

UTICAJ ZELENE LOGISTIKE NA SMANJENJE TRANSPORTNIH TROŠKOVA I ZAGAĐENJE ŽIVOTNE SREDINE U SAVREMENOM POSLOVANJU / THE IMPACT OF GREEN LOGISTICS ON THE REDUCTION OF TRANSPORT COSTS AND ENVIRONMENTAL POLLUTION IN MODERN BUSINESS

Dr. Nebojša Vasić¹

¹Akademija strukovnih studija kosovsko metohijska, Odsek Uroševac – Leposavić, 24. novembar bb, 38218 Leposavić, Republika Srbija
email: nebojsa.vasic@akademijakm.edu.rs

Prethodno priopćenje

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401406>

UDK / UDC 504.06:656.03:658.5

Sažetak

Logističke kompanije se poslednjih godina suočavaju sa sve većim pritiscima po pitanju zaštite životne sredine, dok istovremeno nastoje da optimizuju ekonomsku efikasnost. Zelena logistika, kao inovativni pristup u organizaciji transporta i distribucije, predstavlja odgovor na izazove u tradicionalnoj logistici. Cilj ovog rada jeste da analizira uticaj zelene logistike na smanjenje transportnih troškova i zagađenje životne sredine, uzimajući u obzir savremena tehnološka rešenja i iskustva logističkih kompanija iz EU, SAD-a i Azije.

Ključne reči: zelena logistika, optimizacija ruta, upotreba električnih vozila, intermodalni transport, digitalizacija procesa

JEL klasifikacija: R, R4.

Abstract

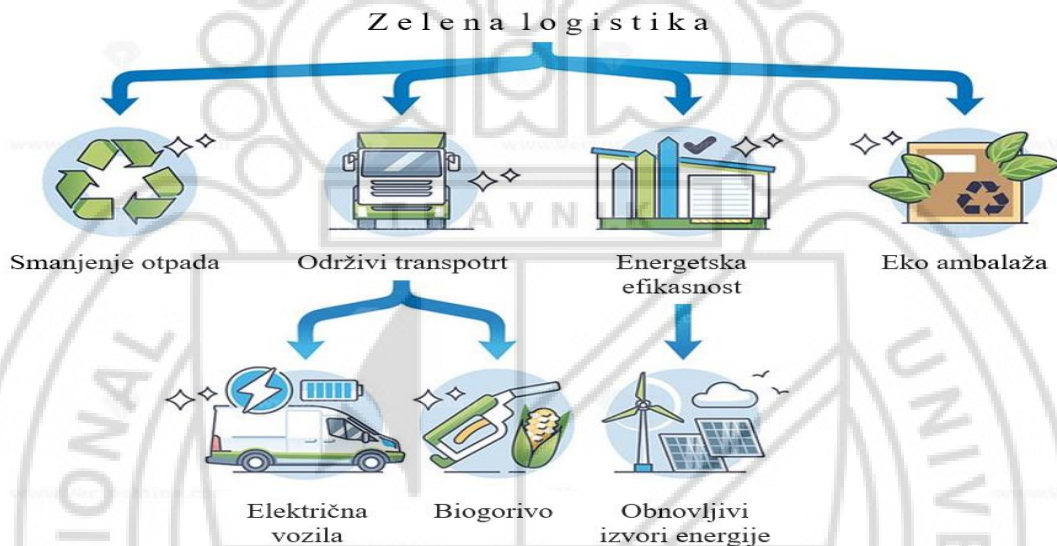
In recent years, logistics companies have been facing increasing pressures in terms of environmental protection while at the same time striving to optimize economic efficiency. Green logistics, as an innovative approach in the organization of transport and distribution, is a response to challenges in traditional logistics. The aim of this paper is to analyze the impact of green logistics on reducing transport costs and environmental pollution, taking into account modern technological solutions and experiences of logistics companies from the EU, USA, and Asia.

Keywords: green logistics, route optimization, use of electric vehicles, intermodal transport, digitization of processes

JEL classification: R, R4.

