviđanja potražnje za proizvodima na svakoj razini opskrbne mreže – od najniže razine (npr. maloprodajna mjesta) na najvišu razinu (npr. središnje skladište).
ECR (*efficient consumer response*) – moderna strategija opskrbnog lanca koja se provodi na temelju partnerstva njegovih sudionika. Uključuje sinkronizaciju upravljanja potražnjom i opskrbom zahvaljujući korištenju tehnologija koje podržavaju protok proizvoda, informacija i financijskih resursa kako bi se povećala konkurentnost cijelog opskrbnog lanca.
EDI (*electronic data interchange*) – elektronička razmjena podataka; je komunikacija između tvrtki koja uključuje razmjenu poslovnih dokumenata u elektroničkom standardnom formatu.
EDIFACT (*electronic data interchange for administration*, *commerce and transport*) – međunarodni standard za elektroničku razmjenu podataka, razvijen u okviru Ujedinjenih naroda.
e-Freight – komunikacijski standard čiji je cilj stvoriti infrastrukturu temeljenu na pristupnim točkama koje olakšavaju razmjenu elektroničkih dokumenata i razvoj konektora koji ih povezuju s IT sustavima korisnika.
EPCIS (*electronic product code information services*) – baza podataka u oblaku za prikupljanje i obradu podataka u otvorenim opskrbnim lancima, usklađena s GS1 standardima.
ERP (*enterprise resource planning*) – planiranje resursa poduzeća; način upravljanja i klasa IT sustava usmjerenih na planiranje, kontrolu i praćenje resursa poduzeća sa stajališta isplativosti implementiranih procesa.
GLN (*global location number*) – globalno jedinstveni broj koji predstavlja identifikacijski ključ (prema GS1 standardima) koji se koristi za prepoznavanje bilo koje lokacije (fizičke, digitalne, funkcionalne ili pravne). Ovo je 13-znamenkasti kod koji se sastoji od GS1 prefiksa tvrtke, reference na određenu lokaciju i kontrolne znamenke.
GS1– međunarodni sustav standarda i poslovnih rješenja stvoren na inicijativu poduzeća. GS1 standardi su dogovorena načela i smjernice koje entiteti jednoobrazno primjenjuju za poboljšanje operacija opskrbnog lanca u mnogim industrijama.
Investicije (*investment*, I) – svi troškovi nastali za kupnju onoga što tvrtka namjerava prodati.
KPI (*key performance indicators*) – ključni pokazatelji uspješnosti koji određuju učinkovitost pojedinih aktivnosti.

Leagile – hibridni koncept koji kombinira koncept lean upravljanja s agilnim upravljanjem.
LRP (*logistics requirement planning*) – planiranje logističkih potreba; integrirani sustav za planiranje logističkih potreba kroz istodobnu upotrebu MRP-a i DRP-a.
MRP (*material demand planning*) – planiranje materijalnih potreba; proces planiranja opskrbe materijalom.
Operativni troškovi (*operating expenses*, OE) – odnose se na sve ostale troškove poduzeća koji dovode do pretvaranja investicije u preradu.
NFC (*near field communication*) – visokofrekventni radiokomunikacijski standard kratkog dometa koji omogućuje bežičnu razmjenu podataka na udaljenosti do 20 centimetara.
O2C (*order to cash*) – rješenje koje koristi niz GS1 standarda za poboljšanje protoka robe i popratnih informacija od narudžbe do plaćanja u distribucijskom pristupu. Glavni cilj ovog rješenja je eliminacija tradicionalnih papirnatih dokumenata.
OEE (*overall equipment effectiveness*) – ukupna učinkovitost strojeva i uređaja; prikazuje učinkovitost korištenja proizvodnih kapaciteta strojeva i uređaja umanjenu za utjecaj čimbenika koji ometaju njihov rad. OEE analiza se najčešće koristi za mjerenje učinkovitosti opreme i resursa, na temelju stvarne raspoloživosti resursa, stupnja implementacije proizvodnje i kvalitete proizvedenog proizvoda.
OTIF (*on time and in full delivery*) – pokazatelj koji treba tretirati kao razinu korisničke usluge gledano iz perspektive kupca – na vrijeme, u potpunosti – pune narudžbe isporučene na vrijeme.
P2P (*procure to pay*) – rješenje koje se koristi za poboljšanje protoka robe i popratnih informacija od narudžbe do plaćanja u perspektivi ponude.
POP (*vjerojatnost zadovoljenja potražnje*) – najčešće korištena metoda određivanja razine usluge, tumačenje postotka isporuka koje su van skladišta.
Obrada (*throughput*, T) – odnosi se na sve prihode koje poduzeće ostvaruje (P) nakon odbitka troškova vezanih uz nabavu sirovina (TVC – potpuno varijabilni troškovi).
RECADV (*receiving advice*) – potvrda o primitku dostave; elektronička poruka koja odgovara poslovnim potrebama vezanim uz primitak robe.
RFID (*radio frequency identification*) – tehnologija radijske identifikacije; na temelju radio valova koji prenose podatke između čitača i označenog elementa identificiranog tim valovima. RFID ne zahtijeva fizički kontakt između uređaja za očitavanje (skenera) i identificiranog elementa.
ROA (*return on assets*) – indeks rentabilnosti ukupne imovine, koji govori o sposobnosti poduzeća da stvara dobit i učinkovitosti upravljanja svojom imovinom.

ROE (*return on equity*) – koeficijent profitabilnosti kapitala koji pokazuje koliku je dobit tvrtka uspjela ostvariti iz unesenog temeljnog kapitala.
ROS (*return on sales*) – pokazatelj profitabilnosti prodaje koji označava udio dobiti u prihodima od prodaje.
S&OP (*sales and operations planinng*) – plan prodaje i poslovanja; integrirani proces planiranja u poduzeću koji objedinjuje planove prodaje i proizvodnje uspoređujući detalje informacija sadržanih u dugoročnom planu proizvodnje količine i asortimana (godina podijeljena na mjesece) sa srednjoročnim planom (mjesec podijeljen na tjedne).
SCOR (*supply-chain operations reference*) – referentni model operacija opskrbnog lanca koji integrira pet osnovnih procesa – planiranje, nabavu, implementaciju, distribuciju i rukovanje povratnim tokovima, koji su razvili menadžeri i znanstvenici povezani s globalnom organizacijom Supply-Chain Council.
SDM (*score-driven management*) – model kontrole rezultata koji daje aproksimaciju IT-kompliciranom rješenju za odgovarajući model neopaženih komponenti vođen parametrima.
SIR (*stupanj kvantitativne ispunjenosti narudžbe*) – način određivanja razine usluge shvaćene kao stupanj kvantitativne ispunjenosti narudžbe.
Strateška tablica rezultata (*balanced score-card*, BSC) – također Uravnotežena tablica rezultata; instrument strateškog upravljanja koji su razvili Robert S. Kaplan i David P. Norton, a koji omogućuje lociranje dugoročne strategije poduzeća u sustav upravljanja poduzećem kroz mehanizam mjerenja.
TEN-T (*Trans-European Transport Network*) – Trans-europska prometna mreža, koja uključuje cestovne, željezničke, zračne, pomorske i riječne rute koje čine najvažnije veze sa stajališta razvoja Europske unije, kao i točkaste infrastrukturne elemente u obliku mora, zračnih luka, kopnenih i riječnih luka cestovnih i željezničkih terminala.
TOC (*theory of constraints*) – teorija ograničenja koja uključuje donošenje odluka usmjerenih na optimizaciju uskog grla i procesa koji imaju izravan utjecaj ne samo na učinkovitost proizvodnje, već i na učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima.
Trade-off – sistemske odnose i procesne veze u poduzeću i među partnerima u opskrbnom lancu. Do kompromisnih odnosa dolazi kada, na primjer, optimizacija jedne aktivnosti utječe na učinkovitost aktivnosti drugdje u opskrbnom lancu (unutarnjem i/ili vanjskom).
Transpozicija ciljeva – prijenos ciljeva i mjera uspješnosti sa strateške razine na taktičku i operativnu razinu upravljanja u poduzeću.

TSL (transport – špedicija – logistika) – djelatnost koja se bavi cjelovitim transportnim uslugama, od planiranja cjelokupnog procesa i pripreme za isti, preko slanja pošiljke, do samog procesa i njegovog uspješnog završetka.
VD BPM (*value-driven business process management*) – predstavlja premise i metode korištenja upravljanja poslovnim procesima (BPM) kako bi se dobila jasnoća o tome kako tvrtka posluje i razvila sposobnost brzog uvođenja novih ideja za implementaciju.
VMI (*vendor managed inventory*) – upravljanje zalihama od strane dobavljača; znači optimizacija funkcioniranja opskrbnog lanca kao rezultat upravljanja zalihama proizvođača (ili npr. distributera) od strane dobavljača, koji odlučuje o vremenu i sadržaju opskrbe jamčeći potpunu dostupnost proizvoda.
Usko grlo (*bottleneck*) – također uski dio; element resursa (npr. radno mjesto) s najmanjim potencijalom (npr. proizvodni kapacitet). Određuje potencijal cjelokupnog proizvodnog ili logističkog sustava. Raspored proizvodnog sustava mora se temeljiti na rasporedu uskih grla.
WMS (*warehouse management system*) – skladišni IT sustav; koristi se za upravljanje skladišnim operacijama i nadzor uskladištenih i komisioniranih tereta, omogućujući korištenje automatske identifikacije i suvremenih tehnologija.

