

**UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA 4.0: OSNOVNE TEORIJSKE POSTAVKE****SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 4.0: BASIC THEORETICAL SETTINGS**Darko Lakić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – LOGISTIKA**

**Kratak sadržaj** – U ovom radu razmatrane su tehnologije koje su se pojavile u Industriji 4.0 i njihov uticaj na oblasti kao što su logistika, upravljanje lancem snabdevanja, skladištenje, povratna logistika i druge. Rad prvo opisuje razvoj logistike kroz prizmu industrijskog razvoja, od Industrije 1.0 do Industrije 4.0. Upravljanje lancem snabdevanja 4.0 predstavlja evoluciju tradicionalnog pristupa upravljanju lancem snabdevanja uz pomoć digitalnih tehnologija. Ova paradigma integriše razne tehnologije kako bi se postigla veća efikasnost, transparentnost i prilagodljivost u procesima snabdevanja. Predstavljeno je nekoliko tehnologija koje su našle svoju primenu u Industriji 4.0 i njihova primena u upravljanju lancem snabdevanja. Deo rada posvećen je održivosti lanca snabdevanja čiji je cilj postići ravnotežu između ekonomske efikasnosti, ekološke zaštite i društvene odgovornosti u svim fazama lanca snabdevanja. U poslednjem delu rada, prikazane su osnove koncepta Industrije 5.0, u kontekstu doprinosa logistici i upravljanju lancima snabdevanja.

**Gljučne reči:** logistika 4.0, digitalizacija, upravljanje lancem snabdevanja, autonomna logistika.

**Abstract** – In this paper, we consider the technologies that have emerged in Industry 4.0 and their impact on areas such as logistics, supply chain management, warehousing, reverse logistics and others. The paper first describes the development of logistics through the prism of industrial development, from Industry 1.0 to Industry 4.0. Supply chain management 4.0 represents the evolution of the traditional approach to supply chain management with the help of digital technologies. This paradigm integrates various technologies to achieve greater efficiency, transparency and adaptability in supply processes. Several technologies that found their application in Industry 4.0 and their application in supply chain management were presented. Part of the work is dedicated to the sustainability of the supply chain, which aims to achieve a balance between economic efficiency, environmental protection and social responsibility in all stages of the supply chain. In the last part of the paper, the basics of the Industry 5.0 concept are presented, in terms of its contribution to logistics and supply chain management.

**Keywords:** logistics 4.0, digitization, supply chain management, autonomous logistics.

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, vanr. prof.

**1. UVOD**

Upravljanje lancima snabdevanja je ključni deo savremenog poslovanja koji omogućuje učinkovito povezivanje različitih aktera, resursa i aktivnosti u procesu proizvodnje i isporuke proizvoda ili usluga do krajnjih potrošača. U doba digitalne transformacije, koncept upravljanja lancima snabdevanja 4.0 postaje sveprisutan i donosi revolucionarne promene u načinu obavljanja tih aktivnosti.

Ovaj rad se bazira na opisu i analizi koncepta Logistike 4.0, pre svega kroz opis razvoja logistike kroz prizmu industrijskog razvoja, počevši od Industrije 1.0 do Industrije 4.0. U okviru ovoga, prikazano je i analizirano šest osnovnih tehnologija, koje se vezuju za koncept Industrije 4.0 i njihov doprinos i uticaj na proizvodnju, transport, skladištenje, upravljanje zalihama i druge osnovne logističke aktivnosti u okviru upravljanja jednim lancem snabdevanja. Prema tome, rad se bavi osnovnim teorijskim konceptima upravljanja lancima snabdevanja 4.0, s naglaskom na tehnološke inovacije i ideje koje oblikuju moderni pristup ovom važnom segmentu poslovanja.

Upravljanje lancima snabdevanja 4.0 uključuje različite tehnologije poput veštačke inteligencije (engl. *Artificial Intelligence- AI*), interneta stvari (engl. *Internet Of Things- IoT*), *blockchain* tehnologije, robotike, velikih podataka (engl. *Big Data*) i drugih digitalnih alata kako bi se postigla veća učinkovitost, transparentnost i fleksibilnost u složenim procesima snabdevanja. S obzirom na brzi tempo tehnološkog razvoja i neprekidne promene u poslovnom okruženju, važno je istražiti kako se osnovni teorijski koncepti upravljanja lancima snabdevanja 4.0 prilagođavaju novim zahtevima tržišta i kako organizacije mogu iskoristiti prednosti digitalne transformacije kako bi ostvarile konkurentne prednosti.

