

# Primjena zelene logistike u procesima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima

---

Hrastić, Dean

Professional thesis / Završni specijalistički

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:462184>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Ekonomski fakultet  
Sveučilišni specijalistički studij  
Poslovno upravljanje – MBA**

**PRIMJENA ZELENE LOGISTIKE U PROCESIMA SKLADIŠTENJA I  
TRANSPORTA U PROIZVODNIM PODUZEĆIMA**

Sveučilišni specijalistički rad

**Dean Hrastić**

**Zagreb, listopad 2024.**

**Sveučilište u Zagrebu  
Ekonomski fakultet  
Sveučilišni specijalistički studij  
Poslovno upravljanje – MBA**

**PRIMJENA ZELENE LOGISTIKE U PROCESIMA SKLADIŠTENJA I  
TRANSPORTA U PROIZVODNIM PODUZEĆIMA**

**APPLICATION OF GREEN LOGISTICS IN STORAGE AND  
TRANSPORTATION PROCESSES IN PRODUCTION COMPANIES**

Sveučilišni specijalistički rad

**Student: Dean Hrastić**

**Matični broj studenta: PDS-322019**

**Mentor: Izv. prof. dr. sc. Kristina Petljak**

**Zagreb, listopad 2024.**

## **PODACI I INFORMACIJE O STUDENTU SVEUČILIŠNOG SPECIJALISTIČKOG STUDIJA**

Ime i prezime: Dean Hrastić

Datum i mjesto rođenja: 25. rujna 1984., Varaždin

Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, cestovni smjer, 2009.

## **PODACI O SVEUČILIŠNOM SPECIJALISTIČKOM RADU**

Vrsta studija: Sveučilišni specijalistički studij

Naziv studija: Poslovno upravljanje – MBA

Naslov rada: Primjena zelene logistike u procesima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima

Naslov rada (engleski jezik): Application of Green Logistics in Warehousing and Transportation Processes in Manufacturing Companies

UDK (popunjava Knjižnica): \_\_\_\_\_

Fakultet na kojem je rad obranjen: Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

## **POVJERENSTVO, OCJENA I OBRANA RADA**

Datum prihvaćanja teme: 24. studenoga 2020.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Kristina Petljak

Povjerenstvo za ocjenu rada:

1. prof. dr. sc. Darko Tipurić
2. izv. prof. dr. sc. Kristina Petljak
3. izv. prof. dr. sc. Dora Naletina

Povjerenstvo za obranu rada:

1. prof. dr. sc. Darko Tipurić
2. izv. prof. dr. sc. Kristina Petljak
3. izv. prof. dr. sc. Dora Naletina

Datum obrane rada: 13. studenoga 2024.

## **SAŽETAK**

*Ovaj rad istražuje primjenu zelene logistike u procesima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima u Republici Hrvatskoj. Cilj je analizirati kako usvajanje ekoloških praksi može unaprijediti učinkovitost i održivost logističkih operacija skladištenja i transporta unutar proizvodnih organizacija. U radu se definiraju osnovna načela zelene logistike i njihova važnost u smanjenju ekološkog otiska logističkih aktivnosti. Potom se navode dobre prakse pri procesu skladištenja, odnosno metode za smanjenje potrošnje energije, optimizaciju prostora i smanjenje otpada u skladištima. Posebna je pozornost posvećena implementaciji energetski učinkovitih sustava i zelenih tehnologija. U radu se analiziraju i dobre prakse u transportu, odnosno strategije za smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, poboljšanje transportnih ruta i učestalosti prijevoza te primjena alternativnih goriva i vozila. Razmatraju se i inovacije u transportnim sustavima koje pridonose smanjenju zagađenja okoliša. U sklopu provedenog primarnog istraživanja analizirana je primjena zelene logistike u procesima skladištenja i transporta na uzorku proizvodnih poduzeća u Republici Hrvatskoj. Rezultati istraživanja upućuju na to da su poduzeća upoznata s konceptom zelene logistike, koju često izjednačuju s održivošću, posebno sa „zelenim“ transportom. Nadalje, rezultati istraživanja pokazuju napredak u integraciji obnovljivih izvora energije i ekološki prihvatljivih praksi u poslovanje poduzeća, ali istodobno naglašavaju izazove povezane s troškovima, dostupnošću tehnologije te potrebom za daljnjom automatizacijom. Na kraju, rad zaključuje s preporukama za proizvodna poduzeća koja žele unaprijediti svoje logističke procese s pomoću zelene logistike te se ističu moguće prepreke i prilike za daljnji razvoj održivih logističkih rješenja, posebice u procesima skladištenja i transporta.*

**Ključne riječi:** zelena logistika, skladištenje, transport, održiva logistika, ekološke prakse, proizvodna poduzeća, primarno istraživanje, Hrvatska

## **SUMMARY**

*This thesis explores the application of green logistics in storage and transportation processes within manufacturing companies in the Republic of Croatia. The aim is to analyse how the adoption of ecological practices can enhance the efficiency and sustainability of logistics operations related to storage and transportation within manufacturing organizations. The thesis defines the basic principles of green logistics and their importance in reducing the environmental footprint of logistics activities. It then highlights best practices in storage processes, such as methods for reducing energy consumption, optimizing space, and minimizing waste in warehouses. Special attention is given to the implementation of energy-efficient systems and green technologies. The thesis also analyses best practices in transportation, including strategies for reducing CO2 emissions, improving transport routes and frequency, and the use of alternative fuels and vehicles. Innovations in transport systems that contribute to reducing environmental pollution are also considered. As part of the conducted primary research, the application of green logistics in storage and transportation processes was analysed on a sample of manufacturing companies in the Republic of Croatia. The research results indicate that companies are familiar with the concept of green logistics, which is often equated with sustainability, particularly with "green" transportation. The findings also show progress in the integration of renewable energy sources and environmentally friendly practices into business operations, while simultaneously highlighting challenges related to costs, technology availability, and the need for further automation. Finally, the thesis concludes with recommendations for manufacturing companies that wish to improve their logistics processes through green logistics and highlights potential barriers and opportunities for further development of sustainable logistics solutions, particularly in storage and transportation processes.*

**Keywords:** *green logistics, storage, transportation, sustainable logistics, ecological practices, manufacturing companies, primary research, Croatia.*



Sveučilište u Zagrebu  
Ekonomski fakultet



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je sveučilišni specijalistički rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Zagrebu, 30. rujna 2024.

---

(mjesto i datum)

(vlastoručni potpis studenta)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
Ekonomski fakultet  
ZAGREB – HRVATSKA

**UNIVERSITY OF ZAGREB**  
Faculty of Economics & Business  
ZAGREB – CROATIA



## **STATEMENT ON THE ACADEMIC INTEGRITY**

I hereby declare and confirm by my signature that the final thesis is the sole result of my own work based on my research and relies on the published literature, as shown in the listed notes and bibliography.

I declare that no part of the work has been written in an unauthorized manner, i.e., it is not transcribed from the non-cited work, and that no part of the work infringes any of the copyrights.

I also declare that no part of the work has been used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

In Zagreb, 30 September 2024

---

(Place and date)

---

(Personal signature of the student)



# SADRŽAJ

## PREDGOVOR

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. PREDMET I CILJ RADA .....	1
1.2. IZVORI PODATAKA I METODE PRIKUPLJANJA.....	3
1.3. SADRŽAJ I STRUKTURA RADA .....	4
<b>2. POJMOVNO ODREĐENJE ZELENE LOGISTIKE .....</b>	<b>5</b>
2.1. DEFINIRANJE ZELENE LOGISTIKE .....	5
2.2. POVIJESNI RAZVOJ ZELENE LOGISTIKE.....	11
2.3. PREDNOSTI I NEDOSTACI ZELENE LOGISTIKE .....	16
2.4. OZELENJAVANJE LOGISTIČKIH PROCESA .....	21
2.5. VAŽNOST ZELENE LOGISTIKE ZA GOSPODARSTVO .....	26
<b>3. OPIS LOGISTIČKE AKTIVNOSTI SKLADIŠTENJA I TRANSPORTA.....</b>	<b>28</b>
3.1. LOGISTIČKA AKTIVNOST SKLADIŠTENJA .....	28
3.2. PRIMJENA NAČELA ZELENE LOGISTIKE U SKLADIŠTENJU .....	37
3.3. LOGISTIČKA AKTIVNOST TRANSPORTA .....	45
3.4. PRIMJENA NAČELA ZELENE LOGISTIKE U TRANSPORTU .....	56
<b>4. ISTRAŽIVANJE PRIMJENE ZELENE LOGISTIKE U AKTIVNOSTIMA SKLADIŠTENJA I TRANSPORTA U PROIZVODNIM PODUZEĆIMA.....</b>	<b>67</b>
4.1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....	67
4.2. UZORAK ISTRAŽIVANJA.....	67
4.3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	68
4.4. OGRANIČENJA I PREPORUKE ZA BUDUĆA ISTRAŽIVANJA .....	95
<b>5. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>97</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>99</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>104</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>106</b>
<b>POPIS GRAFIKONA.....</b>	<b>107</b>
<b>ŽIVOTOPIS STUDENTA .....</b>	<b>108</b>
<b>PRILOZI .....</b>	<b>110</b>
PRILOG I.....	110
PRILOG II. ....	111

## **Predgovor**

Zelena logistika sve je važniji segment u logističkim procesima suvremenih proizvodnih poduzeća, posebno u kontekstu sve izraženije svijesti o održivom razvoju i ekološkim izazovima s kojima se suočava globalna ekonomija. Suočeni smo s nužnošću promjene tradicionalnih poslovnih modela kako bismo smanjili negativan utjecaj na okoliš i unaprijedili održivost poslovanja. Vjerujem da zelena logistika nudi inovativna rješenja koja ne samo da pridonose zaštiti okoliša već i stvaraju konkurentske prednosti za poduzeća.