POPIS TABLICA

Tablica 1.1. Razlike u definicijama pojmova usko povezanih s učinkovitošću . 13
Tablica 1.2. Učinkovitost logističkih procesa 18
Tablica 1.3. Odabrane definicije učinkovitosti u smislu upravljanja logistikom 20
Tablica 1.4. Indikatorski sustav analize financijskog duga 25
Tablica 1.5. Sustav pokazatelja analize profitabilnosti 26
Tablica 1.6. Sustav pokazatelja analize likvidnosti 28
Tablica 1.7. Sustav pokazatelja za analizu obrtaja potraživanja 29
Tablica 1.8. Sustav pokazatelja analize prometa zaliha 30
Tablica 1.9. Razni definicijski aspekti ECR-a u području logistike 32
Tablica 1.10. Usporedba leana i agilnosti u upravljanju opskrbnim lancem. . . 37
Tablica 1.11. Korištenje lean i agilnosti na razini procesa planiranja nabave . . 40
Tablica 1.12. Prijedlog za korištenje lean i agilnosti u procesu planiranja opskrbe na razini opskrbnog lanca 41
Tablica 1.13. Korištenje lean i agile na razini transportnog procesa 42
Tablica 1.14. Prijedlog za korištenje lean i agile na razini transportnih potprocesa u opskrbnom lancu 44
Tablica 2.1. Razlike između logistike opskrbe i nabave. 50
Tablica 2.2. Skup mjerila za ocjenu učinkovitosti procesa opskrbe. 60
Tablica 2.3. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti opskrbnog procesa. 62
Tablica 2.4. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti opskrbe u smislu SDM i VD BPM 64
Tablica 2.5. Stupanj standardizacije opskrbnih procesa u poslovnoj praksi . . 66
Tablica 2.6. Potreba standardizacije procesa nabave u praksi 66
Tablica 2.7. Primjer određivanja pondera za pojedine kriterije 67

Tablica 2.8. Prijedlog strukture troškova proizvodnje 71
Tablica 2.9. Mogućnosti korištenja informatičkih sustava u aktivnostima operativnog upravljanja proizvodnjom 76
Tablica 2.10. IT alati koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa 78
Tablica 2.11. Poteškoće u korištenju informatičkih alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa 79
Tablica 2.12. Skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa . . 80
Tablica 2.13. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa 82
Tablica 2.14. Pokazatelji procjene učinkovitosti proizvodnje u smislu SDM i VD BPM 83
Tablica 2.15. Potreba standardizacije proizvodnih procesa u praksi 84
Tablica 2.16. Ciljevi i zadaci učinkovitog upravljanja skladištem 90
Tablica 2.17. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih raspona učinkovitosti distribucijskih procesa 93
Tablica 2.18. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih problema učinkovite provedbe prometnih procesa 95
Tablica 2.19. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih problema učinkovite implementacije skladišnih procesa 96
Tablica 2.20. Skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa . . 107
Tablica 2.21. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa. 108
Tablica 2.22. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti transporta u smislu SDM i VD BPM 109
Tablica 2.23. Skup pokazatelja za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa . . . 110
Tablica 2.24. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa 111
Tablica 2.25. Pokazatelji za procjenu učinkovitosti pohrane u smislu SDM i VD BPM 112
Tablica 2.26. Potreba standardizacije transportnih procesa u praksi. 113
Tablica 3.1. Uzroci i posljedice nedostatka protoka informacija u opskrbnom lancu 119
Tablica 3.2. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu opskrbe . 132
Tablica 3.3. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu distribucije 133
Tablica 3.4. Raspodjela važnosti informacijskih problema u odnosima s kupcima 134
Tablica 3.5. Distribucija stupnja korištenja metoda i alata protoka informacija u opskrbnom lancu. 135

Tablica 3.6. Raspodjela ozbiljnosti problema povezanih s učinkovitom implementacijom elektroničkih platformi 137
Tablica 3.7. Korelacija informacijskih problema i opseg suradnje s operaterom 3PL/4PL 138
Tablica 3.8. Osnovne funkcije analize učinkovitosti logističkih procesa – postotak 140
Tablica 3.9. Osnovne funkcije analize učinkovitosti logističkih procesa – stupanj važnosti 141
Tablica 3.10. Poteškoće koje proizlaze iz pouzdane analize učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnim lancima 141
Tablica 3.11. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti protoka informacija 144
Tablica 3.12. Detaljna analiza stupnja važnosti pojedinih pokazatelja za ocjenu učinkovitosti protoka informacija 145
Tablica 3.13. Pokazatelji za ocjenu učinkovitosti protoka informacija u smislu SDM i VD BPM 146
Tablica 4.1. Dodjela bodova u hijerarhiji indikatora – W4 164
Tablica 4.2. Dodjela bodova u hijerarhiji indikatora – W5 173
Tablica 4.3. Dodjela bodova u hijerarhiji indikatora – W6 173
Tablica 5.1. Usporedba studije slučaja i kvantitativnih metoda 191
Tablica 5.2. Usporedba pojedinačnih i višestrukih studija slučaja 192
Tablica 5.3. Kriteriji za suprotstavljanje obilježja studije slučaja 193
Tablica 5.4. Popis istraživačkih projekata kojima se provjeravaju specifični dosegi modela za procjenu učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu 194
Tablica 5.5. Razina zadovoljstva špeditera elektroničkom razmjenom podataka s drugim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca . . . 199
Tablica 5.6. Razina zadovoljstva kontejnerskog terminala elektroničkom razmjenom podataka s drugim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca 200
Tablica 5.7. Razina zadovoljstva intermodalnog operatera elektroničkom razmjenom podataka s ostalim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca 200
Tablica 5.8. Razina zadovoljstva željezničkog prijevoznika elektroničkom razmjenom podataka s ostalim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca 201
Tablica 5.9. Razina zadovoljstva cestovnog prijevoznika elektroničkom razmjenom podataka s drugim sudionicima intermodalnog opskrbnog lanca 201

Tablica 5.10. Pokazatelji za ocjenu utjecaja implementacije na učinkovitost logističkih procesa u ekonomskom i operativnom smislu 206
Tablica 5.11. Pokazatelji za ocjenu utjecaja implementacije na učinkovitost logističkih procesa u smislu protoka informacija 206
Tablica 5.12. Mjerila obrade naloga za unovčavanje 215
Tablica 5.13. Analiza učinkovitosti implementacije DESADV kod proizvođača . 219
Tablica 5.14. Analiza učinkovitosti implementacije DESADV kod naručitelja . . 219
Tablica 5.15. Pokazatelji i mjere učinkovitosti procesa nabave rezervnih dijelova 225
Tablica 5.16. Ulazni podaci za analizu učinkovitosti nabave rezervnih dijelova . 226
Tablica 5.17. Analiza učinkovitosti nabave rezervnih dijelova 227
Tablica 5.18. Odabrane metrike procjene učinkovitosti proizvodnje uzimajući u obzir specifičnosti TOC alata 231
Tablica 5.19. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 1 232
Tablica 5.20. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 2 233
Tablica 5.21. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 3 235
Tablica 5.22. Podaci o proizvodnji prije i nakon implementacije TOC alata – studija slučaja 4 236
Tablica 5.23. Skup pokazatelja za procjenu utjecaja implementacije GLN identifikatora na učinkovitost distribucijskih procesa u ekonomskom i operativnom smislu. 239
Tablica 5.24. Skup pokazatelja za procjenu utjecaja implementacije GLN identifikatora na učinkovitost distribucijskih procesa u smislu protoka informacija. 239
Tablica 5.25. Ulazni podaci za analizu učinkovitosti distribucijskog procesa . . 240
Tablica 5.26. Analiza učinkovitosti procesa distribucije nakon implementacije GLN-a 241

POPIS SLIKA

Slika A. Metodologija istraživanja 9
Slika B. Struktura istraživačkog rada 11
Slika 1.1. Učinkovitost prema profitnom kriteriju 16
Slika 1.2. Odnosi između odabranih pristupa učinkovitosti 17
Slika 1.3. Dodjeljivanje načina povećanja učinkovitosti odabranim konceptima upravljanja 19
Slika 1.4. Bit financijske analize u poduzeću i opskrbnom lancu 22
Slika 1.5. Du Pontov model 27
Slika 1.6. Višedimenzionalnost logističkih procesa u SCOR modelu 33
Slika 1.7. Složenost logističkih procesa i problemi donošenja odluka koji se u njima javljaju 34
Slika 1.8. Prijenos ciljeva i mjera uspješnosti sa strateške razine na taktičku i operativnu razinu upravljanja u poduzeću 36
Slika 1.9. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove logistike 45
Slika 2.1. Model izgradnje operativne učinkovitosti u području logističkih procesa 48
Slika 2.2. Ideja analize učinkovitosti logističkog procesa 49
Slika 2.3. Model viševarijantne analize učinkovitosti upravljanja protokom materijala u procesu nabave 52
Slika 2.4. Analiza podataka u modelu učinkovitosti procesa opskrbe i nabave . 53
Slika 2.5. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove nabave 55
Slika 2.6. Shema izračuna za broj isporuka na vrijeme 56
Slika 2.7. Algoritam za analizu usklađenosti isporuke s utvrđenim normativnim parametrima 57
Slika 2.8. Shema izračuna za broj isporuka na vrijeme 58

Slika 2.9. Shema izračuna pokazatelja vrijednosti isporučenih neispravnih materijala 59
Slika 2.10. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti procesa opskrbe 62
Slika 2.11. Metodologija provođenja istraživanja stupnja korištenja standardizacije opskrbnih procesa u poslovnoj praksi 65
Slika 2.12. Opći algoritam kvalifikacije dobavljača 68
Slika 2.13. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove proizvodnje 71
Slika 2.14. Ideja o uskom grlu. 73
Slika 2.15. Algoritam za dodjelu proizvodnih zadataka radnim stanicama . . . 75
Slika 2.16. Prijedlog podataka i informacija za analizu proizvodnog procesa . . 76
Slika 2.17. Metodologija za ispitivanje stupnja korištenja informatičkih alata koji podržavaju analizu učinkovitosti proizvodnog procesa u gospodarskoj praksi 78
Slika 2.18. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa 81
Slika 2.19. Analiza izvedbe proizvodnog procesa 85
Slika 2.20. Analiza isplativosti operativnih ulaganja u proizvodni proces . . . 87
Slika 2.21. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove distribucije 92
Slika 2.22. Stupanj važnosti identificiranih raspona učinkovitosti distribucije . 93
Slika 2.23. Stupanj važnosti identificiranih problema u transportnim procesima 94
Slika 2.24. Stupanj važnosti identificiranih problema u skladišnim procesima . 96
Slika 2.25. Osnovni opseg analize učinkovitosti distribucijskog procesa 97
Slika 2.26. Algoritam za analizu položaja skladišta u opskrbnom lancu 98
Slika 2.27. Analiza organizacijske učinkovitosti skladišta 99
Slika 2.28. Analiza tehničke učinkovitosti sklad 100
Slika 2.29. Analiza tehničke učinkovitosti transportnog procesa 101
Slika 2.30. Algoritam za proces planiranja isporuke 102
Slika 2.31. Algoritam za proces planiranja prometa 103
Slika 2.32. Planiranje i izvođenje skladišnih otpuštanja 105
Slika 2.33. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti transportnog procesa 108
Slika 2.34. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa 111
Slika 2.35. Algoritam paketne pošiljke 114
Slika 2.36. Algoritam dostave tereta 115
Slika 3.1. Stupanj korištenja standardnih i prilagođenih oznaka u opskrbnim lancima 121