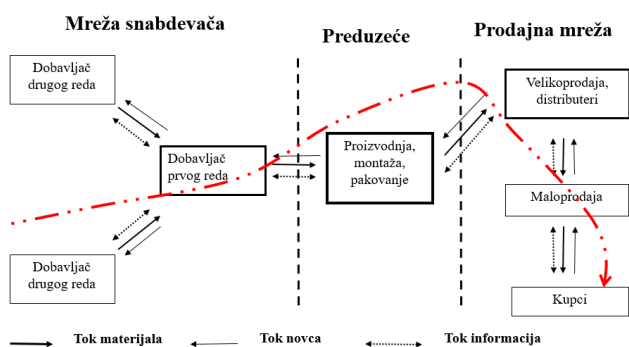
Kroz dublje razumevanje osnovnih teorijskih postavki upravljanja lancima snabdevanja 4.0, steći će se ključni uvidi i smernice za uspešnu primenu ovih koncepta u savremenom poslovanju. Ova tema će nam pomoći da sagledamo kako tehnološke inovacije oblikuju budućnost upravljanja lancima snabdevanja i kako se organizacije mogu adaptirati i ostati konkurentne u dinamičnom i sve digitalnijem poslovnom okruženju.

**2. LOGISTIKA I UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA****2.1. Uvodne napomene**

Logistika je u osnovi orijentacija ka planiranju, koordinaciju ili šemi koja nastoji da stvori efikasan plan za protok robe i informacija kroz sistem. Upravljanje lancem snabdevanja se zasniva na ovom okviru i

pokušava da poveže i koordinira procese između subjekata u procesu, tj. dobavljača i kupaca, i same organizacije. Reč „logistika“ ima dva korena, od kojih su oba francuskog porekla. „Logistique“ dolazi iz vojnog miljea, a odnosi se na organizaciju trupa za podršku vojnoj službi. „Loger“ se odnosi na prostornu vojnu organizaciju, odnosno kampovanje. Američka vojska je počela da koristi termin „logistika“ krajem devetnaestog veka, označavajući praksu vojne podrške, odnosno transporta i snabdevanja oružanih snaga [1].

Naziv „upravljanje lancem snabdevanja“ (engl. *Supply Chain Management*) je nastao kao posledica načina posmatranja celog procesa snabdevanja kupca proizvodom (ili uslugom) koji mu je potreban. Lanac snabdevanja obuhvata sve učesnike i procese od proizvođača sirovina do krajnjeg potrošača ali se iz perspektive operativnog upravljanja klasično razmatraju tri osnovne komponente: snabdevanje, skladištenje i distribucija. Lanac snabdevanja obuhvata: tok materijala, tok informacija, tok novca (finansija), kao što je to prikazano na slici 2.1.

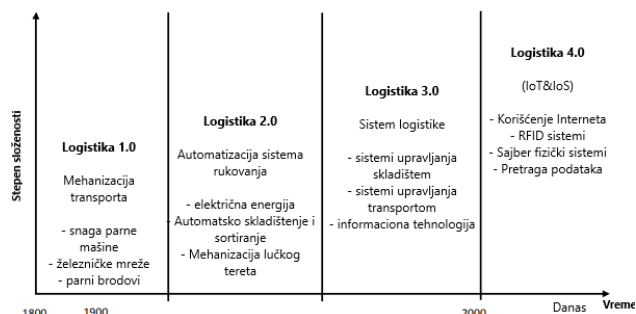


Slika 2.1. Tokovi u upravljanju lancima snabdevanja [2]