Motiviran osobnim interesom za temu održivosti, ovaj rad nastoji obraditi i istražiti načela primjene zelene logistike u proizvodnim poduzećima, s posebnim fokusom na procese skladištenja i transporta. Cilj je rada analizirati potencijale i izazove zelene logistike te pružiti uvid u konkretne primjene koje mogu unaprijediti poslovne procese, smanjiti troškove i povećati konkurentnost poduzeća, istodobno pridonoseći zaštiti okoliša.

Zahvaljujem svojoj mentorici, izv. prof. dr. sc. Kristini Petljak na maksimalnoj potpori, uključenosti i savjetima tijekom cijelog procesa izrade rada. Zahvaljujem i svojim kolegama na motivaciji i pomoći oko provođenja anketnog istraživanja, kao i svima koji su pridonijeli svojim sudjelovanjem u istraživanju.

Zahvaljujem svojoj obitelji, koja je uvijek bila moj oslonac, a posebnu zahvalu upućujem svojoj zaručnici Diani, na njezinoj neizmjenoj podršci i razumijevanju tijekom pisanja ovog rada.

S iskrenim zahvalama,

Dean

# 1. UVOD

## 1.1. PREDMET I CILJ RADA

Sredinom dvadesetog stoljeća logistika je prepoznata kao važna aktivnost u poslovanju poduzeća te od tada interes za logističkim aktivnostima bilježi stalan rast. Važnost logistike proizlazi iz činjenice da logističke aktivnosti čine „most“ između proizvođača i potrošača. Pravilnom organizacijom logističkih aktivnosti omogućuje se znatno smanjenje ukupnih troškova poslovanja i viša razina zadovoljstva kupaca, čime se bitno utječe na konkurentnost poduzeća. Logistika je jedan od ključnih čimbenika konkurentnosti na tržištima razvijenih zemalja. Osnovni cilj logistike često se izražava poznatim konceptom „7P“: prava roba, na pravome mjestu, u pravo vrijeme, u pravoj količini, u pravom stanju, u pravom pakiranju i po pravim troškovima (*Zelenika i Pavlič Skender, 2007*).

Zelena logistika postaje sve važnija u globalnom kontekstu zbog rastuće svijesti o utjecaju transportnih i logističkih aktivnosti na okoliš.

*McKinnon et al. (2019)* objašnjavaju važnost i koristi zelene logistike za okoliš i ekonomiju sljedećim pokazateljima:

- ⇒ oko 14 % globalnih emisija stakleničkih plinova dolazi iz transportnog sektora, što uključuje i logističke aktivnosti
- ⇒ optimizacija ruta, korištenje ekološki prihvatljivijih vozila i prelazak na intermodalni transport mogu smanjiti emisije CO<sub>2</sub> za do 30 % u određenim segmentima logistike.

Tvrtke koje ulažu u zelenu logistiku često ostvaruju ne samo ekološke već i ekonomske koristi uštedom goriva i povećanjem operativne učinkovitosti.

*The World Economic Forum (2020)* u izvješću „*The Future of the Last-Mile Ecosystem*“ navodi da se predviđa da će do 2030. emisije CO<sub>2</sub> iz urbanih logističkih aktivnosti porasti za 30 % ako se ne uvedu održivije prakse. Uvođenje električnih vozila i optimizacija dostavnih ruta moglo bi smanjiti emisije CO<sub>2</sub> za 24 % u odnosu na trenutačne razine. Nadalje, digitalizacija i uporaba naprednih

tehnologija poput umjetne inteligencije za optimizaciju logistike može donijeti znatne uštede i smanjiti ekološki otisak.

U svojem izvješću *European Environmental Agency (2021)* navodi kako je transportni sektor bio odgovoran za 25 % ukupnih emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji (EU) u 2019., od čega je većina potjecala od cestovnog prometa. Ciljevi EU do 2030. uključuju smanjenje emisija stakleničkih plinova u transportnom sektoru za najmanje 90 % u usporedbi s razinama iz 1990. Upravo stoga raste važnost promicanja zelene logistike poboljšanjem infrastrukture za električna vozila, ulaganjem u željeznički promet te poticanjem prelaska na obnovljive izvore energije u transportu, što čini ključne korake k postizanju navedenih ciljeva EU-a.

Izvješće „*State of the Supply Chain Sustainability 2024*“ navodi da sve više tvrtki integrira održive prakse u svoje lance opskrbe. Godine 2022. 41 % anketiranih tvrtki navelo je smanjenje emisija stakleničkih plinova kao prioritetnu aktivnost. Ulaganja u tehnologije za optimizaciju transporta i smanjenje ekološkog otiska donijelo je prosječne uštede troškova od 5 do 15 % u logističkim operacijama. Povećanje regulacija i standarda u vezi sa zelenom logistikom u različitim dijelovima svijeta potiče tvrtke da prilagode svoje operacije kako bi izbjegle sankcije i osigurale dugoročni održivi rast.

Navedena izvješća pokazuju da zelena logistika znatno utječe na smanjenje emisija stakleničkih plinova i optimizaciju troškova te postaje ključan čimbenik u poslovanju, osobito u kontekstu sve strožih ekoloških regulacija i rastućih očekivanja potrošača prema održivim praksama.

Stoga je zbog znatnog utjecaja logističkih aktivnosti na okoliš potrebno posebno izučavati primjenu zelene logistike radi minimiziranja negativnih učinaka na okoliš. Zelena logistika može se definirati kao logistika koja uključuje sve aktivnosti toka proizvoda, informacija i usluga između mjesta njihova podrijetla (proizvodnje) i mjesta potrošnje proizvoda. Cilj je zelene logistike stvaranje održive vrijednosti koja se dobiva istodobnim ostvarivanjem ekonomske i ekološke

učinkovitosti. Od svih logističkih aktivnosti skladištenje i transport aktivnosti su s najvećim utjecajem na okoliš.

Stoga je predmet ovog istraživanja opisati i analizirati logističke aktivnosti skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima te primjenu načela zelene logistike. Ponajprije će se u radu opisati logistički procesi prisutni u proizvodnim poduzećima, potom aktivnosti skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima te važnost primjene zelene logistike u navedenim procesima.

*Ciljevi ovog istraživanja su:*

Ad 1) analizirati dostupnu znanstvenu i stručnu literaturu, znanstvene knjige i časopise, kao i niz propisa koji su relevantni za navedenu temu

Ad 2) analizirati logističke procese u proizvodnim poduzećima s naglaskom na aktivnosti skladištenja i transporta

Ad 3) analizirati važnost primjene zelene logistike i njezinu primjenjivost u navedenim procesima

Ad 4) istražiti i analizirati zelene logističke procese u uzorku odabranih proizvodnih poduzeća.

## **1.2. IZVORI PODATAKA I METODE PRIKUPLJANJA**

Za potrebe rada provedeno je sekundarno i primarno istraživanje. Korišteni su sekundarni podaci koji su dostupni u znanstvenim knjigama, člancima, mrežnim stranicama i različitim izvještajima o zelenoj logistici. Sekundarno istraživanje obuhvatilo je analizu dostupne znanstvene i stručne literature, znanstvenih knjiga i časopisa, kao i niz propisa i izvještaja koji su relevantni za navedenu temu.

Primarno istraživanje provedeno je na uzorku proizvodnih poduzeća u Republici Hrvatskoj. Cilj je istraživanja bio utvrditi primjenu zelene logistike u aktivnostima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima. Instrument istraživanja bio je *online* anketni upitnik koji je bio odaslan na unaprijed prikupljene adrese elektroničke pošte osoba koje su zadužene u proizvodnim poduzećima za provođenje aktivnosti transporta ili skladištenja; primjerice, direktore logistike, direktore transporta, direktore skladištenja, direktore opskrbnih lanaca. Anketnim se upitnikom

istraživala trenutačna situacija u poduzećima koja se odnosi na primjenu načela zelene logistike u aktivnostima skladištenja i transporta, kao i način mjerenja KPI (engl. *key performance indicators*) provođenja zelene logistike. Istraživanje se provodilo od lipnja do srpnja 2024. s pomoću *online* anketnog upitnika (Prilog I. i Prilog II.), a u istraživanju je sudjelovalo 30 ispitanika.

### **1.3. SADRŽAJ I STRUKTURA RADA**

Rad se sastoji od pet poglavlja.

Prvo poglavlje je uvodno poglavlje. U sklopu uvodnog poglavlja opisuju se, odnosno obrađuju predmet i cilj rada, izvori podataka i metode prikupljanja, sadržaj i struktura rada.

U sklopu drugog poglavlja koje se naziva pojmovno određivanje zelene logistike definira se zelena logistika, daje se osvrt na povijesni razvoj zelene logistike. Potom se navode i opisuju prednosti i nedostaci zelene logistike te način na koji se ozelenjavaju logistički procesi i zašto je općenito zelena logistika važna za gospodarstvo.

Treće poglavlje opisuje logističke aktivnosti skladištenja i transporta. U poglavlju se obrađuje logistička aktivnost skladištenja te primjena načela zelene logistike u skladištenju, kao i logistička aktivnost transporta te primjena načela zelene logistike u transportu.

Četvrto poglavlje je istraživanje primjene zelene logistike u aktivnostima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima. U poglavlju je opisana metodologija i uzorak istraživanja. Obrađeni su rezultati istraživanja te navedena ograničenja i preporuke za buduća istraživanja.