Slika 3.2. Prepreke implementaciji standardnih logističkih oznaka 122
Slika 3.3. Protok informacija kroz opskrbni lanac korištenjem EDI-ja 123
Slika 3.4. Model s 4 kuta 124
Slika 3.5. Metodologija istraživanja za identifikaciju integracijskih potreba u opskrbnom lancu 126
Slika 3.6. Protok informacija u opskrbnom lancu 127
Slika 3.7. Analiza stupnja nesporazuma s izvođačima 128
Slika 3.8. Identifikacija informacijskih problema u procesu nabavea 128
Slika 3.9. Identifikacija informacijskih problema u procesu distribucije . . . 129
Slika 3.10. Identifikacija problema nositelja informacija s izvođačima. 130
Slika 3.11. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu opskrbe . . 131
Slika 3.12. Raspodjela važnosti informacijskih problema u procesu distribucije 132
Slika 3.13. Raspodjela važnosti informacijskih problema u odnosima s kupcima. 134
Slika 3.14. Identifikacija potreba za uvođenjem nove integracijske platforme . 136
Slika 3.15. Stupanj važnosti problema vezanih uz učinkovitu implementaciju elektroničkih platformi. 137
Slika 3.16. Transpozicija rezultata poduzeća u troškove protoka informacija . . 139
Slika 3.17. Stupanj važnosti pojedinih funkcija za ocjenu učinkovitosti logističkih procesa 140
Slika 3.18. Shema korištenja inteligentne ambalaže u logističkim procesima . . 143
Slika 3.19. Stupanj važnosti pokazatelja za analizu i ocjenu učinkovitosti protoka informacija 145
Slika 3.20. Protok informacija u transakcijskim sustavima 147
Slika 3.21. Protok informacija u ekspertnim sustavima 148
Slika 3.22. Logika zaključivanja i odgovori na istraživačka pitanja P1 i P2 . . . 151
Slika 4.1. Proces modeliranja u istraživačkom pristupu 154
Slika 4.2. Referentni model za učinkovitost logističkih procesa u opskrbnim lancima 157
Slika 4.3. Opći model za ocjenu učinkovitosti logističkog procesa. 158
Slika 4.4. Procedura za analizu učinkovitosti logističkog procesa – 1. dio. . . 161
Slika 4.5. Procedura za analizu učinkovitosti logističkog procesa – 2. dio. . . 162
Slika 4.6. Analiza ekonomske koristi dobivenih rezultata 163
Slika 4.7. Model za ocjenu učinkovitosti procesa nabave u financijskoj perspektivi 165
Slika 4.8. Model za procjenu učinkovitosti procesa opskrbe iz perspektive kupca 166

Slika 4.9. Model za ocjenu učinkovitosti opskrbnog procesa iz perspektive internog procesa 167
Slika 4.10. Model za ocjenu učinkovitosti procesa nabave u razvojnoj perspektivi 168
Slika 4.11. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa iz financijske perspektive 169
Slika 4.12. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa iz perspektive kupca 170
Slika 4.13. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa iz perspektive internog procesa 171
Slika 4.14. Model za ocjenu učinkovitosti proizvodnog procesa u perspektivi razvoja. 172
Slika 4.15. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa u financijskoj perspektivi 174
Slika 4.16. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa iz perspektive kupca 175
Slika 4.17. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa iz perspektive internog procesa 176
Slika 4.18. Model za ocjenu učinkovitosti transportnog procesa u perspektivi razvoja. 177
Slika 4.19. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa iz financijske perspektive 178
Slika 4.20. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa iz perspektive kupca 179
Slika 4.21. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa iz perspektive internog procesa 180
Slika 4.22. Model za ocjenu učinkovitosti skladišnog procesa u perspektivi razvoja. 181
Slika 4.23. Model za ocjenu učinkovitosti protoka informacija u financijskoj perspektivi 182
Slika 4.24. Model za procjenu učinkovitosti protoka informacija iz perspektive korisnika 183
Slika 4.25. Model za procjenu učinkovitosti protoka informacija iz perspektive internog procesa. 184
Slika 4.26. Model za procjenu učinkovitosti protoka informacija u razvojnoj perspektivi 185
Slika 4.27. Opći koncept identificiranja mogućnosti informacijske integracije logističkih procesa u lancu opskrbe 186

Slika 4.28. Model za identifikaciju integracijskih potreba pojedinih poslovnih partnera u opskrbnom lancu 188
Slika 5.1. Plan istraživanja učinkovitosti logističkih procesa u opskrbnom lancu 195
Slika 5.2. Dionici integracije intermodalnog opskrbnog lanca 196
Slika 5.3. Analiza procesa rukovanja kontejnerima u intermodalnom opskrbnom lancu 198
Slika 5.4. Koncept integracije protoka informacija 203
Slika 5.5. Analiza integracijskih potreba i mogućnosti implementacije komunikacijsko-informacijskih standarda u lučkom okruženju. . . . 205
Slika 5.6. Uloga logističkih tvrtki u intermodalnom opskrbnom lancu 207
Slika 5.7. Razmjena EDI poruka i dokumenata s partnerima u opskrbnom lancu 209
Slika 5.8. Tijek informacija u procesu naloga za gotovinu 211
Slika 5.9. Informacijski zahtjevi naloga za proces gotovine u stvarnom vremenu 213
Slika 5.10. Metodologija za ispitivanje prednosti implementacije procesa naloga za gotovinu. 216
Slika 5.11. Analiza pokazatelja nepravilnosti u opskrbi – pristup lancu opskrbe 220
Slika 5.12. Analiza stope korištenja EDI dokumenata u obavijesti o isporuci – pristup lancu opskrbe 221
Slika 5.13. Problemi učinkovitog upravljanja rezervnim dijelovima. 224
Slika 5.14. Analiza indeksa odziva ponude 227
Slika 5.15. Analiza indeksa intenziteta prometa 228
Slika 5.16. Analiza omjera pokrivenosti 228
Slika 5.17. Analiza stope pravovremene isporuke 229
Slika 5.18. Analiza stope ispunjenosti narudžbi 229
Slika 5.19. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 1 233
Slika 5.20. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 2 234
Slika 5.21. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 3 236
Slika 5.22. Utjecaj implementacije TOC-a na učinkovitost proizvodnog procesa – studija slučaja 4 237
Slika 5.23. Analiza stope pravovremene isporuke 241
Slika 5.24. Analiza indeksa odziva ponude 242
Slika 5.25. Analiza stope nepotpunih isporuka kupcu 242
Slika 5.26. Analiza indeksa pouzdanosti protoka informacija 243

Slika 5.27. Analiza stope povrata isporuka uzrokovanih netočnim podacima . 243
Slika 5.28. Analiza pokazatelja prosječnog vremena za analizu podataka o planovima isporuke 244

LITERATURA

Adamczak, M., Domański, R., Hadaś, Ł., & Cyplik, P. (2016). The integration between production-logistics system and its task environment-chosen aspects. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 656–661.

Aloui, A., Hamani, N., Derrouiche, R., & Delahoche, L. (2022). Assessing the benefits of horizontal collaboration using an integrated planning model for two-echelon energy efficiency-oriented logistics networks design. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, *9*(3), 302–323.

American Production and Inventory Control Society (2010). *APICS Dictionary* (13th ed.). The Association for Operations Management.

Aoki, M. (2012). *Jak działa fabryka Toyoty*. Shinsei Consulting.

Apanowicz, J. (2002). *Metodologia ogólna*. Wyższa Szkoła Administracji i Biznesu.

Armstrong, M. (2001). *A handbook of management techniques: The best-selling guide to modern management methods*. Kogan Page Publishers.

Arzu Akyuz, G., & Erman Erkan, T. (2010). Supply chain performance measurement: A literature review. *International Journal of Production Research*, *48*(17), 5137–5155.

Aydogdu, Y.V., & Aksoy, S. (2015). A study on quantitative benefits of port community systems. *Maritime Policy & Management*, *42*(1), 1–10.

Badzińska, E. (2014). Optymalizacja procedury audytu dostawców zewnętrznych. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (11), 126–130.

Ballot, E., Montreuil, B., & Fontane. F. (2011). Topology of logistic networks and the potential of a physical internet. W L. Benyoucef, D. Trentesaux, A. Artiba & N. Rezg (red.), *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Systems Management IESM'2011, May, 25–27, Metz, France* (s. 585–594). I^4e^2.

Banaszyk, P. (2008). Studium przypadku jako metoda badawcza. W M. Sławińska & H. Witczak (red.), *Podstawy metodologiczne prac doktorskich w naukach ekonomicznych* (s. 120–125). Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Banaszyk, P. (2020). The effectiveness criteria from the enterprise management and supply chain management perspective. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (6), 2–9.

Baraniecka, A. (2004). *ECR – Efficient Consumer Response. Łańcuch dostaw zorientowany na klienta*. Instytut Logistyki i Magazynowania.

Bazaraa, M.S., Jarvis, J.J., & Sherali, H.D. (2011). *Linear programming and network flows*. John Wiley & Sons.