UVOD

U savremenom poslovnom okruženju, rastuća svest o zaštiti životne sredine i potreba za održivim razvojem stavljaju pred logističke kompanije nove izazove. Tradicionalni logistički sistemi, koji su u velikoj meri zasnovani na neracionalnoj potrošnji energetske resursa, suočavaju se sa sve većim pritiscima po pitanju prilagođavanja ekološkim standardima i normama. Zelena logistika predstavlja odgovor na ove izazove, kombinujući ekonomske, ekološke i socijalne aspekte održivosti u procesu planiranja, implementacije i kontrole logističkih operacija (slika 1).



Slika 1: Koncept zelene logistike

Transport je jedan od najznačajnijih segmenata logističkog lanca, a istovremeno je i jedan od glavnih izvora emisije štetnih gasova. Povećanje cena goriva, dodatni troškovi održavanja voznog parka, kao i sve veći zahtevi za očuvanjem životne sredine, vrše konstantan pritisak na menadžere logistike po pitanju optimizacije logističkih procesa.

Tradicionalni modeli planiranja/optimizacije transporta često zanemaruju mogućnosti energetske efikasnosti i smanjenja emisija. Međutim, primena novih tehnologija, poput električnih vozila, naprednih softverskih rešenja za optimizaciju ruta, kao i intermodalnih transportnih sistema, pruža značajne prednosti u pogledu smanjenja troškova i zaštite životne sredine.

Pored direktnih ušteda na gorivu i troškovima održavanja, prelazak na koncept zelene logistike donosi logističkoj kompaniji i niz indirektnih koristi, npr. poboljšanje njenog imidža, otvaranje novih tržišta i ispunjavanje regulatornih zahteva.

U ovom radu je analiziran uticaj zelene logistike na smanjenje transportnih troškova i emisije CO₂, pri čemu je akcenat stavljen na optimizaciju ruta i upotrebu električnih vozila. Pri konkretnoj analizi problema korišćeni su primeri iz EU-a, SAD-a i Azije, odnosno kvantitativni podaci o uštedama i smanjenju zagađenja. Cilj istraživanja jeste da se da objektivna i analitička slika stanja u logističkoj industriji i identifikuju potencijalne prednosti prelaska sa tradicionalnih na zelene logističke sisteme.

1. TEORIJSKI OKVIR

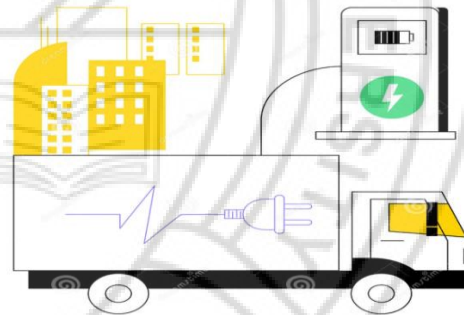
Tradicionalni logistički sistemi dugo su bili fokusirani na maksimizaciju efikasnosti sa aspekta brzine, troškova i pouzdanosti. Međutim, potrebe za održivim razvojem dovele su do razvoja koncepta zelene logistike koja uzima u obzir uticaj transporta na životnu sredinu. Prema Nagy & Szentesi (2024) zelena logistika predstavlja strateški pristup kojim se optimizuju transportni tokovi, smanjuju emisije štetnih gasova i primenjuju inovativne tehnologije, kao što su električna transportna sredstva i napredni sistemi za optimizaciju ruta.