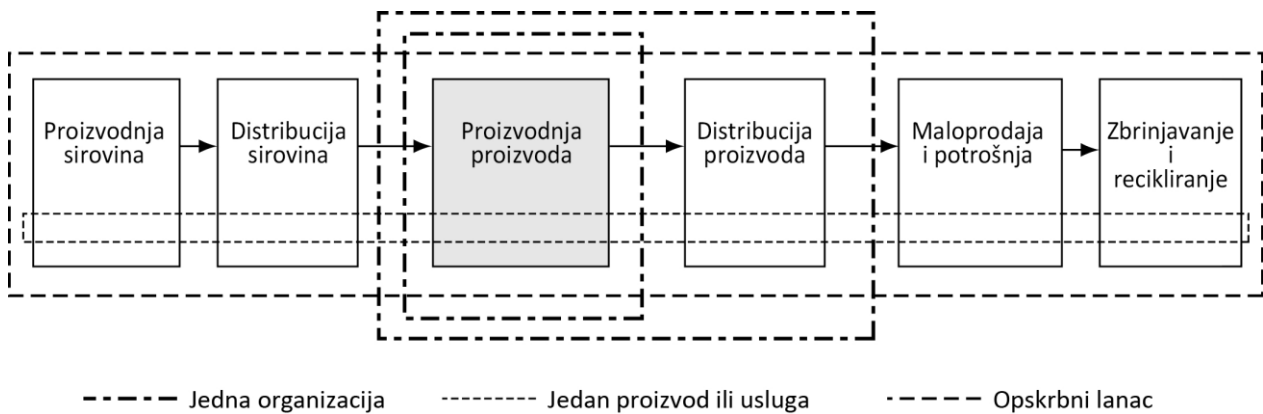
Peto poglavlje je zaključak, nakon kojeg slijedi literatura, popis slika, grafikona i tablica, životopis autora i prilozi.

## 2. POJMOVNO ODREĐENJE ZELENE LOGISTIKE

### 2.1. DEFINIRANJE ZELENE LOGISTIKE

Logistika se definira kao upravljanje tokovima robe i sirovina procesima izrade završenih proizvoda, od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupaca (Šamanović, 2009). U širem smislu logistika obuhvaća povrat i raspolaganje otpadnim tvarima. U početku je logistika primarno bila usmjerena na funkcionalnu učinkovitost, odnosno na pravovremeno i ekonomično premještanje robe od proizvođača do potrošača, dakle usmjerenost je bila na optimizaciji troškova i brzini isporuke. Sredinom 20. stoljeća razvoj tehnologije i informatike omogućio je bolje upravljanje podacima i resursima, čime je logistika postala složenija i integriranija s drugim poslovnim funkcijama. Počeo se razvijati koncept opskrbnog lanca (engl. *supply chain*), prema kojem su logistika i proizvodnja usko povezane kako bi se maksimizirala učinkovitost (Slika 1.).

Slika 1. Opskrbni lanac



Izvor: McKinnon et al. (2015)

Od 1970-ih, s pojavom ekoloških pokreta i prvih ozbiljnijih spoznaja o klimatskim promjenama, ekološka svijest počinje rasti. Tvrtke počinju prepoznavati da njihove aktivnosti znatno utječu na okoliš, što dovodi do promjene u načinu na koji se logistika promatra. Tijekom 1980-ih i 1990-ih pojačani su pritisci regulativa (posebno u Europi). Regulatorni pritisci i rastuća svijest potrošača o održivosti doveli su do toga da tvrtke počnu usvajati ekološke prakse kao dio svojih logističkih aktivnosti.

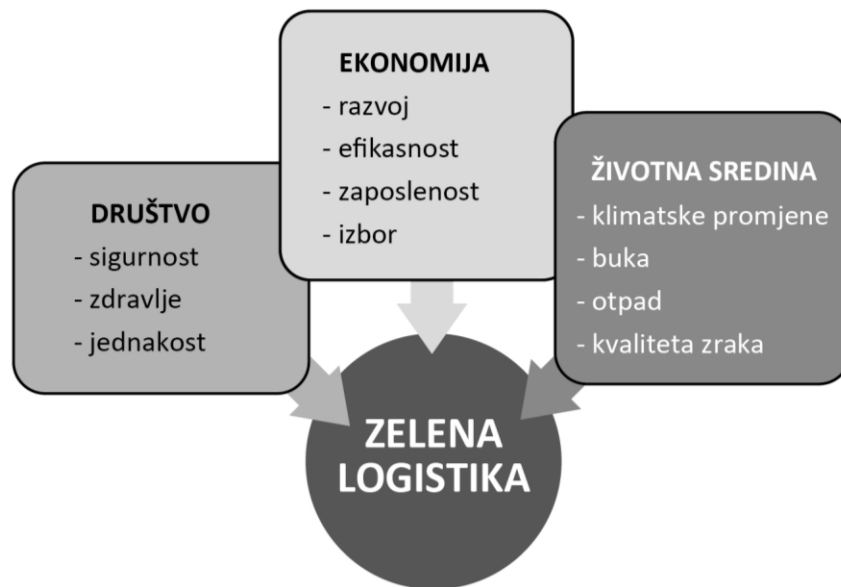
Logistika se razvijala usporedno s trendom globalizacije, čije funkcioniranje znatno ovisi o kvaliteti logističkih aktivnosti. Takav je razvoj, među ostalim, omogućen revolucionarnim razvojem komunikacijskih i informacijskih tehnologija (*Bloomberg et al., 2006*). Tehnološki trendovi koji se danas koriste u logistici su (*Unipart Logistics, 2024*): 1. *Cloud logistics*, 2. internet stvari (engl. *Internet of Things*), 3. *blockchain*, 4. umjetna inteligencija (engl. *Artificial Intelligence*), 5. virtualna stvarnost i digitalni blizanci (engl. *Virtual reality and Digital twins*), 6. samovozeća vozila (engl. *Self-driving vehicles*), 7. robotika i automatizacija, 8. analiza velikih podataka (engl. *Big data analytics*), 9. proširena stvarnost (engl. *Augmented reality*), 10. 3D ispisivanje.

Realizacija ključnih logističkih procesa, kao što su transport, manipuliranje, skladištenje, u suprotnosti je sa zahtjevima zaštite životne sredine, pri čemu je transport okarakteriziran kao jedan od glavnih zagađivača okoliša. Zelena logistika pri realizaciji logističkih procesa osim logističkoga koristi se i pristupom očuvanja okoliša (*Nikolčić i Lazić, 2006*). Neki od ciljeva zelene logistike su smanjiti promet, ograničiti emisije stakleničkih plinova i minimalizirati otpad u opskrbnom lancu.

*Slika 2.* prikazuje koncept zelene logistike koji se dijeli na tri ključna čimbenika: društvo, ekonomiju i životnu sredinu. Društveni aspekt usmjerava se na poboljšanje kvalitete života svih dionika smanjenjem negativnih utjecaja logističkih aktivnosti na zdravlje i sigurnost ljudi. Ekonomski čimbenik usmjeren je na smanjenje troškova i povećanje učinkovitosti optimizacijom resursa, dok je životna sredina posvećena zaštiti ekosustava, smanjenju emisija štetnih plinova te održivoj uporabi prirodnih resursa, smanjenju buke i otpada u opskrbnom lancu te održavanju kvalitete zraka. Ova tri čimbenika zajedno stvaraju uravnotežen pristup koji teži dugoročnoj održivosti logističkih procesa.



Slika 2. Prikaz koncepta zelene logistike kroz prizmu tri ključna čimbenika – društvo, ekonomiju i životnu sredinu.



Izvor: vlastita izrada, prema Malkoč (2022)

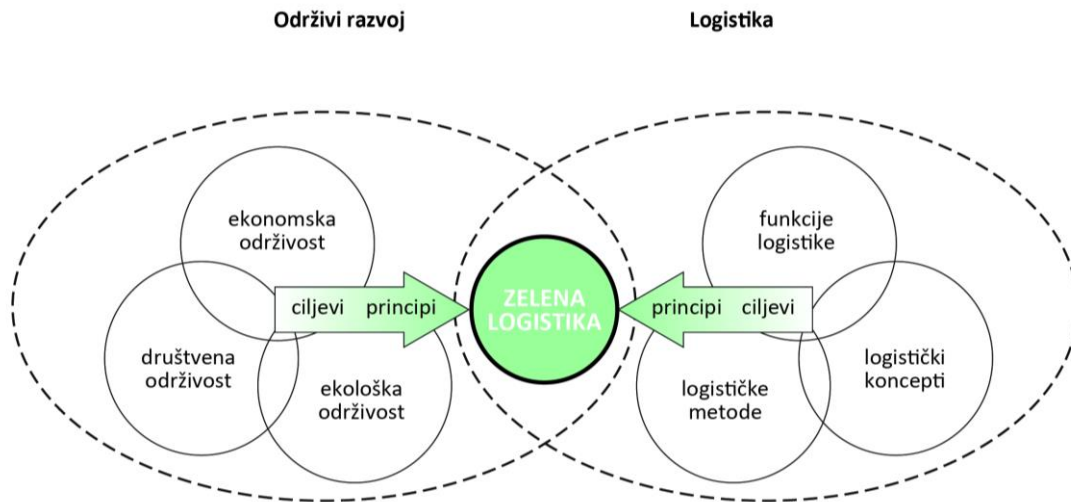
Zelena logistika nastaje kao odgovor na potrebe za smanjenje negativnog utjecaja logističkih aktivnosti na okoliš. Tvrtnice počinju usvajati prakse koje minimiziraju potrošnju resursa, emisije CO<sub>2</sub> i otpad kroz različite faze logističkog procesa. Razvoj tehnologija koje podržavaju održivost, kao što su električna vozila, pametne logističke mreže i energetske učinkovite skladišta, omogućio je tvrtkama da smanje svoj ekološki otisak, bez žrtvovanja poslovne učinkovitosti.