Beamon, B.M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, *19*(3), 275–292.

Bednarski, A. (2001). *Zarys teorii organizacji i zarządzania*. Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa.

Belhadi, A., Kamble, S.S., Venkatesh, M., Jabbour, C.J.C., & Benkhati, I. (2022). Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: An ambidextrous perspective on the dynamic capability view. *International Journal of Production Economics*, *249*, 108516.

Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2017). Internet of things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*, *57*(15–16), 1–24.

Besanko, D., Dranove, D., Shanley, M., & Schaefer, S. (2009). *Economics of strategy*. John Wiley & Sons.

Bhagwat, R., & Sharma, M.K. (2007a). Performance measurement of supply chain management using the analytical hierarchy proces. *Production Planning and Control*, *18*(8), 666–680.

Bhagwat, R., & Sharma, M.K. (2007b). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. *Computers & Industrial Engineering*, *53*(1), 43–62.

Bhargava, P., Sturek, J., Peck, J., Murcko, R., & Srihari, K. (2006). Real-time yield monitoring through ERP systems. *IIE Annual Conference. Proceedings*. Institute of Industrial and Systems Engineers.

Biedermann, H. (2008). *Ersatzteil – management. Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen, ESE*. Springer.

Bigaj, Z., & Koliński, A. (2017). The analysis of the cold supply chain efficiency with the use of mobile technology. *LogForum*, *13*(1), 77–90.

Blaik, P. (2010). *Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Borkowski, S., & Ulewicz, R. (2008). *Zarządzanie produkcją. Systemy produkcyjne*. Oficyna Wydawnicza Humanitas.

Borowiec, A. (2005). Rynek czynników produkcji. W T. Protas (red.), *Wybrane problemy ekonomii* (s. 53–73). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Borowiec, A. (red.) (2010). *Efektywność gospodarowania podmiotów.* Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Borowiec, A., & Koliński, A. (2009). Wykorzystanie analizy wskaźnikowej jako narzędzia controllingu finansowego w małych i średnich przedsiębiorstwach biorących udział w zamówieniach publicznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie*, (54), 5–13.

Bottani, E., Montanari, R., & Volpi, A. (2010). The impact of RFID and EPC network on the bullwhip effect in the Italian FMCG supply chain. *International Journal of Production Economics*, *124(*2), 426–432.

Bragg, S.M. (2012). *Throughput accounting: A guide to constraint management*. John Wiley & Sons.

Brannan, M. (2011). Improving the supply chain through business intelligence. *Logistics* & *Transport Focus*, *13*(12), 38–42.

Brans, J.P., & Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method. *Management Science*, *31*(6), 647–656.

Bryman, A. (2006). Integrating quantitative and qualitative research: How is it done? *Qualitative Research*, *6*(1), 97–113.

Cai, J., Liu, X., Xiao, Z., & Liu, J. (2009). Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. *Decision Support Systems*, *46*(2), 512–521.

Carlan, V., Sys, C., & Vanelslander, T. (2016). How port community systems can contribute to port competitiveness: Developing a cost–benefit framework. *Research in Transportation Business* & *Management*, *19*, 51–64.

Cavaignac, L., Dumas, A., & Petiot, R. (2021). Third-party logistics efficiency: An innovative two-stage DEA analysis of the French market. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *24*(6), 581–604.

Cazier, J.A., & Poluha, R.G. (2007). *Application of the SCOR model in supply chain management*. Cambria Press.

Chan, F.T., & Qi, H.J. (2003). An innovative performance measurement method for supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, *8*(3), 209–223.

Chojnacka, K. (2014). Racjonalność decyzji w teorii ekonomii – kilka refleksji dotyczących wyboru. *Studia Ekonomiczne*, (180), 35–45.

Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply chain management: Strategy, planning and operation*. Tsinghua University Press.

Corbett, T. (1998). *Throughput accounting*. North River Press.

Corsten, D., & Kumar, N. (2005). Do suppliers benefit from collaborative relationships with large retailers? An empirical investigation of efficient consumer response adoption. *Journal of Marketing*, *69*(3), 80–94.

Coskun, V., Ozdenizci, B., & Ok, K. (2013). A survey on near field communication (NFC) technology. *Wireless Personal Communications*, *71*(3), 2259–2294.

Cox, J., & Schleier, J. (2010). *Theory of constraints handbook*. McGraw-Hill.

Croson, R., & Donohue, K. (2002). Experimental economics and supply-chain management. *Interfaces*, *32*(5), 74–82.

Croxton, K.L., Garcia-Dastugue, S.J., Lambert, D.M., & Rogers, D.S. (2001). The supply chain management processes. *International Journal of Logistics Management*, *13*(2), 13–35.

Cudziło, M., & Koliński, A. (2017). Wykorzystanie rejestru lokalizacji opartego na identyfikatorach GLN dla podniesienia efektywności procesów dystrybucji. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (12), 12–21.

Cudziło, M., Voronina, R., Dujak, D., & Koliński, A. (2018). Analysing the efficiency of logistic actions in complex supply chains – conceptual and methodological assumptions of research. *LogForum*, *14*(2), 171–184.

Cyfert, S., & Krzakiewicz, K. (2017). *Wprowadzenie do nauki o organizacji*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Cyplik, P., Adamczak, M., & Hadaś, Ł. (2012). Critical chain project management and drum–buffer–rope tools integration in construction industry – case study. *LogForum*, *8*(1), 29–37.

Cyplik, P., Głowacka-Fertsch, D., & Fertsch, M. (2008). *Logistyka przedsiębiorstw dystrybucyjnych*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Czakon, W. (2005). Procesowe podejście do badania efektywności W T. Dudycz (red.), *Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem* (s. 56–63). Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

Czakon, W. (2006). Łabędzie Poppera – case studies w badaniach nauk o zarządzaniu. *Przegląd Organizacji*, (9), 9–12.

Ćwiąkała-Małys, A., & Nowak, W. (2009). *Wybrane metody pomiaru efektywności podmiotu gospodarczego*. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.

Danese, P., & Romano, P. (2011). Supply chain integration and efficiency performance: A study on the interactions between customer and supplier integration. *Supply Chain Management: An International Journal*, *16*(4), 220–230.

Dantzig, G. (2016). *Linear programming and extensions*. Princeton University Press.

Daskin, M.S., Coullard, C.R., & Shen, Z.J.M. (2002). An inventory-location model: Formulation, solution algorithm and computational results. *Annals of Operations Research*, *110*(1–4), 83–106.

Dąbrowska-Mitek, M. (2006). Klasyfikacja i ocena dostawców na przykładzie Przedsiębiorstwa Wyrobów Cukierniczych Odra SA. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (10), 2–8.

Deaton, A., & Muellbauer, J. (1980). *Economics and consumer behavior*. Cambridge University Press.

Denzin, N.K. (2017). *Sociological methods: A sourcebook*. Routledge.

Dettmer, H.W. (1997), *Goldratt's theory of constraints: A systems approach to continuous improvement*. ASQ Quality Press.

Dębicki, T., & Koliński, A. (2018). Influence of EDI approach for complexity of information flow in global supply chains. *Business Logistics in Modern Management*, *18*, 683–694.

DIN (1976). DIN 24420. Deutsches Institut Für Normung.

Długosz, J. (2009a). *Nowoczesne technologie w logistyce*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Długosz, J. (2009b). Systemy transportowe, transport intermodalny. W D. Kisperska-Moroń & S. Krzyżaniak (red.), *Logistyka* (s. 275–286). Instytut Logistyki i Magazynowania.

Doliński, D., & Koliński, A. (2011). Estimation of suppliers as an important element of the rationalization of supply processes – case study. *LogForum*, *7*(2), 26–25.

Domański, R., & Hadaś, L. (2010). The essential problems of efficiency of production systems – application TOC one of the methods of overcoming. W M. Fertsch (red.), *Innovative and intelligent manufacturing systems* (s. 261–272). Publishing House of Poznan University of Technology.

Domański, R., Adamczak, M., & Cyplik, P. (2012). Modele planowania przepływu materiałów w zaopatrzeniu w modelu SCOR. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (2), 11–19.

Domański, R., Adamczak, M., & Cyplik, P. (2018). Physical internet (PI): A systematic literature review, *LogForum*, *14*(1), 7–19.

Dorka, T., Lagemann, H., & Meier, H. (2015). Quantitative analysis of an IPS2 delivery planning approach. *Procedia CIRP*, *30*, 474–479.

Drucker, P. (2012). *The practice of management*. Routledge.

DugDale, D., & Jones, T.C. (1998). Throughput accounting: Transforming practices? *The British Accounting Review*, *30*(3), 203–220.

Dujak, D., Kolinski, A., & Mesarić, J. (2020). *Supply chain and logistics design*. Poznan School of Logistics.

Dujak, D., Zdziarska, M., & Koliński, A. (2017). GLN standard as a facilitator of physical location identification within process of distribution. *LogForum*, *13*(3), 247–261.

Dul, J., & Hak, T. (2007). *Case study methodology in business research*. Routledge.

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H.A. (2013). *Fundamentals of business process management*. Springer.

Dyduch, W. (2021). Tworzenie i przechwytywanie wartości w przedsiębiorstwach w Polsce. Ocena podejmowanych działań, identyfikacja kluczowych zmiennych oraz ich wpływ na efektywność. *Przegląd Organizacji*, (6), 7–16.

Dyduch, W., & Kozłowska, I. (2011). Zintegrowany system pomiaru efektywności oparty na miarach przedsiębiorczości organizacyjnej. W R. Knosala (red.), *Komputerowo zintegrowane zarządzanie* (s. 284–293). Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją.

Eckerson, W. (2004). The „soft side" of real-time BI. *DM Review*, 14(8), 30–33.

Eisenhardt, K., & Graebner, M. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, *50*(1), 25–32.

Elliott, A., & Woodward, W. (2007). *Statistical analysis quick reference guidebook: With SPSS examples*. Sage Publications.