## 2.2. Razvoj logistike

Logistika je prošla kroz tri revolucionarna koraka pre nego što je dostigla svoju najnoviju razvojnu fazu, koja se najčešće naziva Logistika 4.0. Prvi korak (ili Logistika 1.0) pokrenut je „mehanizacijom transporta“ počevši od kasnog 19. i početka 20. veka. U ovom periodu, brodovi i vozovi opremljeni parnim mašinama bili su glavni vid transporta za kretanje robe i zamenili su ljudsku i životinjsku snagu. Kapacitet transporta je značajno porastao u 20. veku, označavajući početak doba masovnog transporta. Drugi korak (Logistika 2.0) bio je rezultat „automatizacije sistema rukovanja“ tokom 1960-ih. Ova druga inovacija u logistici pokrenuta je pronalaskom električne energije i širenjem tehnika masovne proizvodnje u proizvodnji i upotrebom automatizacijom rukovanja teretom. U ovom periodu automatizovani sistemi skladištenja i sortiranja i automatizovani sistemi za utovar i istovar zamenili su konvencionalno skladištenje, a najteži posao počele su da obavljaju mašine na električni pogon. U to vreme, kontejnerski brodovi su postali dominantni u lukama, i oni su transformisali lučki sistem rukovanja teretom. Treći korak (Logistika 3.0) pojavio se kao „sistem upravljanja logistikom“ 1980-ih. Računari i informacione tehnologije (engl. *IT-Information Technology*) predvodili su sistemizaciju logističkih aktivnosti i pokrenuli treću inovaciju u logistici. Mogućnosti upravljanja automatizacijom i logistikom su

značajno razvijene kao rezultat integracije IT sistema, kao što su sistemi za upravljanje skladištem (engl. *WMS - Warehouse Management System*) i sistem upravljanja transportom (engl. *TMS - Transport Management System*). Četvrti korak (Logistika 4.0) je sada u ranoj fazi. *Internet of Things* i *Internet of Services* (IoT & IoS) su glavni pokretači Logistike 4.0. Slika 2.2 prikazuje navedeni proces razvoja logistike tokom vremena [1].



Slika 2.2. Razvoj procesa logistike [1]

## 3. LOGISTIKA 4.0

### 3.1. Definicija Logistike 4.0

Povezivanje fizičkih predmeta kao što su senzori, uređaji i resursi preduzeća sa internetom su glavni atributi industrijske proizvodnje u industriji 4.0. Pored toga, sposobnost sistema da prikupi i analizira informacije o okruženju u bilo kom trenutku i da se prilagodi brzim promenama dodaje značajnu vrednost proizvodnom procesu [1].

Digitalne tehnologije koje nudi četvrta industrijska revolucija povećavaju, između ostalog, odzivnost u slučaju fluktuacija potražnje i poboljšavaju fleksibilnost u uslovima ograničenih kapaciteta uz smanjenje vremena isporuke zahvaljujući aditivnoj proizvodnji i istovremeno povećavajući kontrolu zaliha. Ovo dalje dokazuje inherentni uticaj industrije 4.0 na industrijsku logistiku. Uticaj tehnologija Industrije 4.0 na različite logističke operacije može se osetiti na nekoliko logističkih procesa, u rasponu od optimizovanog planiranja resursa i sistema upravljanja skladištem do inteligentnih transportnih sistema, gde bezbednost informacija i podataka postaje sve važnija [3].

Iako je rastuće interesovanje za industriju 4.0 neosporno, literatura o tome kako ova nova tehnološka revolucija utiče na aktivnosti lanca snabdevanja i intralogistiku i rukovanje materijalom je do sada bila ograničena. Ovo se delimično može pripisati višestrukoj, napornoj i još uvek skupoj prirodi Industrije 4.0, koja u svom epicentru ima pregršt složenih tehnologija koje predstavljaju veoma zahtevan izazov za kompanije koje žele da usvoje i napreduju u ovom novom poslovnom okruženju.

Definicija Logistike 4.0, na osnovu definicija datih u literaturi, bi bila sledeća: „Logistika 4.0 je upravljanje protokom materijala i informacija duž lanca snabdevanja od tačke proizvodnje (uključujući i sirovine) do kraja životnog ciklusa proizvoda i njegovog konačnog odlaganja, što uključuje stvaranje vrednosti u svakom ešalonu lanca snabdevanja, primenom inovacija i tehnologija Industrije 4.0 [4].