Zelena logistika je logistika koja učinkovito obavlja svoje zadatke, a pritom posvećuje veliku pozornost sve aktualnijem pitanju životne sredine. Održivost se nastoji osigurati tako da odluke donesene danas neće negativno utjecati na buduće generacije. Zeleni opskrbeni lanac nastoji smanjiti negativan utjecaj upravljanjem distribucijskim sustavima i povratnom logistikom kako bi se otklonila svaka neučinkovitost, nepotrebno premještanje robe i odlaganje ambalaže (Košutar, 2015).

Ključni aspekti zelene logistike obuhvaćaju uporabu ekološki prihvatljivih vozila, primjenu energetske učinkovite tehnologije, reciklažu i ponovnu uporabu ambalaže, kao i optimizaciju ruta

i planiranje isporuka kako bi se smanjila potrošnja goriva i emisije ugljikova dioksida. Današnja zelena logistika usklađena je s globalnim ciljevima održivog razvoja (engl. *Sustainable Development Goals – SDG*) i međunarodnim standardima koji potiču tvrtke na integriranje održivih praksi u sve aspekte poslovanja, uključujući logistiku.

*Slika 3. Zelena logistika kao element koncepta održivog razvoja*



Izvor: *Rakhmangulov et al. (2017)*

Jedan od glavnih ciljeva zelene logistike je postizanje ravnoteže između ekonomskih i ekoloških interesa tvrtki, što često uključuje inovativne pristupe u planiranju i obavljanju logističkih operacija. Na primjer, sve veća upotreba električnih i hibridnih vozila, razvoj inteligentnih transportnih sustava te integracija obnovljivih izvora energije u logističke centre koraci su koji vode održivijem poslovanju. Osim toga, zelena logistika podrazumijeva i promicanje praksi odgovorne potrošnje i proizvodnje, čime se pridonosi širem cilju održivog razvoja (Slika 3.).

Provođenje zelene logistike zahtijeva suradnju svih sudionika u lancu opskrbe, uključujući proizvođače, distributere, transportne tvrtke i krajnje korisnike. Edukacija i podizanje svijesti o ekološkim pitanjima, kao i razvoj regulativa i standarda koji podržavaju održive prakse, ključni su čimbenici za uspjeh ove inicijative. Tako zelena logistika ne samo da pridonosi očuvanju prirodnih

resursa i smanjenju ekološkog otiska već i poboljšava reputaciju tvrtki te stvara dugoročne ekonomske koristi povećanom učinkovitošću i smanjenjem operativnih troškova.

Pojam „zelena logistika“ prvi se put spominje krajem 20. stoljeća, točnije u 1980-ima i 1990-ima, kad je došlo do povećanja svijesti o okolišnim pitanjima i potrebi za održivim razvojem u poslovanju. U tom su razdoblju tvrtke i akademska zajednica počele prepoznavati važnost smanjenja ekološkog otiska logističkih aktivnosti. Posebno su ključne bile publikacije i istraživanja iz tog vremena koje su počele razmatrati utjecaj logistike na okoliš te mogućnosti za optimizaciju i poboljšanje ekološke učinkovitosti. U početku je zelena logistika bila usmjerena na smanjenje emisija iz transporta, no ubrzo je obuhvatila širi spektar aktivnosti uključujući upravljanje otpadom, reciklažu i energetske učinkovite tehnologije. U sljedećem se desetljeću koncept zelene logistike razvijao i integrirao u poslovne strategije, postajući važan element korporativne društvene odgovornosti i održivog razvoja.

Postoje razlike u definiranju zelene logistike u Americi i Europi. Iako su osnovna načela vrlo slična, razlike u definiranju zelene logistike proizlaze iz različitih regulatornih okvira, poslovnih kultura i prioriteta u održivosti (*McKinnon et al., 2015*).

Definiranje zelene logistike u Americi:

- *Usmjerenost na učinkovitost i inovacije:* U SAD-u zelena logistika često naglašava tehnološke inovacije i operativnu učinkovitost kao ključne strategije za smanjenje ekološkog otiska. Američke kompanije često ulažu u nove tehnologije, poput električnih kamiona, automatiziranih skladišta i inteligentnih transportnih sustava.
- *Regulatorni okvir:* Iako postoji niz saveznih i državnih propisa koji potiču ekološki održive prakse, američki pristup regulativi može biti manje centraliziran i homogen nego u Europi. Kompanije često same iniciraju zelene prakse kako bi zadovoljile potražnju tržišta i stekle konkurentsku prednost.
- *Tržišno vođena rješenja:* Zelena logistika u SAD-u često se razvija kao odgovor na tržišne zahtjeve i potrošačke preferencije za ekološki prihvatljivim proizvodima i uslugama. Tvrtke se natječu u ponudi zelenih rješenja kako bi zadovoljile potrebe sve svjesnijih potrošača.

Definiranje zelene logistike u Europi:

- *Snažnija usredotočenost na regulativu i politike:* Europa ima čvrsto utemeljene ekološke regulative i politike koje usmjeravaju zelenu logistiku. EU ima stroge propise o emisijama, upravljanju otpadom i održivom transportu, što potiče kompanije na pridržavanje visokih standarda.
- *Holistički pristup:* Europske definicije zelene logistike često uključuju širi ekološki i društveni kontekst. Osim smanjenju emisija i energetske učinkovitosti, važnost se pridaje i društvenim aspektima, kao što su radni uvjeti i utjecaj na lokalne zajednice.
- *Koordinacija i suradnja:* U Europi je naglasak na koordinaciji između različitih sudionika u logističkom lancu, uključujući vlade, nevladine organizacije i privatni sektor. Postoje brojni programi i inicijative koji potiču suradnju radi postizanja održivih rješenja.

Iako su osnovni ciljevi zelene logistike u Americi i Europi slični – smanjenje ekološkog otiska i povećanje održivosti – razlike u pristupima proizlaze iz različitih regulatornih okvira, kulturnih prioriteta i tržišnih dinamika. Američki pristup može biti više tržišno vođen i inovacijski orijentiran, dok je europski pristup često snažno reguliran i holistički orijentiran na širi društveni i ekološki kontekst (*McKinnon et al., 2015*).

Pojam „zelena logistika“ u Republici Hrvatskoj počeo se spominjati početkom 2000-ih godina u sklopu šireg europskog trenda usmjerenoga na održivost i ekološku odgovornost. U tom je razdoblju Hrvatska, kao i mnoge druge zemlje u regiji, počela usvajati zakonodavstvo i prakse usklađene s politikama Europske unije, koje su naglašavale važnost smanjenja negativnog utjecaja logističkih aktivnosti na okoliš. Prvi važniji spomen i razvoj koncepta zelene logistike u Hrvatskoj dolazi preko akademskih radova, konferencija i stručnih publikacija koje su analizirale i promovirale održive logističke prakse. Osim toga, ulaskom Hrvatske u EU 2013. zelena je logistika dobila dodatni poticaj usklađivanjem s europskim direktivama i fondovima koji su poticali ekološki prihvatljive projekte u sektoru transporta i logistike.

U praksi, provedba zelene logistike u Hrvatskoj postupno je rasla s povećanjem svijesti o potrebi smanjenja ekološkog otiska te su se počele primjenjivati različite mjere, poput optimizacije transportnih ruta, korištenja ekološki prihvatljivijih vozila i unapređenja energetske učinkovitosti u skladištima.

## **2.2. POVIJESNI RAZVOJ ZELENE LOGISTIKE**

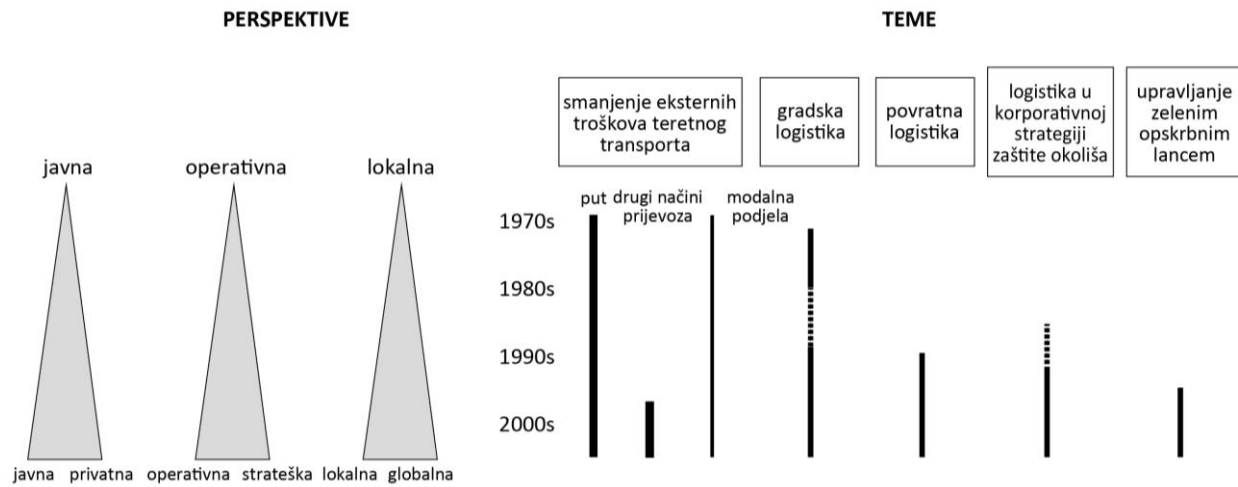
Nije lako precizno odrediti kad su započela istraživanja u području zelene logistike. Kao jedno od mogućih početaka često se navodi prva publikacija u logističkom časopisu iz 1950-ih godina koja se bavi očuvanjem okoliša. Međutim, to zanemaruje velik broj prethodnih istraživanja o utjecaju transporta na okoliš, koja su provedena prije nego što je logistika uopće postala priznato znanstveno polje. Iako su 1950-ih godina postojale zabrinutosti zbog negativnih utjecaja teretnog prometa na okoliš, većina istraživanja o ovoj temi potječu iz 1960-ih. U to je vrijeme ekološka svijest bila relativno niska, a smatralo se da okoliš ima neograničenu sposobnost apsorpiranja štetnih tvari i proizvodnje resursa.