Fajfer, P., Malanowska, I., & Koliński, A. (2011). *Laboratorium systemów informatycznych Qguar i Graffiti*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Fechner, I. (2008). *ECR – nowe wyzwania w zarządzaniu łańcuchem dostaw*. Logistyka. https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/7698-ecr-nowe-wyzwania-w-zarzadzaniu-lancuchem-dostaw

Fechner, I. (2017). *Zarządzanie łańcuchem dostaw*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Fertsch, M. (red.) (2006). *Słownik terminologii logistycznej*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Focardi, R., Gorrieri, R., & Martinelli, F. (2003). Real-time information flow analysis. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, *21*(1), 20–35.

Forza, C., Salvador, F., & Rungtusanatham, M. (2005). Coordinating product design, process design, and supply chain design decisions: Part B. Coordinating approaches, tradeoffs, and future research directions. *Journal of Operations Management*, *23*(3–4), 319–324.

Franz, P., & Kirchmer, M. (2012). *Value-driven business process management: The value-switch for lasting competitive advantage*. McGraw Hill.

Frąckowiak, P. (2015). Koordynacja dostaw kontenerów koleją do terminalu morskiego. W W. Rydzkowski (red.), *Przewozy intermodalne* (s. 77–90). Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Frąś, J. (2021). *Zarządzanie i logistyka eksploatacji maszyn*. Wydawnictwo Naukowe Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Technologii Eksploatacji.

Freeman, C. (2013). *Economics of industrial innovation*. Routledge.

Gabrusewicz, W. (2002). *Podstawy analizy finansowej*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Gabrusewicz, W., Kamela-Sowińska, A., & Poetschke, H. (1996). *Rachunkowość zarządcza*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.

Gamst, G., Meyers, L., & Guarino, A. (2008). *Analysis of variance designs: A conceptual and computational approach with SPSS and SAS*. Cambridge University Press.

Gass, S.I. (2010). *Linear programming: Methods and applications* (5th ed.). Courier Dover Publications.

Gatignon, H. (2013). *Statistical analysis of management data*. Springer Science +Business Media.

Gerring, J. (2006). *Case study research: Principles and practices*. Cambridge University Press.

Głowacka-Fertsch, D., & Fertsch, M. (2013). *Zarządzanie produkcją*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Goldratt, E.M., & Cox, J. (1984). *The goal: Excellence in manufacturing*. North River Press.

Golińska, P., Fertsch, M., & Pawlewski, P. (2011). Production flow control in the automotive industry – quick scan approach. *International Journal of Production Research*, *49*(14), 4335–4351.

Grigori, D., Casati, F., Castellanos, M., Dayal, U., Sayal, M., & Shan, M.C. (2004). Business process intelligence. *Computers in Industry*, *53*(3), 321–343.

Gunasekaran, A., & Kobu, B. (2007). Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: A review of recent literature (1995–2004) for research and applications. *International Journal of Production Research*, *45*(12), 2819–2840.

Gunasekaran, A., Patel, C., & McGaughey, R.E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, *87*(3), 333–347.

Gupta, S., Drave, V.A., Bag, S., & Luo, Z. (2019). Leveraging smart supply chain and information system agility for supply chain flexibility. *Information Systems Frontiers*, *21*, 547–564.

Hadaś, Ł. (2002). Budowa efektywności przedsiębiorstwa w sferze procesów logistycznych. *Logistyka*, (1), 31–33.

Hadaś, Ł. (2009). Praktyka budowy systemów produkcyjnych wg koncepcji TOC – buforowanie globalne. W K. Grzybowska & Ł. Hadaś (red.), *Metody i techniki doskonalenia w logistyce produkcji – studia przypadków* (s. 113–126). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Hajdul, M., & Kolińska, K. (2014). Supply chain management based on logistic and statical indicators. *LogForum*, *10*(3), 235–245.

Hałas, E. (2012). Rola i znaczenie globalnych standardów. W E. Hałas (red.), *Kody kreskowe i inne globalne standardy w biznesie* (s. 13–22). Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Hangos, K., & Cameron, I. (2001). *Process modelling and model analysis*. Academic Press.

Hanssmann, F. (1959). Optimal inventory location and control in production and distribution networks. *Operations Research*, *7*(4), 483–498.

Hicks, J.R. (1939). The foundations of welfare economics. *Economic Journal*, *49*(196), 696–712.

Ho, C.J. (2007). Measuring system performance of an ERP-based supply chain. *International Journal of Production Research*, *45*(6), 1255–1277.

Hornowska, E. (2007). *Testy psychologiczne. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe Scholar.

Horzela, A., Kolinski, A., Domanski, R., & Osmolski, W. (2018). Analysis of use of communication standards on the implementation of distribution processes in Fourth Party Logistics (4PL). *Business Logistics in Modern Management*, *18*, 299–315.

Hunt, V.D. (1996). *Process mapping: How to reengineer your business processes*. John Wiley & Sons.

Jacyna, M. (2009). *Modelowanie i ocena systemów transportowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Jacyna, M., Wasiak, M., Lewczuk, K., & Kłodawski, M. (2014). Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport. *Archives of Transport*, *31*(3), 23–35.

Jerzemowska, M. (red.) (2004). *Analiza ekonomiczna w przedsiębiorstwie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Juzwiszyn, J., Rybicki, W., & Smoluk, A. (2005). O definicji efektywności. Rozważania nad celowością w naturze i rozwojem. W T. Dudycz (red.), *Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem* (s. 191–204). Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.

Kaldor, N. (1939). Welfare propositions in economics and interpersonal comparisons of utility. *Economic Journal*, *49*(145), 549–552.

Kall, P., & Mayer, J. (2010). *Stochastic linear programming: Models, theory, and computation*. Springer.

Kamienicer, S., & Więckowski, J. (1979). *Metody oceny efektywności organizacji gospodarczych*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.

Kaplan, R.S., & Norton D. (2007). *Strategiczna karta wyników. Jak przełożyć strategię na działanie*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Kašnar, D. (2016). *Primjena metoda za upravljanje zalihama*. University of Zagreb.

Kawa, A. (2011). *Konfigurowanie łańcucha dostaw. Teoria, instrumenty i technologie*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Keeney, R.L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. Cambridge University Press.

Kenny, G. (2009). *Diversification strategy: How to grow a business by diversifying successfully*. Kogan Page.

Kiba-Janiak, M., & Jagoda, A. (2017). Logistyka produkcji w przedsiębiorstwach z kapitałem japońskim zlokalizowanych w Polsce. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, *18*(8), 151–167.

Kolińska, K. (2012). Problematyka sterowania zapasami części zamiennych. W P. Golińska (red.), *Lean Management w produkcji i logistyce* (s. 157–172). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Kolińska, K., & Cudziło, M. (2014). Comparison of logistics indicators as a way of improving efficiency of supply chains. *Research in Logistics & Production*, *4*(1), 21–32.

Kolińska, K., & Koliński, A. (2013). Efektywność procesu zarządzania zapasami części zamiennych w przedsiębiorstwach produkcyjnych – wyniki badań. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, *3*, 2–6.

Kolińska, K., Śliwczyński, B., Hadas, L., & Koliński, A. (2017). Operational controlling in the management of spare parts availability. *Business Logistics in Modern Management*, *17*, 139–156.

Kolińska, K., Śliwczyński, B., Hadas, L., & Koliński, A. (2018). Analysis of spare parts in terms of their availability management for the production processes needs. *Business Logistics in Modern Management*, *18*, 191–204.

Koliński, A., & Śliwczyński, B. (2016). Impact of transposing the strategic objectives on supply efficiency, *Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Business, Entrepreneurship and Economic Issues*, *29*, 45–60.

Koliński, A. (2012). The efficiency of the production – the analyse of problems based on the literature research. *LogForum*, *8*(2), 137–150.

Koliński, A. (2013). The role of production efficiency regarding ecological aspects. W P. Golinska (red.), *Ecoproduction and logistics* (s. 93–102). Springer.

Koliński, A. (2014). Problem pomiaru efektywności procesu produkcji w aspekcie zarządzania łańcuchem dostaw. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (6), 10–16.

Koliński, A. (2018). Wpływ metod harmonogramowania dostaw na efektywność procesów logistycznych – wyniki badań. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (1), 12–20.

Koliński, A., & Golińska, P. (2011). Analiza wydajności jako wstępna ocena efektywności produkcji – studium przypadku. W P. Golińska (red.), *Wybrane problemy logistyki produkcji* (s. 69–88). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Koliński, A., & Jaskólska, E. (2018). Analysis of the information flow efficiency in the intermodal supply chain-research results. *Business Logistics in Modern Management*, *18*, 135–155.

Koliński, A., & Kolińska, K. (2016). Influence of supply process on the business management efficiency. W A. Koliński (red.), *Logistics management – modern development trends* (s. 11–25), Poznan School of Logistics Press.

Koliński, A., & Koliński, M. (2013). The use of Hungarian metod in the evaluation of production efficiency. W R. Knosala (red.), *Innovations in management and production engineering* (s. 116–127). Publishing House of Polish Association for Production Management.

Koliński, A., & Śliwczyński, B. (2015a). Evaluation problem and assessment method of warehouse process efficiency. *Business Logistics in Modern Management: Proceedings of the 15th International Scientific Conference*, 175–188.

Koliński, A., & Śliwczyński, B. (2015b). IT support of production efficiency analysis in ecological aspect. W P. Golińska & A. Kawa (red.), *Technology management for sustainable production and logistics* (s. 205–219). Springer.

Koliński, A., & Śliwczyński, B. (2021). *Efektywność procesów dystrybucji – teoretyczne i praktyczne aspekty modelowania*. Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium".

Koliński, A., & Tomkowiak, A. (2010). Wykorzystanie koncepcji analizy wąskich gardeł w zarządzaniu produkcją. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (9), 16–21.

Koliński, A., & Zhuravskaya, M. (2015). The evaluation method of transport processes efficiency in supply chains. *Innotrans Journal*, *6*(4), 25–30.

Koliński, A., Horzela, A., Cudziło, M., & Domański, R. (2019). Reference model of information flow in business relations with 4PL operator. W A. Kolinski, D. Dujak, & P. Golinska-Dawson (red.), *Information flow integration towards the greening supply chain* (s. 19–45). Springer.