Osnovni faktori kod primene koncepta zelene logistike su (slika 2):

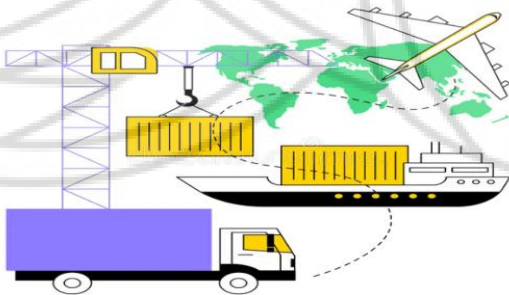
- **Optimizacija rute** - primenom softverskih rešenja koja koriste algoritme za pronalaženje najkraćih i najefikasnijih ruta smanjuje se potrošnja goriva i emisija CO₂ (Sbihi & Eglese, 2007);
- **Upotreba električnih vozila** - zamenom konvencionalnih vozila vozilima na električni pogon smanjuje se emisija štetnih gasova, naročito u urbanim sredinama (Demir & Laporte, 2014);
- **Intermodalni transport** - kombinovanjem različitih vidova transporta (drumskog, železničkog, vodnog i vazdušnog) smanjuje se ukupna potrošnja goriva (Bayramoğlu & Turan, 2025);
- **Digitalizacija procesa** - primenom tehnologija poput Interneta inteligentnih uređaja (engl. Internet of Things - IoT) i analitike velikih podataka (engl. Big Data) za praćenje i optimizaciju transporta obezbeđuje se donošenje odluka u realnom vremenu (Ben-Daya & Bahroun, 2017; Wang, Ngai & Papadopoulos, 2016).



Optimizacija rute



Upotreba električnih vozila



Intermodalni transport



Digitalizacija procesa

Slika 2: Ključni faktori u implementaciji zelene logistike

Teorijski modeli održivog transporta ukazuju da logističke kompanije upotrebom savremene tehnologije mogu da ostvare značajne operativne uštede. Na primer, optimizacijom ruta mogu da smanje potrošnju goriva između 12% i 20%, što direktno utiče na smanjenje njihovih operativnih troškova (Ehmke & Campbell, 2014).

Pored ekonomske efikasnosti, značajan aspekt zelene logistike je i njen doprinos smanjenju emisije CO₂. Optimizacijom ruta i prelaskom na električna vozila, logističke kompanije mogu da smanje emisiju CO₂ do 35%, a samim tim i negativan uticaj na životnu sredinu (Ali, Di Silvestre, Lombardi, Riva Sanseverino & Zizzo, 2024).

2. METODOLOGIJA

Istraživanje u ovom radu bazirano je na kombinaciji kvalitativnih i kvantitativnih metoda, tj. podeljeno je na nekoliko faza:

1. Pregled literature: Sprovedena je analiza stručne literature novijeg datuma. Pretraživanja su obuhvatila baze podataka kao što su Scopus, Web of Science i Google Scholar, pri čemu su korišćeni ključni pojmovi: „zelena logistika“, „smanjenje CO₂“, „optimizacija ruta“ i „električna vozila“.
2. Kvantitativna analiza: Prikupljeni su podaci studija i empirijskih istraživanja iz EU-a, SAD-a i Azije, gde su analizirani parametri kao što su uštede u potrošnji goriva, smanjenje emisije CO₂, kao i ukupni transportni troškovi pre i nakon primene koncepta zelene logistike. Kvantitativna analiza je uključivala statističke metode, izračunavanje procenata i uporednu analizu.
3. Kvalitativna analiza: Analizirane su studije slučaja iz prakse, kao i poslovni izveštaji kompanija koje su već primenile koncept zelene logistike. Ovaj pristup omogućio je dublje razumevanje prepreka i prednosti prilikom prelaska sa tradicionalnih na zelene logističke sisteme.
4. Uporedna analiza: Sprovedena je komparativna analiza između tradicionalnih i zelenih logističkih sistema, pri čemu su razmatrani faktori kao što su troškovi, emisija štetnih gasova, brzina isporuke i stopa inovacija. Ovaj pristup je omogućio identifikaciju direktnih koristi i izazova u primeni koncepta zelene logistike.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja ukazuju na višestruke benefite primene zelene logistike u savremenom poslovanju. Analiza studija slučaja iz EU-a, SAD-a i Azije pokazuje da se optimizacijom ruta, uvođenjem električnih vozila i primenom digitalnih rešenja značajno smanjuju operativni troškovi i emisija CO₂.