Međutim, zahvaljujući dosadašnjim istraživanjima zelena je logistika u novije vrijeme postala važno znanstveno područje za sve prometne i gospodarske sustave.

Ono što se danas naziva „zelenom logistikom“ predstavlja konvergenciju nekoliko istraživačkih područja koja su započela u različitim razdobljima posljednjih 40 godina. Na Slici 4. prikazane su evaluacijske perspektive (javne, operativne i lokalne) i teme u zelenoj logistici, grupirane u pet dijelova koji će biti detaljnije objašnjeni u nastavku: smanjenje tereta i prometnih eksternalija, urbana logistika, povratna logistika, logistika u korporativnoj strategiji zaštite okoliša i upravljanje zelenim lancem opskrbe.

Promišljanje poslovne logistike, a time i zelene logistike, razvijalo se u nekoliko ključnih faza koje su odražavale šire promjene u poslovnom okruženju, tehnološkom napretku i ekološkoj svijesti, što je prikazano na Slici 4.

Slika 4. Evaluacijske perspektive i teme zelene logistike



Izvor: McKinnon et al. (2015)

Postoje tri perspektive razvoja zelene logistike (McKinnon et al., 2015): 1. javno-privatna perspektiva, 2. operativno-strateška perspektiva, 3. lokalno-globalna perspektiva.

*Javno-privatna perspektiva:* Brojna prethodna istraživanja potaknula su širu javnost na usvajanje proaktivne politike i osnivanje skupina za zaštitu okoliša koje su počele raditi pritisak na vladine institucije preko medija radi podizanja svijesti o štetnim učincima teretnog prijevoza. Kao odgovor na to, javne institucije tražile su načine za razumijevanje i rješavanje ovog problema. S vremenom je porastao interes javnog sektora za daljnja istraživanja u području zelene logistike, a istodobno je došlo i do povećanja uključenosti privatnog sektora jer su tvrtke počele razvijati strategije zaštite okoliša, posebno u logistici, na korporativnoj razini.

*Operativno-strateška perspektiva:* Drugi trend bio je širenje korporativne opredijeljenosti za zelenu logistiku, tako da tvrtke usvajaju nekoliko manjih operativnih promjena integracije ekoloških načela u strateškom planiranju.

*Lokalno-globalna perspektiva:* Tijekom 1960-ih i 1970-ih godina glavni cilj bio je smanjiti lokalne utjecaje na zagađenje okoliša, poput zagađenja zraka, buke, vibracija, nesreća i vizualnog onečišćenja. U to se vrijeme nisu razmatrali globalni atmosferski učinci logističkih aktivnosti.

Zapravo, 1970-ih godina neki su klimatski modeli čak sugerirali da planet ulazi u tzv. novo ledeno doba. Međutim, transkontinentalno širenje kiselih kiša (uzrokovano emisijama sumpora) i iscrpljivanje ozonskog omotača (uglavnom zbog klorofluorouglikovodika) doveli su do spoznaje da logističke aktivnosti mogu utjecati na šire geografsko područje od onoga gdje se same odvijaju. Nakon 1980-ih godina klimatske promjene i utjecaj logistike na okoliš postaju ključna pitanja tog razdoblja (*McKinnon et al., 2015*).

Osim evaluacijskih perspektiva, u ovom su se razdoblju razvile i teme (područja) daljnjeg izučavanja i djelovanja zelene logistike (*McKinnon et al., 2015*):

- *smanjenje eksternih troškova teretnog transporta*
- *gradska logistika*
- *povratna logistika*
- *logistika kao dio korporativne strategije zaštite okoliša*
- *upravljanje zelenim opskrbnim lancem.*

*Smanjenje eksternih troškova teretnog transporta:* Mnoga istraživanja o utjecaju logistike na okoliš bila su potaknuta rastom kamionskog prometa u vrijeme kad su kamioni bili mnogo bučniji i više zagađivali nego danas. Tijekom 1970-ih godina, posebno u Ujedinjenom Kraljevstvu, proveden je velik broj istraživanja kako bi se procijenio lokalni utjecaj kamiona na okoliš. Skupine za zaštitu okoliša objavljivale su izvješća u kojima su upozoravale na štetu koju su kamioni uzrokovali te su od vlade zahtijevale mjere za smanjenje tog problema. Zabrinuti građani bili su posebno uznemireni predviđanjima da će kamionski promet nastaviti rasti. Kao odgovor, britanska je vlada pokrenula ispitivanja utjecaja kamiona na okoliš i istraživala načine za smanjenje tih učinaka, što je dovelo do veće primjene ekoloških kamiona i odbora za zaštitu okoliša, koji su između 1974. i 1979. objavili nekoliko izvješća o načinima racionalizacije cestovnog prometa. Trend rasta cestovnog prometa nastavio se i u osamdesetima i devedesetima, što je dovelo do strožih mjera zaštite okoliša. Razvijale su se nove tehnologije i metode prijevoza kako bi se smanjio utjecaj na okoliš, a istodobno osigurao gospodarski rast. Na primjer, povećana je

nosivost kamiona, pooštreni su propisi o emisijama i smanjene su prometne eksternalije po kilometru, uz zadržavanje učinkovitosti logističkih operacija.

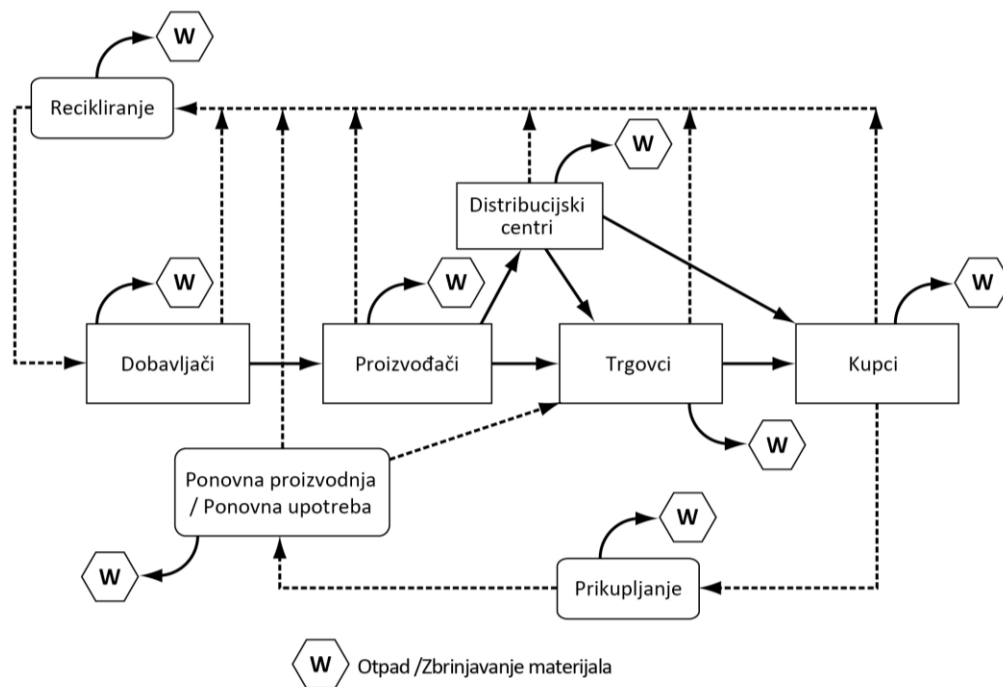
*Gradska logistika* (engl. *city logistics*): Prva važnija istraživanja o distribuciji tereta u gradovima provodila su se 1970-ih i ranih 1980-ih. Veliki gradovi poput Londona i Chicaga prvi su prepoznali važnost istraživanja distribucije robe, dok se akademska zajednica počela usmjeravati na specifične aspekte gradskog prijevoza. Bilo je utvrđeno da raspodjela tereta u malim pošiljkama slabo opterećenih vozila koji odlaze na mnoštvo lokacija nameće visoke ekonomske i ekološke troškove. Stoga su se provodila istraživanja kako bi se pronašli načini konsolidacije opterećenja i samim tim smanjila razina prometa, potrošnja energije, emisije i troškovi. Najpopularnija ideja bila je osnovati pretovarne ili konsolidacijske centre u urbanim područjima ili oko njih, u kojima se ulazne jedinice mogu rastaviti, i odlazne aggregate. Gradska logistika odnosi se na planiranje, upravljanje i optimizaciju prijevoza i distribucije robe unutar urbanih područja. Cilj je osigurati učinkovitu dostavu i prikupljanje proizvoda, smanjujući pritom negativne utjecaje na okoliš, poput zagađenja i buke, te smanjiti prometne gužve. Gradska logistika uključuje različite aspekte poput organizacije skladišta, odabira prijevoznih sredstava, upravljanja dostavnim rutama, kao i integracije tehnologija koje poboljšavaju učinkovitost operacija u urbanim sredinama. Osim toga, gradska logistika često obuhvaća i mjere za smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, uporabu alternativnih prijevoznih sredstava kao što su bicikli ili električna vozila te razvoj infrastrukture prilagođene specifičnim potrebama urbanih područja.