### 3.2. Prednosti i nedostaci Logistike 4.0

Logistika 4.0 pretvara tradicionalne lance snabdevanja u otvorene i fleksibilne mreže snabdevanja. Da bi postigli ove koristi, lanci snabdevanja bi trebalo da se pozabave nekim ključnim izazovima, kao što su upravljanje troškovima implementacije, kreiranje modela saradnje između zainteresovanih strana, postizanje nivoa apsorpcije znanja i stvaranje odgovarajuće strateške orijentacije. Iako su prednosti Logistike 4.0 poželjne za sve kompanije, troškovi u vezi sa njenom implementacijom su visoki. Stoga, kompanije treba prvo da identifikuju svoje ključne organizacione procese i procene svoje tehnološke potrebe kako bi odredile u koju tehnologiju i kada treba da investiraju [5].

Drugi izazov je saradnja svih zainteresovanih strana, uključujući pružaoce logističkih usluga, koji bi trebalo da implementiraju Logistiku 4.0 na osnovu stečenih znanja iz ove oblasti. Neke od tehnologija koje imaju koristi za rad su analitika velikih podataka, internet stvari, poslovna inteligencija, simulacije, povezivanje u realnom vremenu i softveri za upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Saradnja bi mogla dovesti do značajnog smanjenja troškova i smanjenja emisije gasova staklene bašte u brodarskim aktivnostima [5]. Uspesna implementacija Logistike 4.0 zavisi od sposobnosti kompanija da apsorbuju znanje, a ne samo od integracije najsavremenijih tehnologija. Dakle, kupovina tehnologija sama po sebi neće doneti koristi, ali bi trebalo da rezultira efikasnim procesima. Upotreba novih tehnologija mora biti kombinovana sa znanjem koje pruža visoko obučeno osoblje [5].

Tabela 1. Prednosti i nedostaci u Logistici 4.0

Prednosti	Nedostaci
Integracija stvarnog i virtuelnog sveta	Visoki troškovi implementacije
Komunikacija u realnom vremenu između raznih sistema	Zahtevanje opreme napredne informacione tehnologije
Poboljšanje svih procesa u lancu snabdevanja, povećanje vidljivosti i fleksibilnosti	Pravila za primenu procesno orijentisanih ( <i>Full-time/lean</i> ) metoda upravljanja
Mogućnost skraćivanja vremena isporuke radi zadovoljstva kupaca	Neophodnost primene tehnologija Industrije 4.0
Dostupnost naprednih tehnologija za analizu neograničenih količina podataka	Pitanja u vezi dostupnosti i obrade podataka
Smanjenje rizika od strukturnih ili organizacionih grešaka u transakcijama	Nizak nivo svesti među kompanijama o ovom novom pristupu
Mogućnost povećanja performansi mašina i operatera i smanjenja troškova	Pravila za integraciju podsistema preduzeća
Mogućnost donošenja autonomnih odluka od strane svih korisnika sistema	Pravila za integraciju svih zainteresovanih strana u lancu snabdevanja

## 4. DIGITALNA TRANSFORMACIJA U LOGISTICI I LANCIMA SNABDEVANJA

### 5.1 Izazovi digitalne transformacije

Danas je sektor logistike počeo da sprovodi logističke aktivnosti sa minimalnom ili nultom ljudskom intervencijom u tehnologiji. Međutim, kada se pogleda literatura, postoji vrlo malo studija o ovim novim logističkim konceptima [6]. Postoji mnogo diskusija o primeni i upotrebi veštačke inteligencije, mašinskog učenja, *Big Data* i *Blockchain*-a i oni su sveprisutni u današnjem društvu. Štaviše, oni takođe imaju veliki uticaj na kompanije, a posebno na njihove lance snabdevanja.

Kompanije shvataju da ne samo da treba da traže i optimizuju interne procedure kompanije, već i da uzmu u obzir svoju mrežu snabdevanja i saradničke strane. Ovo rezultira povećanom pažnjom prema temama vezanim za lanac snabdevanja [7].