Koliński, A., Kolińska, K., & Frąś, J. (2015). Wpływ standaryzacji procesu zaopatrzenia na efektywność łańcucha dostaw. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (10), 11–20.

Koliński, A., Małyszek, E., & Trojanowska, J. (2016). *Zarządzanie logistyką w przedsiębiorstwach produkcyjnych*. Wydawnictwo Naukowe Texter.

Koliński, A., Orliński, R., & Macuda, M. (2021). *Koszty i efektywność logistyki w małych i średnich przedsiębiorstwach*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Koliński, A., Śliwczyński, B., & Golińska-Dawson, P. (2016). Evaluation model for production process economic efficiency. *LogForum*, *12*(2), 129–145.

Koliński, A., Trojanowska, J., & Pająk, E. (2010). Theory of constraints as supporting element of logistics controlling. W E. Badzińska (red.), *Sources of competitive advantage for enterprises* (s. 71–84). Publishing House of Poznan University of Technology.

Konecka, S. (2010). Lean and agile supply chain management concept in the aspect of risk management. *LogForum*, *6*(4), 23–31.

Korotina, A., Müller, O., & Debortoli, S. (2015). Real-time business process intelligence: Comparison of different architectural approaches using the example of the order-to-cash proces. W *Wirtschaftsinformatik proceedings 2015* (s. 1710–1724). Association for Information Systems.

Korzeniowki, A., Ankiel-Homa, M., & Czaja-Jagielska, N. (2011). *Innowacje w opakowalnictwie*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Korzeniowski, A., Skrzypek, M., & Szyszka, G. (2010). *Opakowania w systemach logistycznych*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Kosieradzka, A. (2012). *Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie*. C.H. Beck.

Kotzab, H. (1999). Improving supply chain performance by efficient consumer response? A critical comparison of existing ECR approaches. *Journal of Business & Industrial Marketing*, *14*(5–6), 364–377.

Krzakiewicz, K., & Cyfert, S. (2019). Strategic orientations of the organization-entrepreneurial, market and organizational learning. *Management*, *23*(1), 7–19.

Krzakiewicz, K., & Cyfert, S. (2020). *Podstawy zarządzania organizacjami*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Krzyżaniak, S. (2015). Model of the impact of parameters controlling replenishment in the BS (MIN-MAX) continuous review model on the actual stock availability. *LogForum*, *11*(3), 283–294.

Kubowicz, D. (2019). Zarządzanie procesami przepływu ładunków na morskim terminalu kontenerowym z wykorzystaniem systemów informatycznych typu TOS. *Autobusy. Technika, eksploatacja, systemy transportowe*, (1–2), 487–492.

Kukuła, K. (red.) (2011). *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Kunze, M., Luebbe, A., Weidlich, M., & Weske, M. (2011). Towards understanding process modeling: The case of the BPM academic initiative. W R. Dijkman, J. Hofstetter & J. Koehler (red.), *Business Process Model and Notation: Third International Workshop*, *BPMN 2011*, *Lucerne*, *Switzerland*, *November 21–22*, *2011*, *Proceedings* (s. 44–58). Springer.

Kurnia, S., & Johnston, R.B. (2001). Adoption of efficient consumer response: The issue of mutuality. *Supply Chain Management: An International Journal*, *6*(5), 230–241.

Kushakova, M.N. (2022). Increasing the efficiency of logistics management in railway transport. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, *12*(2), 342–346.

Kwiotkowska, A. (2006). Zaopatrzenie w części zamienne na potrzeby gospodarki remontowej – studium przypadku. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i zarządzanie*, (34), 173–183.

Lagemann, H., & Meier, H. (2014). Robust capacity planning for the delivery of industrial product-service systems. *Procedia CIRP*, *19*, 99–104.

Lambert, D.M. (2004). The eight essential supply chain management processes. *Supply Chain Management Review*, *8*(6), 18–26.

Lea, B.R. (2007). Management accounting in ERP integrated MRP and TOC environments. *Industrial Management & Data Systems*, *107*(8), 1188–1211.

Lewandowska, J. (2013). Znaczenie dostawcy w łańcuchu logistycznym. *Logistyka*, (5), 129–132

Li, D., & O'Brien, C. (1999). Integrated decision modelling of supply chain efficiency. *International Journal of Production Economics*, *59*(1–3), 147–157.

Libal, V. (red.) (1976). *Organizacja i zarządzanie produkcją*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.

Lichocik, G., & Sadowski, A. (2013). Eficiency of supply chain management: Strategic and operational approach. *LogForum*, *9*(2), 119–125.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, *22*(140), 5–55.

Lingenfelder, M., & Kreipl, C. (2007). Efficient consumer response. W S. Albers & A. Herrmann (red.), *Handbuch Produktmanagement* (s. 887–914). Springer.

Lis, S. (1984). *Organizacja i ekonomika procesów produkcyjnych w przemyśle maszynowym*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Lis, S. (red.) (1999). *Vademecum produktywności*. Agencja Wydawnicza Placet.

Lisiński, M. (2016). Metodologia apragmatyczna nauk o zarządzaniu. *Zarządzanie i Finanse*, *14*(2), 223–236.

Lopes de Sousa Jabbour, A.B., Gomes Alves Filho, A., Backx Noronha Viana, A., & José Chiappetta Jabbour, C. (2011). Measuring supply chain management practices. *Measuring Business Excellence*, *15*(2), 18–31.

Lukinskiy, V.S., Lukinskiy, V.V., & Shulzhenko, T.G. (2011). Evolution of the Total Logistics Costs concept. *LogForum*, *7*(3), 43–48.

Maiga, A.S., Nilsson, A., & Ax, C. (2015). Relationships between internal and external information systems integration, cost and quality performance, and firm profitability. *International Journal of Production Economics*, *169*, 422–434.

Majewski, J. (2006). *Informatyka dla logistyki*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Mangan, J., Lalwani, C., & Gardner, B. (2004). Combining quantitative and qualitative methodologies in logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *34*(7), 565–578.

Mankiw, N.G. (2014). *Principles of economics*. Cengage Learning.

Mansfield, E. (2002). *Podstawy mikroekonomii. Zasady, przykłady, zadania*. Agencja Wydawnicza Placet.

Mantura, W. (2004). *Elementy rachunkowości dla menedżerów*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Mańkowski, C. (2009). *Synergia w logistyce*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

Marek, R. (2017). The role and place of customs in Port Community System – experiences from Poland. *Business Logistics in Modern Management*, *17*, 451–470.

Marshall, A. (2009). Principles of economics: Unabridged eighth edition. Cosimo.

Martin, P.R., & Patterson J.W. (2009). On measuring company performance within a supply chain. *International Journal of Production Research*, *47*(9), 2449–2460.

Matanović, D. (2017). *Optimizacija skladišnih procesa i nacrta skladišta u maloprodajnoj tvrtki*. University of Zagreb.

Matulewski, M. (2015). Instrumenty informacyjne wspomagające przepływy materiałowe w systemach logistycznych. W M. Stajniak (red.), *Instrumenty informacyjne wspierające optymalizację procesów transportowych w łańcuchu dostaw* (s. 9–30). Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium".

Maxwell, J.A., & Loomis, D.M. (2003). Mixed methods design: An alternative approach. W A. Tashakkori & C. Teddle (red.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (s. 241–272). Sage.

Maylor, H., & Blackmon, K. (2005). *Researching business and management*. Palgrave Macmillan.

Mazurczak, J. (2009). Mierniki kształtowania struktur produkcyjnych i form organizacji produkcji. W K. Grzybowska & Ł. Hadaś (red.), *Metody i techniki doskonalenia w logistyce produkcji – studia przypadków* (s. 127–140). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

McCormack, K., Bronzo Ladeira, M., & Paulo Valadares de Oliveira, M. (2008). Supply chain maturity and performance in Brazil. *Supply Chain Management: An International Journal*, *13*(4), 272–282.

Meade, D.J., Kumar, S., & Houshyar, A. (2006). Financial analysis of a theoretical lean manufacturing implementation using hybrid simulation modeling. *Journal of Manufacturing Systems*, *25*(2), 137–152.

Meier, H., Lagemann, H., Morlock, F., & Rathmann, Ch. (2011). Key performance indicators for assessing the planning and delivery of industrial services. *Procedia CIRP*, *11*, 99–104.

Meller, R.D., & Ellis, K.P. (2011). An investigation into the physical internet: Establishing the logistics system gain potential. W L. Benyoucef, D. Trentesaux, A. Artiba & N. Rezg (red.), *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Systems Management IESM'2011*, *May*, *25–27*, *Metz*, *France* (s. 575–584). I^4e^2.

Mendling, J. (2008). *Metrics for process models: Empirical foundations of verification, error prediction, and guidelines for correctness*. Springer.

Meulen, P.R.H. van der (1998). Zastosowanie wskaźników efektywności w logistyce. W *Międzynarodowa Konferencja LOGISTICS '98. Zarządzanie łańcuchem dostaw. Katowice, 21–22 maja 1998. Materiały konferencyjne* (t. 1, s. 35–45). Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Michalik, J., & Budzik, R. (2011). Procesy magazynowe w przedsiębiorstwie produkcyjnym. *Logistyka*, (2), 455–464.

Milewski, R. (2007). Funkcja produkcji. Elementy teorii produkcji. W R. Milewski (red.), *Elementarne zagadnienia ekonomii* (s. 177–186). Wydawnictwo Naukowe PWN.

Miner, J.B. (1984). The validity and usefulness of theories in an emerging organizational science. *Academy of Management Review*, *9*(2), 296–306.

Montreuil, B. (2011). Towards a physical internet: Meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research*, *3*(2–3), 71–87.

Montreuil, B., Meller, R.D., & Ballot, E. (2010). Towards a physical internet: The impact on logistics facilities and material handling systems design and innovation. W K. Gue et al. (red.), *Progress in material handling research* (s. 305–327). Material Handling Institute.

Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, *131*(1), 295–302.