*Povratna logistika* (engl. *reverse logistics*): proces je upravljanja povratom robe, materijala i ambalaže od krajnjih korisnika natrag do proizvođača ili drugog centralnog mjesta u lancu opskrbe. Ovaj proces uključuje aktivnosti kao što su reciklaža, ponovna uporaba, popravak, obnavljanje i pravilno odlaganje proizvoda koji su neispravni, oštećeni ili više nisu potrebni (Slika 5.). Povratna logistika je važna komponenta održivosti jer omogućuje smanjenje otpada, maksimiziranje vrijednosti povratnih proizvoda i smanjenje ekološkog otiska. Također pomaže tvrtkama u smanjenju troškova. Istraživanja i interes za temu povratne logistike razvili su se početkom devedesetih kad su vlade i poduzeća počeli reformirati gospodarenje otpadom,



manjujući udio otpadnog materijala koji se odlaže na odlagališta ili spaljuje i povećava udio koji je recikliran i ponovno upotrijebljen. To je u osnovi preobrazilo logistiku gospodarenja otpadom i stimulovalo istraživački interes za povratni tok proizvoda u lancu opskrbe.

Slika 5. Povratna logistika



Izvor: McKinnon *et al.* (2015)

*Logistika u korporativnoj strategiji zaštite okoliša:* Logistika u korporativnoj strategiji zaštite okoliša označava integraciju načela zaštite okoliša u sve aspekte logističkih operacija unutar tvrtke. To uključuje planiranje, upravljanje i optimizaciju transporta, skladištenja i distribucije proizvoda na način koji minimizira negativan utjecaj na okoliš. Korporacije usvajaju ovu strategiju kako bi smanjile emisije stakleničkih plinova, smanjile otpad, povećale učinkovitost uporabe resursa i promovirale održive prakse u svojoj opskrbenj mreži. Navedeno uključuje upotrebu ekološki prihvatljivih vozila, optimizaciju ruta za smanjenje potrošnje goriva, reciklažu ambalaže i korištenje energetski učinkovitih skladišta. U tom su razdoblju tvrtke počele formulirati strategije zaštite okoliša temeljene na dotadašnjim širokim procjenama utjecaja na okoliš.

*Upravljanje zelenim opskrbnim lancem*: Upravljanje zelenim opskrbnim lancem (engl. *Green Supply Chain Management – GSCM*) odnosi se na praksu integracije ekoloških i održivih načela u sve faze opskrbnog lanca, od nabave sirovina do krajnje distribucije proizvoda. Cilj je smanjiti negativan utjecaj na okoliš i promovirati održivost u cijelom procesu proizvodnje i distribucije (Sarkis, 2013). Navedeno uključuje: odabir ekološki prihvatljivih materijala (uporaba materijala koji su reciklirani, biorazgradivi ili manje štetni za okoliš), optimizaciju transporta (smanjenje emisija CO<sub>2</sub> preko učinkovitije rute, uporaba energetski učinkovitih vozila i smanjenje praznih vožnji), energetska učinkovitost (usvajanje energetski učinkovitih tehnologija u skladištima i proizvodnim pogonima), reciklažu i ponovnu upotrebu, odnosno povećanje stope reciklaže otpada i ponovnu uporabu materijala kad god je to moguće, i primjenu zelenih praksi kod dobavljača, odnosno suradnju s dobavljačima koji također u svojem poslovanju primjenjuju ekološke prakse (Sarkis i Dou, 2017).

### **2.3. PREDNOSTI I NEDOSTACI ZELENE LOGISTIKE**

Primjena zelene logistike donosi niz prednosti koje nisu samo povezane sa zaštitom okoliša, već i s poboljšanjem poslovnih rezultata i reputacije tvrtki (Rodrigue *et al.*, 2017; McKinnon *et al.*, 2015).

Neke od ključnih prednosti zelene logistike su:

- *smanjenje troškova*
- *poboljšanje reputacije tvrtke i postizanje bolje konkurentske prednosti*
- *bolja usklađenost sa zakonodavstvom*
- *smanjenje ekološkog otiska*
- *povećanje operativne učinkovitosti*
- *dugoročna održivost.*

*Smanjenje troškova* obuhvaća postizanje energetske učinkovitosti i optimizaciju resursa. Usvajanje energetski učinkovitih tehnologija, poput uporabe „štedljivijih“ vozila i optimiziranih

ruta za isporuku, može znatno smanjiti potrošnju goriva i operativne troškove. Nadalje, smanjenje potrošnje materijala, poput ambalaže ili optimizacija samog skladišnog prostora, rezultira nižim troškovima proizvodnje i distribucije.

*Poboljšanje reputacije tvrtke i postizanje bolje konkurentске prednosti* obuhvaća bolji „ekološki imidž“ tvrtke. Naime, tvrtke koje prednjače u usvajanju zelene logistike često poboljšavaju svoju reputaciju među potrošačima i poslovnim partnerima, što može dovesti do povećane lojalnosti kupaca i većeg tržišnog udjela. Nadalje, primjenom zelene logistike tvrtke mogu „otvoriti“ vrata novim tržištima, posebice onima na kojima su ekološki standardi visoki ili na kojima potrošači preferiraju proizvode i usluge s manjim ekološkim otiskom. Ekološki otisak mjerilo je koje kvantificira količinu zemljišta i vode potrebne za zadovoljenje potrošnje resursa pojedinca, zajednice ili cijelog društva. Izračunava se usporedbom ukupne potrošnje (hrana, stanovanje, prijevoz, energija itd.) s kapacitetom planeta za obnavljanje tih resursa i apsorpciju otpada koji se proizvodi (*Digitalno poslovanje, 2023*). Ekološki otisak ima ključnu ulogu u održivosti našeg planeta. Prema Global Footprint Networku, ljudska je populacija 2021. potrošila resurse ekvivalentne 1,7 planeta Zemlje. To znači da trošimo resurse brže nego što se oni mogu prirodno obnoviti, a preveliko onečišćenje može dovesti do ozbiljnih posljedica poput klimatskih promjena, gubitka biološke raznolikosti i nestašice prirodnih resursa (*Global Footprint Network, 2024*).

*Usklađenost s regulativama* obuhvaća poštovanje ekoloških propisa, odnosno usvajanje zelene logistike omogućuje tvrtkama da se usklade s postojećim i budućim ekološkim zakonodavstvom, smanjujući rizik od kazni i pravnih problema. Mnoge države, posebice razvijenije, nude subvencije, porezne olakšice i druge poticaje za tvrtke koje usvajaju održive prakse, uključujući zelenu logistiku.

*Smanjenje ekološkog otiska* obuhvaća smanjenje emisija stakleničkih plinova. Naime, optimizacija transporta i upotreba ekološki prihvatljivih vozila znatno smanjuju emisije CO<sub>2</sub> i drugih štetnih plinova, dok uporaba recikliranih i biorazgradivih materijala te optimizacija ambalaže pridonose smanjenju količine otpada.

*Povećanje operativne učinkovitosti* obuhvaća bolje upravljanje zalihama. Naime, primjena zelene logistike često uključuje napredne metode upravljanja zalihama koje smanjuju potrebu za skladištenjem velikih količina robe, čime se smanjuju troškovi i ubrzava opskrbni lanac. Primjena zelene logistike često uključuje metode koje smanjuju potrebu za velikim količinama skladištenja. Na primjer, optimizacija narudžaba i uvođenje sustava točno na vrijeme (JIT) omogućuju tvrtkama da naručuju i skladište onoliko robe koliko im je trenutno potrebno umjesto da drže velike zalihe. To smanjuje potrebu za velikim skladišnim prostorom i time smanjuje troškove povezane s održavanjem skladišta. Dakle, manje zalihe znače i manje troškove povezane sa skladištenjem, uključujući troškove najma prostora, energije za osvjetljavanje i grijanje skladišta, kao i troškove rada za upravljanje zalihama. Time se poboljšava financijska učinkovitost i smanjuje opterećenje na resurse. Napredne metode upravljanja zalihama, kao što su sustavi za predviđanje potražnje i automatizacija narudžbi, omogućuju bržu i precizniju reakciju na promjene u potražnji, što ubrzava cijeli opskrbni lanac jer omogućuje bržu isporuku proizvoda kupcima i smanjuje vrijeme zadržavanja robe u skladištu. Uporaba pametnih tehnologija i analitike omogućuje bolju predikciju potreba i optimizaciju cijelog logističkog procesa, čime se povećava ukupna učinkovitost poslovanja. Pametne tehnologije uključuju napredne uređaje i sustave poput senzora, interneta stvari (IoT), automatskih skladišta i robota, koji prikupljaju podatke u stvarnom vremenu o statusu zaliha, uvjetima skladištenja, kretanju robe i drugim ključnim informacijama. Sama analitika pak obuhvaća uporabu naprednih analitičkih alata i algoritama za obradu i interpretaciju velikih količina podataka. Analitika pomaže u prepoznavanju obrazaca, trendova i potreba na temelju prikupljenih podataka. Stoga pametne tehnologije omogućuju preciznije praćenje potražnje i promjena na tržištu. Analitički alati mogu predvidjeti koliko će određeni proizvodi biti potrebni u budućnosti na temelju povijesnih podataka, sezonskih trendova i drugih čimbenika, što pomaže u pravovremenom naručivanju i skladištenju, smanjujući rizik od prekomjernih ili nedostatnih zaliha. Svi podaci i uvidi dobiveni pametnom tehnologijom i analitikom omogućuju optimizaciju različitih aspekata logistike, uključujući rute isporuka, raspoređivanje resursa, upravljanje skladištem i planiranje proizvodnje. Na primjer, optimiziranje ruta isporuka smanjuje troškove prijevoza i emisije CO<sub>2</sub>, dok bolje upravljanje skladištem smanjuje troškove skladištenja i poboljšava brzinu isporuka. Zaključno, kad se logistički procesi precizno

predviđaju i optimiziraju, smanjuju se operativni troškovi, poboljšava se vrijeme isporuka, veća je točnost narudžaba i bolje zadovoljstvo kupaca. Sve navedene prednosti pridonose ukupnoj učinkovitosti poslovanja i konkurentskoj prednosti na tržištu. Ukratko, pametne tehnologije i analitika omogućuju tvrtkama da bolje razumiju i upravljaju svojim logističkim operacijama, što vodi do veće učinkovitosti i uspješnosti u poslovanju.