2.1. KVANTITATIVNI PODACI

Prelazak na koncept zelene logistike doprineo je ostvarivanju sledećih konkretnih rezultata:

- Smanjenje operativnih troškova: Optimizacijom postojećih ruta logističke kompanije su uspele da smanje transportne troškove, i to u EU-u do 22%, SAD-u do 20% i azijskim zemljama do 25% (Nagy & Szentesi, 2024; Paskannaya & Shaban, 2019; Khan, 2019).
- Smanjenje emisije CO₂: Uvođenjem električnih vozila zabeležen je pad emisije CO₂ do 30% u urbanim sredinama, što je posebno značajno za gradove sa visokim nivoom

zagađenja (Zhao, Xi, Na, Wang, Kadry & Kumar, 2021). Kombinacija optimizacija ruta i upotreba električnih vozila omogućila je smanjenje emisije CO₂ od 25% do 35% u posmatranim slučajevima (Akbari, Çatay & Sadati, 2024).

- Povećanje efikasnosti dostave: Uvođenje digitalizovanih rešenja i praćenja transporta u realnom vremenu rezultiralo je poboljšanjem tačnosti isporuka i smanjenjem odstupanja od planiranih ruta do 20% (Nagy & Szentesi, 2024). Ovo je omogućilo bolju raspodelu resursa i povećanje zadovoljstva krajnjih korisnika.
- Optimizacija potrošnje goriva: Statistički podaci pokazuju smanjenje potrošnje goriva do 20% nakon primene naprednih softverskih rešenja za optimizaciju ruta (Tadros, Ventura & Soares, 2023).

3.2. KVALITATIVNA ANALIZA I STUDIJE SLUČAJA

Studije slučaja iz različitih regiona ukazuju na različite aspekte primene koncepta zelene logistike:

- **EU:** Analiza logističkih kompanija u EU-u pokazuje da je primena savremenih tehnoloških rešenja za optimizaciju ruta i prelazak na električna vozila rezultiralo ne samo smanjenjem emisije CO₂, već i boljom koordinacijom između različitih vidova transporta. Na primer, kompanija DHL je investiranjem u električna vozila značajno smanjila emisiju štetnih gasova tokom obavljanja svojih transportnih aktivnosti (Nagy & Szentesi, 2024). Dalje, kompanija Maersk, kao globalni lider u pomorskom transportu, je upotrebom alternativnih goriva i inovativnih tehnologija ostvarila značajne uštede u transportnim troškovima (Valavanidis, 2024). Na kraju, kompanija DB Schenker je sveobuhvatno transformisala svoje logističke operacije usled digitalizacije procesa i unapređenja održivosti skladišnih operacija (Helmke, 2022).
- **SAD:** U SAD-u, logističke kompanije u velikim gradskim sredinama sve više koriste električna vozila u kombinaciji sa naprednim sistemima za praćenje i analitiku. Rezultati pokazuju da su kompanije koje su primenile ove inovacije zabeležile smanjenje potrošnje goriva za oko 18% i poboljšale ukupnu efikasnost isporuke. Takođe, nekoliko pilot projekata u SAD-u je pokazalo da prelazak na koncept zelene logistike doprinosi poboljšanju imidža logističkih kompanija, što je za njih bio dodatni motiv da investiraju u održivi transport (Paskannaya & Shaban, 2019).
- **Azija:** U zemljama Azije, gde je logistička industrija dinamična i suočena sa velikim izazovima urbanizacije, primena zelene logistike pokazuje impresivne rezultate. Na primer, u Singapuru i Hong Kongu, kombinacija optimizacija ruta i upotreba električnih vozila rezultirala je smanjenjem transportnih troškova do 33% u odnosu na tradicionalni logistički pristup, uz istovremeno smanjenje emisije CO₂ do 30% (Khan, 2019).

4. DISKUSIJA

Diskusija rezultata usmerena je na nekoliko ključnih aspekata:

- **Ekonomski benefiti:** Kvantitativni podaci pokazuju da optimizacija ruta i prelazak na električna vozila mogu značajno smanjiti transportne troškove. Za razliku od tradicionalnih, zeleni logistički sistemi ne zanemaruju dugoročne benefite poput smanjenja potrošnje goriva, nižih operativnih troškova i povećanja efikasnosti.