Nakatani K., Chuang, T.T., & Zhou, D. (2006). Data synchronization technology: Standards, business values and implications. *Communications of the Association for Information Systems*, *17*(1), 962–994.

Nam, T., & Yeom, K. (2011). Business-aware framework for supporting RFID-enabled applications in EPC Network. *Journal of Network and Computer Applications*, *34*(3), 958–971.

Nechaev, A., & Schupletsov, A. (2021). Methods for improving efficiency of the innovative logistics system. *Transportation Research Procedia*, *54*, 628–636.

Nesamoney, D. (2004). BAM: Event-driven business intelligence for the real-time enterprise. *Information Management*, *14*(3), 38.

Niemczyk, A. (2015). *Zarządzanie magazynem*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Noreen, E., Smith, D., & Mackey, J.T. (1995). *The theory of constraints and its implication for management accounting*. North River Press.

Notteboom, T.E. (2010). Concentration and the formation of multi-port gateway regions in the European container port system: An update. *Journal of Transport Geography*, *18*(4), 567–583.

Nowakowski, T. (2011). *Niezawodność systemów logistycznych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

Nowicka-Skowron, M. (2000). *Efektywność systemów logistycznych*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Nowicka-Skowron, M. (2009). Pomiar funkcjonowania łańcucha dostaw. W D. Kisperska-Moroń & S. Krzyżaniak (red.), *Logistyka* (s. 350–362). Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Obersojer, T. (2009). *Efficient Consumer Response. Supply Chain Management fur die Ernahrungswirtschaft*. Springer.

Osmólski, W., Koliński, A., & Dujak, D. (2018). Methodology of implementing e-freight solutions in terms of information flow efficiency. W D. Barković et al. (red.), *Interdisciplinary management research XIV* (s. 306–325). Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek, Postgraduate Doctoral Study Program in Management, Hochschule Pforzheim University, Croatian Academy of Sciences and Arts.

Osmólski, W., Voronina, R., & Koliński, A. (2019). Verification of the possibilities of applying the principles of the Physical Internet in economic practice. *LogForum*, *15*(1), 7–17.

Otto, A., & Kotzab, H. (2003). Does supply chain management really pay? Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain. *European Journal of Operational Research*, *144*(2), 306–320.

Pająk, E. (2006). *Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Paprocki, W. (2018). Granice możliwości oraz wymogi efektywności w nowych koncepcjach mobilności. W J. Gajewski, W. Paprocki & J. Pieriegud (red.), *Mobilność w aglomeracjach przyszłości* (s. 209–221). Centrum Myśli Strategicznych.

Paprocki, W. (2019). Digital economy as an environment for virtual platform operators. *Journal of Management and Financial Sciences*, (30), 11–26.

Parida, A., Kumar, U., Galar, D., & Stenström, C. (2015). Performance measurement and management for maintenance: A literature review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *21*(1), 2–33.

Pedersen, J.T. (2012). One common framework for information and communication systems in transport and logistics: Facilitating interoperability. W P. Golińska & M. Hajdul (red.), *Sustainable transport* (s. 165–196). Springer.

Penava, Ž. (2016). *Mogućnosti optimiranja upravljanja voznim parkom*. University of Zagreb.

Pfohl, H.Ch. (1998). *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Pomykalska, B., & Pomykalski, P. (2007). *Analiza finansowa przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Porter, M. (1985). *Competitive advantage*. The Free Press.

Posti, A., Häkkinen, J., & Tapaninen, U. (2011). Promoting information exchange with a port community system – case Finland. W W. Kersten, T. Blecker & C. Jahn (red.), *International supply chain management and collaboration practices* (s. 455–473). Josef Eul Verlag.

Powell, S.G., & Baker, K.R. (2009). *Management science: The art of modeling with spreadsheets*. John Wiley & Sons.

Probst, A. (1970). *Efektywność przestrzennej organizacji produkcji*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Pyza, D., & Piątek, M. (2017). Terminale intermodalne i ich znaczenie w łańcuchach dostaw. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*, *119*, 379–388.

Ramos, A., Lazaro, A., Girbau, D., & Villarino, R. (2016). *RFID and wireless sensors using ultra-wideband technology*. Elsevier.

Rekowski, M. (2002). *Wprowadzenie do mikroekonomii*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.

Rokicki, A., & Nogalski, B. (2021). Service management as a subdiscipline of management science. *Central European Management Journal*, *29*(3), 136–174.

Ross, D.F. (2011). *The introduction to supply chain management technologies* (2nd ed). CRC Press, Taylor & Francis Group.

Roubens, M. (1982). Preference relations on actions and criteria in multicriteria decision making. *European Journal of Operational Research*, *10*(1), 51–55.

Rudnicki, L. (2000). *Zachowanie konsumentów na rynku*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Rummler, G.A., & Brache, A.P. (2000). *Podnoszenie efektywności organizacji*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Rutkowski, A. (2007). *Zarządzanie finansami*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Rutkowski, K. (2004). Zarządzanie łańcuchem dostaw – próba sprecyzowania terminu i określenia związków z logistyką. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (12), 2–8.

Rutkowski, K. (2013). Zakupy w biznesie – potrzeba strategicznej reorientacji. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*, *29*(4), 35–45.

Sachan, A., & Datta, S. (2005). Review of supply chain management and logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *35*(9), 664–705.

Sahay, B.S., & Ranjan, J. (2008). Real time business intelligence in supply chain analytics. *Information Management & Computer Security*, *16*(1), 28–48.

Sanchez, A.M., & Perez, M.P. (2005). Supply chain flexibility and performance: A conceptual model and empirical study in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, *25*(7), 681–700.

Santarek, K. (1999). Programy poprawy produktywności. W S. Lis (red.), *Vademecum produktywnośc*i (s. 143–174). Agencja Wydawnicza Placet.

Santarek, K., & Obłuska, I. (2012). Process approach to the evaluation of information systems effectiveness. *Information Systems in Management*, *1*(2), 148–159.

Sehgal, S., Sahay, B.S., & Goyal, S.K. (2006). Reengineering the supply chain in a paint company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *55*(8), 655–670.

Seifert, D. (2006). Efficient consumer response. W Ch. Zerres & M.P. Zerres (red.), *Handbuch Marketing-Controlling* (s. 375–394). Springer.

Seuring, H.K.S., & Reiner M.M.G. (2005). *Research methodologies in supply chain management*. Physica-Verlag.

Shah, S.K., & Corley, K.G. (2006). Building better theory by bridging the quantitative–qualitative divide. *Journal of Management Studies*, *43*(8), 1821–1835.

Shepherd, C., & Günter, H. (2010). Measuring supply chain performance: Current research and future directions. W J.C. Fransoo, T. Waefler & J.R. Wilson (red.), *Behavioral operations in planning and scheduling* (s. 105–121). Springer.

Sherbrooke, C.C. (2006). *Optimal inventory modeling of systems: Multi-echelon techniques*. Springer.

Shi, X., & Chan, S. (2007). Information systems and information technologies for supply chain management. W D. Waters (red.), *Global logistics: New directions in supply chain management* (5th ed., s. 177–196). The Chartered Institute of Logistics and Transport, Kogan Page.

Sierpińska, M., & Jachna, T. (2003). *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Siggelkow, N. (2007). Persuasions with case studies. *Academy of Management Journal*, *50*(1), 20–24.

Sillanpää, I. (2015). Empirical study of measuring supply chain performance. *Benchmarking: An International Journal*, *22*(2), 290–308.

Silva, R.S., & Carvalho, M.F. (2013). Evaluation of information integration in supply chain: A case study of automotive sector. *IFAC Proceedings Volumes*, *46*(24), 65–70.

Simatupang, T.M., Wright, A.C., & Sridharan, R. (2004). Applying the theory of constraints to supply chain collaboration. *Supply Chain Management: An International Journal*, *9*(1), 57–70.

Simon, H. (1979). Rational decision making in business organizations. *The American Economic Review*, *69*(4), 493–513.

Skrzypek, E. (2000). *Jakość i efektywność*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.

Smirnov, S., Weidlich, M., Mendling, J., & Weske, M. (2009). Action patterns in business process models. W L. Baresi, C.-H. Chi & J. Suzuki (red.), *Service-oriented computing* (s. 115–129). Springer.

Sobczyk, M. (1998). *Matematyka finansowa. Podstawy teoretyczne, przykłady, zadania*. Agencja Wydawnicza Placet.

Sobolewski, H. (2011). *Determinanty i procedury przekształceń własnościowych przedsiębiorstw państwowych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Stajniak, M. (2012). *Racjonalizacja transportu w logistycznych procesach zaopatrzenia i dystrybucji*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Stajniak, M. (red.) (2015). *Instrumenty informacyjne wspierające optymalizację procesów transportowych w łańcuchu dostaw*. Instytut Naukowo-Wydawniczy „Spatium".

Stajniak, M., & Koliński, A. (2014). Analiza efektywności procesów transportowych w łańcuchu dostaw. *Logistyka*, (3), 5932–5938.

Stajniak, M., & Koliński, A. (2016). The impact of transport processes standardization on supply chain efficiency. *LogForum*, *12*(1), 37–46.

Stock, J.R., Boyer, S.L., & Harmon, T. (2010). Research opportunities in supply chain management. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *38*(1), 32–41.

Sułkowski, Ł. (2015). Metodologia zarządzania – od fundamentalizmu do pluralizmu. W W. Czakon (red.), *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu* (s. 28–48). Oficyna a Wolters Kluwer business.

Šurbek, N. (2016). *Analiza i optimizacija skladišnog procesa u trgovačkoj tvrtki*. University of Zagreb.

Szafrański, M. (2007). *Elementy ekonomiki jakości w przedsiębiorstwach*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Szymczak, M. (2017). Systemy performance measurement w budowaniu odpornych łańcuchów dostaw. *Studia Ekonomiczne*, (315), 109–119.

Szymczak, M., Ryciuk, U., Leończuk, D., Piotrowicz, W., Witkowski, K., Nazarko, J., & Jakuszewicz, J. (2018). Key factors for information integration in the supply chain–measurement, technology and information characteristics. *Journal of Business Economics and Management*, *19*(5), 759–776.