*Dugoročna održivost* obuhvaća održivu poslovnu praksu, odnosno usvajanje zelene logistike pridonosi dugoročnoj održivosti tvrtke, osiguravajući da poslovni modeli budu prilagođeni budućim ekološkim izazovima. Zelena logistika pomaže tvrtkama da odgovorno posluju prema okolišu i zajednici, što može biti ključno za dugoročni poslovni uspjeh.

Iako zelena logistika tvrtkama koje je primjenjuju donosi mnoge prednosti, postoje i određeni nedostaci, izazovi ili paradoksi koje tvrtke mogu iskusiti pri implementaciji ovakvih praksi (*Rodrigue et al., 2001*).

Neki od ključnih nedostataka uključuju:

- *visoke početne troškove implementacije zelene logistike*
- *kompleksnost implementacije*
- *ograničenu dostupnost resursa*
- *operativne izazove*
- *dugoročnu povrat na ulaganje*
- *otpor promjenama.*

*Visoki početni troškovi* obuhvaćaju troškove investicije u tehnologiju i često prilagodbu same infrastrukture. Usvajanje ekološki prihvatljivih tehnologija, poput električnih vozila, energetski učinkovitih skladišta ili softvera za optimizaciju rute zahtijeva pozamašne početne investicije. Nastali troškovi mogu biti prepreka, posebno manjim tvrtkama. Prelazak na zelene logističke prakse često zahtijeva prilagodbu postojeće infrastrukture, što može uključivati nadogradnju ili zamjenu vozila, skladišnih prostora i/ili nekih drugih resursa.

Često je sama *implementacija zelenih logističkih* praksi vrlo kompleksna. Zelena logistika može zahtijevati promjenu i prilagodbu postojećih operativnih procesa, što može biti složeno i dugotrajno. Tvrtke se često suočavaju s izazovima integracije novih zelenih tehnologija s postojećim logističkim sustavima. Uvođenje zelene logistike zahtijeva promjenu organizacijske kulture i edukaciju zaposlenika, što može biti izazovno i zahtijevati dodatno vrijeme i resurse tvrtke.

U nekim zemljama *dostupnost infrastrukture* potrebne za zelenu logistiku, poput stanica za punjenje električnih vozila ili postrojenja za reciklažu, može biti ograničena, što otežava implementaciju održivih praksi. Nadalje, jedan od nedostataka primjene zelene logistike može biti i ograničen izbor dobavljača koji ne mogu pratiti tvrtku. Dobavljači i partneri u lancu opskrbe možda još nisu usvojili zelene prakse, što može ograničiti mogućnost tvrtke da provede zelenu logistiku u cijelom lancu opskrbe.

Primjena zelene logistike pred poduzeća stavlja brojne *operativne izazove*. Zelene logističke prakse, poput optimizacije ruta radi smanjenja emisija, mogu smanjiti fleksibilnost u isporuci, što može rezultirati duljim vremenima isporuke ili ograničenim opcijama isporuke za krajnje korisnike. Pridržavanje ekoloških standarda i regulativa može dovesti do povećanog administrativnog opterećenja, uključujući izvještavanje, praćenje i certifikaciju.

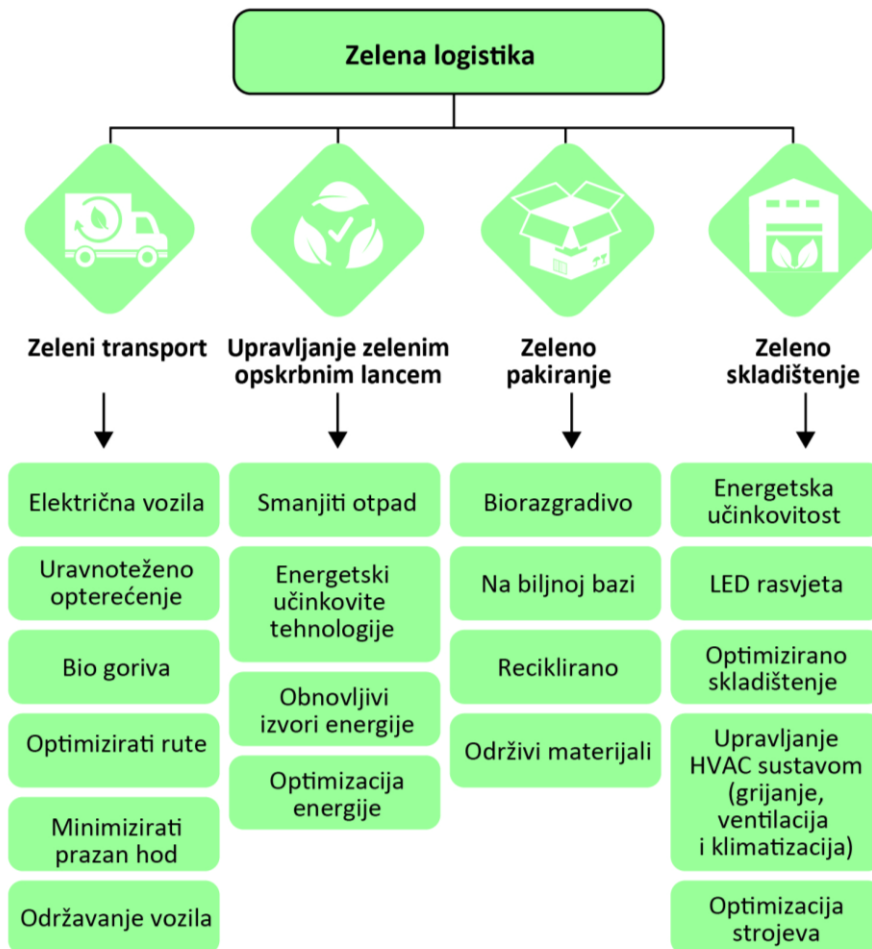
Primjena zelene logistike pred tvrtke postavlja i upitnost povrata na ulaganje, odnosno često *dugoročnost povrata na ulaganje*. Iako zelena logistika može dugoročno donijeti uštede i poboljšanja u poslovanju, povrat na ulaganje nije uvijek brz ili siguran, dakle postoji određena doza neizvjesnosti. Neke tvrtke mogu se suočiti s neizvjesnošću u smislu vremena potrebnoga za ostvarivanje povrata na početne investicije. Kako se ekološke regulative i standardi kontinuirano razvijaju, tvrtke se mogu suočiti s dodatnim troškovima ili prilagodbama kako bi ostale usklađene, što može utjecati na dugoročne planove i ostvarivanje povrata na ulaganje.

Implementacija zelene logistike često izaziva svojevrsni *otpor promjenama* koji se može karakterizirati kao interni otpor, tj. otpor unutar organizacije, posebno ako zaposlenici nisu dovoljno informirani ili motivirani za prihvaćanje promjena, ili vanjski otpor. Vanjski otpor je otpor koji dolazi iz opskrbnog lanca. Naime, dobavljači i partneri u lancu opskrbe koji nisu spremni ili sposobni prilagoditi se zelenim praksama mogu postati prepreka za uspješnu implementaciju zelene logistike.

#### **2.4. OZELENJAVANJE LOGISTIČKIH PROCESA**

Logistički procesi čine okosnicu opskrbnog lanca i uključuju niz aktivnosti koje osiguravaju pravovremenu i učinkovitu dostavu proizvoda i usluga od mjesta proizvodnje do krajnjega korisnika. Navedeni procesi obuhvaćaju planiranje, usvajanje i kontrolu kretanja i skladištenja roba, usluga i informacija unutar i između organizacija. Uključujući aktivnosti poput upravljanja zalihama, transporta, skladištenja, rukovanja materijalima i obrade narudžaba, logistički procesi imaju ključnu ulogu u isporuci proizvoda na pravo mjesto, u pravo vrijeme i po optimalnoj cijeni. S obzirom na sve veću globalizaciju i složenost tržišta, učinkovito upravljanje logističkim procesima postaje sve važnije jer izravno utječe na konkurentnost i profitabilnost kompanija. Jednako tako, logistika je danas pod sve većim pritiskom da se prilagodi ekološkim standardima, što zahtijeva inovativne pristupe u planiranju i provedbi logističkih operacija.

Slika 6. Procesi zelene logistike



Izvor: <https://adnovs.com/blogs/what-is-green-logistics/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Zelena logistika može se postići održivim praksama u logističkoj industriji u području transporta, upravljanja opskrbnim lancem, pakiranja i skladištenja (Slika 6.).

Zeleni transport može se postići optimizacijom ruta, uporabom energetski učinkovitih vozila, smanjenjem nepotrebnog rada motora u praznom hodu, redovitim održavanjem vozila, optimizacijom tereta i uporabom suvremenih sustava upravljanja voznim parkom.

Poduzećima se preporučuje optimizacija transportnih ruta odabirom onih s minimalnim preprekama, kraćim udaljenostima i smanjenom potrošnjom vremena. U suvremenim uvjetima



to predstavlja manji izazov zahvaljujući dostupnosti GPS sustava i softvera za optimizaciju ruta, koji olakšavaju pronalaženje najbržih i energetski najučinkovitijih putova.