- Ekološki uticaj: Smanjenje emisije CO₂ je jedna od najznačajnijih prednosti primene koncepta zelene logistike. Održivi pristupi transportu, u kombinaciji sa upotrebom električnih vozila, pokazuju da je moguće postići smanjenje emisije štetnih gasova za više od 30% u nekim studijama, čime se direktno doprinosi borbi protiv klimatskih promena.
- Tehnološke inovacije i digitalizacija: Uvođenje naprednih softverskih rešenja za optimizaciju ruta, praćenje vozila i upravljanje lancem snabdevanja omogućava ne samo bolje iskorišćenje resursa, već i preciznije procene troškova i uticaja na životnu sredinu. Ovi pristupi, u kombinaciji sa tehnologijom IoT, postavljaju temelje za budući razvoj održivih transportnih rešenja.
- Uporedna analiza tradicionalnih i zelenih logističkih sistema: Tradicionalni logistički sistemi, iako pouzdani, često zanemaruju dugoročne ekološke i ekonomske benefite. S druge strane, zelena logistika predstavlja integrisani pristup koji ne samo da poboljšava operativne performanse, već omogućava logističkim kompanijama da ostvare održivi razvoj kroz smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu.

5. PREPORUKE ZA PRIMENU KONCEPTA ZELENE LOGISTIKE

Na osnovu sprovedene analize date su konkretne preporuke za implementaciju zelene logistike u praksi:

1. Investicija u tehnologiju: Logističke kompanije treba da usmere novčana sredstva u digitalna rešenja za optimizaciju ruta, praćenje vozila i analizu podataka. Korišćenje ovakvih tehnologija omogućava ne samo smanjenje transportnih troškova, već i praćenje ekološkog uticaja.
2. Postepen prelazak na električna vozila: Investicija u električna vozila treba da bude deo strateškog plana, pri čemu se preporučuje postepena zamena zastarelih konvencionalnih vozila. Korišćenjem evaluacionih modela, logističke kompanije mogu da identifikuju optimalan vremenski period za taj prelazak.
3. Razvoj intermodalnih transportnih sistema: Integracija različitih vidova transporta – drumskog, železničkog, vodnog i vazdušnog – omogućava efikasnije korišćenje resursa, pa samim tim smanjuje ukupne troškove i emisiju štetnih gasova. Saradnja između javnog sektora i privatnih kompanija je ključna za uspešnu primenu ovakvih sistema.
4. Obuka i razvoj kadrova: Ulaganje u edukaciju zaposlenih, menadžera i vozača o značaju održivih praksi, razvija atmosferu u logističkim kompanijama koja prati zelene inicijative. U planove obuke potrebno je uvrstiti primenu savremenih tehnoloških rešenja kako bi se osigurala puna sinergija novih tehnologija sa operativnim procesima.
5. Praćenje i evaluacija rezultata: Uspostavljanje sistema za kontinuirano praćenje rezultata implementacije koncepta zelene logistike omogućava pravovremeno prilagođavanje strategija. Korišćenjem ključnih pokazatelja učinka (engl. Key Performance Indicators - KPI) vezanih za potrošnju goriva, smanjenje emisije štetnih gasova i operativne troškove, logističke kompanije mogu pravovremeno da identifikuju eventualne probleme i prevaziđu ih.

Preporuke date u ovom radu imaju za cilj da posluže kao smernice prilikom prelaska sa tradicionalnih na zelene logističke sisteme, istovremeno obezbeđujući uštede i dajući doprinos očuvanju životne sredine. Implementacija ovih mera, uz dobru koordinaciju između različitih sektora i kontinuiranu evaluaciju, može značajno unaprediti operativnu efikasnost i doprineti ekonomskom prosperitetu.