Primeri prednosti povezanih sa digitalizacijom lanca snabdevanja su: povećana prodaja, veća poslovna efikasnost, uštede troškova, veća fleksibilnost, novi oblici korisničkog iskustva uključujući veće korisničko iskustvo i zadovoljstvo kupaca. Studija je otkrila da digitalna transformacija može smanjiti troškove od 7% do 34% i dovesti do dodatnih prihoda od 22% do 33%, u zavisnosti od industrije. Međutim, precizna kvantifikacija je teška jer proces uključuje mnoge aktere izvan granica kompanije [7]. Da bi se izvršilo struktuiranje velike tematske oblasti kakva je digitalizacije lanca snabdevanja, potrebno je izvršiti organizaciju u četiri oblasti: stratešku, organizacionu, procesno-metodsku i tehnološku. Prva oblast, strateška digitalizacija, razmatra pitanja poput formulacije strategije, novih oblika digitalnog upravljanja duž lanaca snabdevanja ili drugih funkcija upravljanja i kontrole. Druga oblast, organizaciona digitalizacija, pokriva više „mekih“ tema kao što su razvoj zaposlenih ili kulturološki način razmišljanja. Treće, oblast digitalizacije procesa i metoda razmatra prilagođavanje procesa koji se odnose na lanac snabdevanja uzimajući u obzir napore na saradnji i koordinaciji. Na kraju, ali ne i najmanje važno, tehnološka digitalizacija je najistaknutija oblast u literaturi

### 5.2 Tehnologije

Aktivnosti i ponašanja ljudi su se vremenom promenili sa društvenim, ekonomskim, ekološkim i tehnološkim razvojem. Promene u okruženju, ekonomiji i tehnologiji takođe su uticale na proizvodne i distributivne aktivnosti i naterale ih na inovacije. Kao rezultat inovativnih napora u proizvodnji i distribuciji, počele su da se koriste autonomne komunikacione tehnologije i alati. Sa digitalnim tehnologijama došlo je do radikalnih promena u procesima, aktivnostima i svim poslovnim modelima. Ove promene su bile efikasne u mnogim oblastima. Jedan od sektora koji doživljava digitalne promene je sektor logistike [6].

Većina tehnologija Industrije 4.0 mogla bi se implementirati u oblasti logistike, imajući u vidu bliske povezanosti između proizvodnje i logistike i široke mogućnosti koje nudi korišćenje digitalnih tehnologija, što omogućava obezbeđivanje kompletnosti i interoperabilnosti između

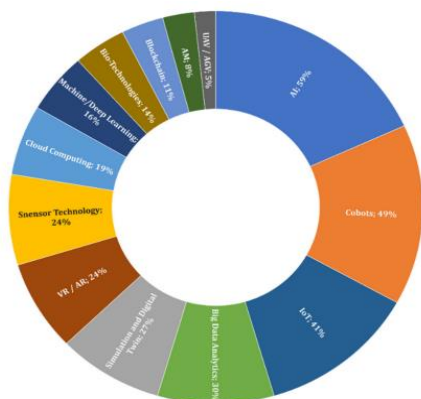
međuorganizacijskih funkcija. Štaviše, digitalizacija u logistici bi mogla predstavljati povećanje efektivnosti i konkurentnosti i za industrije i za zemlje. Kao što je navedeno u prethodnom delu rada, ključne tehnologije koje pokreću Logistiku 4.0 su IoT, sajber-fizički sistemi, *Big Data*, *Blockchain*, *Cloud* i autonomni roboti [4].

## 5. LOGISTIKA 5.0

Korišćenjem efektivnosti i efikasnosti proizvodnih procesa, Industrija 4.0 pretežno naglašava promenu paradigme koju vode nove tehnologije, ali je manje pažnje posvećeno ljudskim aspektima. Ovo se, međutim, može posmatrati kao pretnja održivom razvoju ljudi i društva, što zahteva više pažnje i napora kako od strane industrijskih praktičara tako i od akademske zajednice. Iako se ovaj problem može delimično rešiti uključivanjem industrije 4.0 u kontekst održivosti, cirkularne ekonomije, zelenog lanca snabdevanja i slično, i dalje je važno imati sistematski konceptualni razvoj kako bi se ispunili nedostajuće tačke Industrije 4.0.