Śliwczyński, B. (2007). *Controlling w zarządzaniu logistyką*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Śliwczyński, B. (2008). *Planowanie logistyczne*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Śliwczyński, B. (2009). Integracja danych operacyjnych i kosztowych na potrzeby kontrolingu procesów przedsiębiorstw rolnych (cz. 1). *Logistyka*, (1), 46–48.

Śliwczyński, B. (2011a). *Controlling operacyjny łańcucha dostaw w zarządzaniu wartością produktu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Śliwczyński, B. (2011b). Operational controlling – a tool of translating strategy into action. *LogForum*, *7*(1), 45–59.

Śliwczyński, B. (red.) (2015). *Modelowanie systemu zarządzania przepływem materiałów i oceny efektywności, procesów*. Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu.

Śliwczyński, B., & Koliński, A. (2012a). Controlling system of material management as a tool of enterprise efficiency management. W K. Grzybowska (red.), *Logistics – selected concepts and best practices* (s. 35–54). Publishing House of Poznan University of Technology.

Śliwczyński, B., & Koliński, A. (2012b). Efficiency analysis system of material management. *LogForum*, *8*(4), 297–310.

Śliwczyński, B., & Koliński, A. (2016). Controlling supply chains: Theory and practice. Nova Science Publishers.

Śliwczyński, B., Hajdul, M., & Golińska, P. (2012). Standards for transport data exchange in the supply chain–pilot studies. W G. Jezic, M. Kusek, N.-T. Nguyen, R.J. Howlett & L.C. Jain (red.), *Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications: 6th KES International Conference*, *KES-AMSTA 2012*, *Dubrovnik*, *Croatia*, *June 25–27*, *2012. Proceedings* (s. 586–594). Springer.

Świerczek, A. (2020a). *Rezylientne łańcuchy dostaw jako złożone systemy adaptacyjne*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Świerczek, A. (2020b). The role of clan in the hybrid and alternative modes of supply chain governance. *LogForum*, *16*(1), 47–60.

Tarasiewicz, R. (2014). *Jak mierzyć efektywność łańcuchów dostaw?* Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej.

Tomkowiak, A., & Koliński, A. (2010). Eliminacja wąskich gardeł jako narzędzie optymalizacji kosztów produkcji. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (10), 20–26.

Trojanowska, J. (2011). Zarządzanie produkcją na zamówienie w oparciu o teorię ograniczeń. W P. Golińska (red.), *Wybrane problemy logistyki produkcji* (s. 49–68). Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

Trojanowska, J., & Koliński, A. (2011). Strategia efektywnego zarządzania przedsiębiorstwem poprzez adaptacyjne sterowanie produkcją. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Budowa maszyn i zarządzanie produkcją*, (16), 225–240.

Trojanowska, J., Koliński, A., & Kolińska, K. (2011). Using of throughout accounting in manufacturing companies – case studies. *Management and Production Engineering Review*, *2*(1), 47–54.

Trojanowska, J., Koliński, A., Galusik, D., Varela, M.L., & Machado, J. (2018). A methodology of improvement of manufacturing productivity through increasing operational efficiency of the production proces. W A. Hamrol, O. Ciszak, S. Legutko & M. Jurczyk (red.), *Advances in manufacturing* (s. 23–32), Springer.

Trojanowska, J., Koliński, A., Varela, M.L.R., & Machado, J. (2017). The use of theory of constraints to improve production efficiency – industrial practice and research results. W M. Fertsch, A. Stachowiak, B. Mrugalska, J. Oleśków-Szłapka, Ł. Hadaś, P. Cyplik & P. Golińska-Dawson (red.), *24th International Conference on Production Research (ICPR 2017)* (s. 537–542). DEStech Publications.

Trojanowska, J., Varela, M.L.R., & Machado, J. (2017). The tool supporting decision making process in area of job-shop scheduling. W Á. Rocha, A. Correia, H. Adeli, L. Reis & S. Costanzo (red.), *Recent advances in information systems and technologies* (t. 3, s. 490–498). Springer.

Trzcieliński, S. (red.) (2007). *Agile enterprise: Concepts and some results of research*. IEA Press.

Tsang, A., Jardine, A., & Kolodny, H. (1999). Measuring maintenance performance: A holistic approach. *International Journal of Operations and Production Management*, *19*(7), 691–715.

Twaróg, J. (2005). *Mierniki i wskaźniki logistyczne*. Instytut Logistyki i Magazynowania w Poznaniu.

Urbaniak, M. (2020a). Oczekiwania wobec dostawców w zakresie zapewnienia i doskonalenia jakości produktów oraz procesów. W M. Urbaniak & A. Tomaszewski (red.), *Wyzwania społeczne i technologiczne a nowe trendy w zarządzaniu współczesnymi organizacjami* (s. 377–389). Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.

Urbaniak, M. (2020b). Sustainability as criteria of evaluation of suppliers. W K. Grabowska, A. Awasthi & R. Sawhney (red.), *Sustainable logistics and production in industry 4.0: New opportunities and challenges* (s. 103–119). Springer.

Urbaniak, M., & Zimon, D. (2022). Operational processes that the manufacturing companies expect to be improved by suppliers. *International Journal for Quality Research*, *16*(3), p. 891–904.

Van Hoek, R.I. (1998). Measuring the unmeasurable – measuring and improving performance in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, *3*(4), 187–192.

Varela, M.R.L, Trojanowska, J., Carmo-Silva, S., Costa, N.M.L., Machado, J. (2017). Comparative simulation study of production scheduling in the hybrid and the parallel flow. *Management and Production Engineering Review*, *8*(2), 69–80.

Vickery, S.K., Jayaram, J., Droge, C., & Calantone, R. (2003). The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: An analysis of direct versus indirect relationships. *Journal of Operations Management*, *21*(5), 523–539.

Vitasek, K. (2003). *Supply chain visions logistics terms glossary*. The Council of Logistics Management.

Walczak, M. (1998). *Prospektywna analiza finansowa w przedsiębiorstwie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Waldmann, M. (2017). Terminal kontenerowy jako uczestnik wymiany komunikatów w procesie transportu intermodalnego. *Autobusy. Technika, eksploatacja, systemy transportowe*, (6), 1784–1790.

Walters, D. (2006). Demand chain effectiveness – supply chain efficiencies. *Journal of Enterprise Information Management*, *19*(3), 246–261.

Waters, D. (2002). *Operations management: Producing goods and services*. Pearson Education.

Waters, D. (2007). *Zarządzanie operacyjne. Towary i usługi*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Watson, H.J., Wixom, B.H., Hoffer, J.A., Anderson-Lehman, R., Reynolds, A.M. (2009). Real-time business intelligence: Best practices at Continental Airlines. *EDPACS: The EDP Audit, Control, and Security Newsletter*, *40*(6), 1–16.

Watson, K.J., Blackstone, J.H., & Gardiner, S.C. (2007). The evolution of a management philosophy: *The theory of constraints. Journal of Operations Management*, *25*(2), 387–402.

Witczak, H. (2014). Wstęp do naukowego statusu koncepcji zarządzania. *Organizacja i Zarządzanie*, *2*(162), 71–85.

Witkowski, J. (2010). *Zarządzanie łańcuchem dostaw*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.

Witkowski, J. (2017). Globalne i lokalne strategie logistyczne w międzynarodowych łańcuchach dostaw. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Nauki o zarządzaniu*, *2*(31), 4–11.

Witkowski, J. (2018). Electronic freight exchange and logistics platforms in building of supply chains. W *CLC 2018 – Carpathian Logistics Congress: Conference proceedings* (s. 77–84). Tanger.

Woeppel, M. (2000). *Manufacturer's guide to implementing the theory of constraints*. CRC Press.

Woodside, A.G. (2010). *Case study research: Theory, methods and practice*. Emerald Group Publishing.

Wouters, M. (2009). A developmental approach to performance measures – Results from a longitudinal case study. *European Management Journal*, *27*(1), 64–78.

Wójcik, P. (2013). Znaczenie studium przypadku jako metody badawczej w naukach o zarządzaniu. *e-Mentor*, *11*(1), 17–22.

Wróblewski, K.J. (1993). *Podstawy sterowania przepływem produkcji*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.

Wu, L., Yue, X., Jin, A., & Yen, D.C. (2016). Smart supply chain management: A review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*, *27*(2), 395–417.

Yam, K.L., Takhistov, P.T., & Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: Concepts and applications. *Journal of Food Science*, *70*(1), 1–10.

Yang, W., Sui, X., Liu, D., & Li, F. (2022). Does logistics efficiency matter? Evidence from green economic efficiency side. *Research in International Business and Finance*, *61*, 101650.

Yao, K., & Liu, C. (2006). An integrated approach for measuring supply chain performance. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, *2*(10), 17–22.

Yasumoto, K., Yamaguchi, H., & Shigeno, H. (2016). Survey of real-time processing technologies of IoT data streams. *Journal of Information Processing*, *24*(2), 195–202.

Ye, C., Chen, N., Weng, S., & Xu, Z. (2022). Regional sustainability of logistics efficiency in China along the Belt and Road Initiative considering carbon emissions. *Sustainability*, *14*(15), 9506.

Yin, R.K. (2009). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.

Zając, J., & Koliński, A. (2018). Analiza procesów magazynowania z wykorzystaniem notacji BPMN. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (8), 11–24.

Zavadskas, E.K., & Turskis, Z. (2011). Multiple criteria decision making (MCDM) methods in economics: An overview. *Technological and Economic Development of Economy*, *17*(2), 397–427.

Zhan, J., Li, S., & Chen, X. (2018). The impact of financing mechanism on supply chain sustainability and efficiency. *Journal of Cleaner Production*, *205*, 407–418.

Zieleniewski, J. (1969). *Organizacja i zarządzanie*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Żmigrodzki, M. (2007). Przepływ informacji i decyzji w przedsiębiorstwie. *e-Mentor*, *5*(2), 30–37.

ISBN 978-953-253-228-9
e-ISBN 978-953-253-229-6