ZAKLJUČAK

Prelazak na koncept zelene logistike je jedan od ključnih izazova u savremenom poslovanju. Smanjenje transportnih troškova, u kombinaciji sa značajnim smanjenjem emisije CO₂, ukazuje na ekonomske i ekološke benefite koje takav koncept donosi. Istraživanje iz rada je pokazalo da uporedna analiza između tradicionalnih i zelenih logističkih sistema ne ostavlja sumnju u to da investicije u softverska rešenja za optimizaciju ruta i električna vozila imaju dugoročne prednosti. Primeri logističkih kompanija iz EU-a, SAD-a i Azije potvrđuju da, uprkos početnim izazovima i inicijalnim investicijama, prelazak na zelenu logistiku omogućava značajne uštede, povećava konkurentnost i doprinosi očuvanju životne sredine. Preporuke date u radu odražavaju potrebu za sveobuhvatnim pristupom, gde se tehnologija i inovacije kombinuju sa održivim poslovnim modelima. Primena koncepta zelene logistike za logističku kompaniju ne predstavlja samo kratkoročnu strategiju uštede, već dugoročnu investiciju u održivost i konkurentnost, ali i u zaštitu životne sredine. Logističke kompanije koje žele da se prilagode budućim trendovima i zahtevima tržišta moraju ozbiljno da razmišljaju o prelasku sa tradicionalnih na zelene logističke sisteme, kako bi postavile osnovu za održivi razvoj u narednim decenijama.

LITERATURA

- [1] Akbari, V., Çatay, B. and Sadati, İ., 2024. Route optimization of battery electric vehicles using dynamic charging on electrified roads. *Sustainable Cities and Society*, 109, p.105532.
- [2] Ali, Q., Di Silvestre, M.L., Lombardi, P.A., Riva Sanseverino, E. and Zizzo, G., 2024. Electrifying the road to net-zero: Implications of electric vehicles and carbon emission coefficient factors in European power systems. *Sustainability*, 16(12), p.5084.
- [3] Bayramoğlu, K., Çelikoğlu, Ş. and Turan, İ., 2025. An Examination of the Emissions, Cost, and Time of Intermodal Transportation. *Sustainability*, 17(6), p.2368.
- [4] Ben-Daya, M., Hassini, E. and Bahroun, Z., 2019. Internet of things and supply chain management: a literature review. *International journal of production research*, 57(15-16), pp.4719-4742.
- [5] Demir, E., Bektaş, T. and Laporte, G., 2014. A review of recent research on green road freight transportation. *European journal of operational research*, 237(3), pp.775-793.
- [6] Helmke, B., 2022. Digitalization in logistics. In *Project management in logistics and supply chain management: Practical guide with examples from industry, trade and services* (pp. 179-201). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- [7] Khan, S.A.R., 2019. The Effect of Green logistics on Economic growth, Social and Environmental sustainability: An Empirical study of Developing countries in Asia. *Preprints*.
- [8] Nagy, G. and Szentesi, S., 2024. Green logistics: Transforming supply chains for a sustainable future. *Advanced Logistic Systems-Theory and Practice*, 18(3), pp.29-42.
- [9] Paskannaya, T. and Shaban, G., 2019. Innovations in green logistics in smart cities: USA and EU experience.
- [10] Sbihi, A. and Eglese, R.W., 2007. Combinatorial optimization and green logistics. *4OR*, 5, pp.99-116.
- [11] Tadros, M., Ventura, M. and Soares, C.G., 2023. Review of current regulations, available technologies, and future trends in the green shipping industry. *Ocean Engineering*, 280, p.114670.

- [12] Valavanidis, A., 2024. Transport Systems and Renewable Energy Sources. Critical role in achieving climate change mitigation. 1. 1-31.
- [13] Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E.W. and Papadopoulos, T., 2016. Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International journal of production economics*, 176, pp.98-110.
- [14] Zhao, J., Xi, X.I., Na, Q.I., Wang, S., Kadry, S.N. and Kumar, P.M., 2021. The technological innovation of hybrid and plug-in electric vehicles for environment carbon pollution control. *Environmental Impact Assessment Review*, 86, p.106506.