Dakle, imajući u vidu značaj ljudske centričnosti, otpornosti i održivosti, predlaže se koncept Industrije 5.0 da dopuni postojeću Industriju 4.0 kako bi se bolje ispunili industrijski i tehnološki ciljevi bez ugrožavanja društveno-ekonomskih i ekološki učinaka. Između ostalog, personalizacija, saradnja ljudi i mašina, bioekonomija i održivost su najvažniji stubovi u Industriji 5.0. Kao ukorenjena u Industriji 4.0, Industrija 5.0 obuhvata slične tehnologije i stoga je od značaja jasna razlika između ove dve industrijske revolucije.

Zvanično uvođenje Industrije 5.0 podupire evoluciju ove nove paradigme u pogledu trinarnog koncepta kako bi se precizno utvrdile njene odgovarajuće osnovne vrednosti: usredsređenost na čoveka, elastičnost, održivost. Na slici 3 prikazano je učešće istraživanja tehnologija za petu industrijsku revoluciju [8].



Slika 3. Tehnologije podrške u pametnoj logistici Industrije 5.0

## 6. ZAKLJUČAK

Najbitniji i najosnovniji faktor u logističkim procesima je digitalizacija. Da bi posao opstao, mora biti integrisan sa digitalizacijom. Značajan doprinos digitalizacije u poslovanju gura preduzeća da više ulažu u ovu oblast. U svetu koji se globalizuje, najkritičniji faktor za opstanak

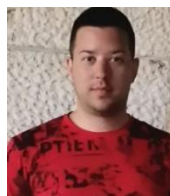
preduzeća i sticanje konkurentne prednosti jeste ulaganje u digitalizaciju i njeno sprovođenje. Aktivnosti digitalizacije pomažu da se obezbedi dugoročna konkurentna prednost u logističkim aktivnostima pružanjem prednosti kao što su poboljšanje logističkih performansi i smanjenje logističkih troškova.

Sektor logistike je počeo da sprovodi logističke aktivnosti sa minimalnom ili nultom ljudskom intervencijom u tehnologije. Ovi razvoji otkrili su nove koncepte logistike, koji se najčešće nazivaju pametna, inteligentna, smart ili jednostavno Logistika 4.0. Ovaj tekst je namenjen širokom spektru publike, uključujući poslovne profesionalce, menadžere lanaca snabdevanja, studente, istraživače i sve one koji žele da razumeju ključne aspekte ovog sve važnijeg koncepta.

## 7. LITERATURA

- [1] Turan Paksoy, Çiğdem Koçhan, Sadia Samar Ali, "Digital Transformation of Supply Chain Management," 2021.
- [2] [https://vts.edu.rs/wp-content/uploads/2017/04/LANCI\\_SNABDEVANJA.pdf](https://vts.edu.rs/wp-content/uploads/2017/04/LANCI_SNABDEVANJA.pdf)
- [3] L. Salomé, "Impacts of Industry 4.0 Nine Technologies in Manufacturing, Logistics, and Stores," July 2020.
- [4] Camila Patricia Malagón-Suárez, Javier Arturo Orjuela-Castro, "Challenges and Trends in Logistics 4.0," 2022. [5] Vidović, M., Miljuš, M., „Lokacijski problemi – značaj, vrste i način rešavanja“, Saobraćajnfakultet, Beograd, 2004.
- [5] M. Erdoğan, "Development of Logistics Management and Relationship with Industry," 2021.
- [6] Bülent Yıldız, Şemsettin Çiğdem, "Digital Transformation in Logistics: Lights-Out Logistics," 2022.
- [7] <https://www.scmdojo.com/challenges-for-the-digital-transformation-of-supply-chains/>
- [8] Niloofar Jafari, Mohammad Azarian, Hao Yu, "Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics?," 2022.

## Kratka biografija:



**Darko Lakić** rođen je u Kikindi 1997. god. Tehničku školu Kikinda, smer Tehničar drumskog saobraćaja, završava 2016. godine i iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, departman za saobraćaj i transport u Novom Sadu, na kome u septembru 2021. godine stiče zvanje – diplomirani inženjer saobraćaja.

kontakt: darkolakic@hotmail.com