Poduzećima se preporučuje upotreba vozila dizajniranih za postizanje veće učinkovitosti potrošnje goriva, kao i električnih i hibridnih vozila, što smanjuje emisiju ugljika. Ako vozilo ostaje zaustavljeno dulje vrijeme, potrebno je isključiti motor kako bi se smanjio nepotrebn rad motora u praznom hodu.

Redovito održavanje vozila znatno pridonosi smanjenju potrošnje goriva i emisija štetnih plinova. Optimizacija tereta uključuje upravljanje opterećenjem vozila. Vozila ne bi trebala prevoziti višak tereta koji dovodi do povećane potrošnje goriva. U suvremenim sustavima upravljanja voznim parkom preporučuje se ulaganje u napredne tehnologije, poput modernih sustava upravljanja voznim parkom, koji omogućuju praćenje i unapređenje performansi vozničkih flota. Ovi sustavi uključuju razne aspekte kao što su podaci u stvarnom vremenu, analitika i optimizacija radi poboljšanja ukupne učinkovitosti.

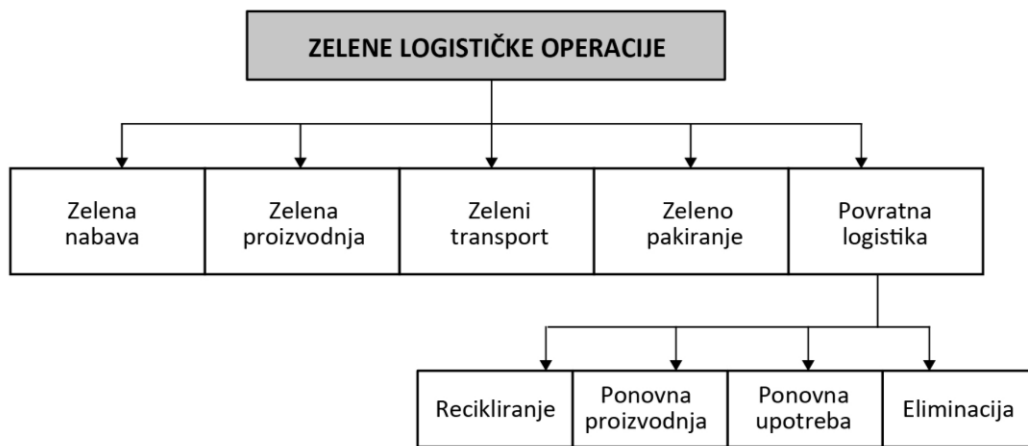
Upravljanje zelenim opskrbnim lancem uključuje smanjenje otpada, uporabu energetski učinkovitih tehnologija, obnovljivih izvora energije i optimizaciju energije. Preporučuje se usredotočiti se na smanjenje prekomjerne potrošnje resursa te promovirati ponovnu upotrebu u recikliranje već upotrijebljenih materijala. Cilj je ostvariti logistički proces bez otpada. Optimizacija potrošnje energije uključuje strojeve, vozila i tehnologiju koji troše manje energije, obnovljive izvore energije poput solarne, vjetroenergije ili hidroelektrične energije, što smanjuje upotrebu izvora koji negativno utječu na okoliš, te primjenu naprednih sustava koji se koriste analitikom podataka, sensorima i automatizacijom za prilagodbu potrošnje energije na temelju stvarne potražnje, čime se smanjuje otpad i poboljšava ukupna učinkovitost opskrbnog lanca.

Zelena pakiranja može se prakticirati uporabom ambalažnih materijala koji su prijateljski prema okolišu, poput biljnih, recikliranih i biorazgradivih materijala. Poduzeća ne bi trebala

upotrebljavati nebiorazgradivu plastiku ili karton za pakiranje. Važno je smanjiti pretjeranu upotrebu pakirnih materijala, pri čemu se ne smije ugroziti kvaliteta pakiranja.

Zelena skladištenje uključuje optimizirano korištenje skladišnim prostorima i strojevima, čime se smanjuju nepotrebne operacije i emisije ugljika. Zelena skladišta osiguravaju energetska učinkovitost skladišnog prostora. Uporaba LED rasvjete, energetske sustava grijanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC) te isključivanje svjetala i strojeva kad nisu u upotrebi pridonose energetska učinkovitosti i također donose ekonomske koristi.

Slika 7. Zelene logističke operacije



Izvor: Gülmez i Rad (2017)

Zelene logističke operacije obuhvaćaju zelenu nabavu, zelenu proizvodnju, zeleni transport, zelena pakiranje i aktivnosti povratne logistike (Slika 7.).

Zelena proizvodnja odnosi se na proizvodne metode koje minimiziraju negativne utjecaje na okoliš, koristeći se ekološki prihvatljivim procesima i materijalima. Cilj je zelene proizvodnje ostvariti održive proizvodne prakse koje smanjuju potrošnju resursa i emisije štetnih tvari te promoviraju očuvanje prirode.

Zelena nabava, ili održiva nabava, proces je odabira i nabave proizvoda i usluga koji minimalno negativno utječu na okoliš i društvo (Blome et al., 2014). Cilj je zelene nabave promovirati održive prakse tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda, od proizvodnje do uporabe i odlaganja.

Cilj je zelene logistike maksimalno smanjiti negativni utjecaj logistike na okolinu. Neke aktivnosti zelene logistike spadaju i u povratnu logistiku, ali ne sve. Primjerice, zelena logistika usmjerena je na smanjenje potrošnje energije jer svako trošenje energije negativno utječe na okolinu i uglavnom je posljedica sagorijevanja fosilnih goriva. Zelena logistika usmjerena je i na smanjenje upotrebe neželjenih materijala poput plastike koja je nerazgradiva i trajno zagađuje okoliš.

Povratna logistika uključuje aktivnosti recikliranja, ponovne proizvodnje, ponovne upotrebe i eliminacije proizvoda. Ovaj se proces usmjerava na povratak proizvoda s tržišta natrag u sustav opskrbe radi optimizacije resursa i smanjenja otpada. Ključne aktivnosti povratne logistike uključuju recikliranje, odnosno proces pretvaranja otpadnih materijala u nove proizvode ili materijale, čime se smanjuje potreba za sirovinama i pridonosi očuvanju okoliša, ponovnu proizvodnju, odnosno obnovu proizvoda tako da se vraćaju u prvotno stanje ili poboljšavaju za daljnju upotrebu, čime se produljuje njihov životni ciklus. Ponovna upotreba podrazumijeva uporabu proizvoda ili njihovih dijelova više puta prije nego što postanu otpad, čime se smanjuje potreba za novim proizvodima. Eliminacija je proces pravilnog odlaganja proizvoda koji više nisu upotrebljivi, s naglaskom na ekološki prihvatljive metode odlaganja kako bi se smanjio negativan utjecaj na okoliš. Povratna logistika ima ključnu ulogu u održivosti poslovanja jer omogućuje optimizaciju resursa, smanjenje troškova i poboljšanje ekološkog otiska tvrtki.

## 2.5. VAŽNOST ZELENE LOGISTIKE ZA GOSPODARSTVO

Zelena logistika postaje sve važnija za gospodarstvo iz nekoliko ključnih razloga koji se odnose na dugoročnu održivost, konkurentnost, smanjenje troškova te usklađenost sa zakonodavnim regulativama (*De Souza et al., 2022; Dzwigol et al., 2021; Tsatalis, 2019*).

Važnost zelene logistike za gospodarski razvoj ogleda se u:

- *dugoročnoj održivosti i otpornosti gospodarstva*
- *smanjenju operativnih troškova i povećanju učinkovitosti*
- *postizanju konkurentske prednosti na globalnom tržištu*
- *usklađenosti s regulativama i smanjenju rizika*
- *stvaranju novih radnih mjesta i inovacija.*

*Dugoročna održivost i otpornost gospodarstva* – prelazak na zelene logističke prakse pomaže u očuvanju prirodnih resursa, što je ključno za dugoročnu održivost gospodarstva. Uporaba energije iz obnovljivih izvora, smanjenje potrošnje goriva te smanjenje otpada i emisija stakleničkih plinova pridonosi očuvanju okoliša i smanjuje ovisnost o neobnovljivim resursima. Prema izvještaju Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC), klimatske promjene već znatno utječu na globalne opskrbe lance. Zelena logistika pomaže u smanjenju ovih utjecaja i prilagodbi na nove klimatske uvjete, čime gospodarstvo postaje otpornije na buduće promjene.

*Smanjenje operativnih troškova i povećanje učinkovitosti* – tvrtke koje implementiraju zelenu logistiku mogu smanjiti svoje operativne troškove optimizacijom potrošnje energije i goriva. Prema izvještajima Međunarodne agencije za energiju (IEA), povećanje energetske učinkovitosti ključno je za smanjenje ukupnih troškova u poslovanju, što pozitivno utječe na gospodarstvo. Uporaba naprednih tehnologija, poput pametnih transportnih sustava i optimizacije ruta, smanjuje nepotrebne troškove povezane s transportom i skladištenjem. Optimizacija logističkih procesa dovodi do učinkovitije uporabe resursa, čime se smanjuje otpad i poboljšava profitabilnost, što izravno koristi gospodarskom rastu.

*Postizanje konkurentne prednosti na globalnom tržištu* – potrošači sve više preferiraju proizvode i usluge koje su ekološki prihvatljive. Tvrtke koje usvoje zelenu logistiku mogu iskoristiti ovu promjenu u potrošačkim preferencijama i steći konkurentnu prednost na tržištu. Prema izvještaju Europske komisije, potrošači u EU sve više traže održive proizvode, što stvara prilike za gospodarski rast s pomoću ekološki prihvatljivih praksi (*Fetting, 2020; Spani 2020*). Usvajanje zelene logistike omogućuje tvrtkama lakši pristup tržištima koja imaju stroge ekološke regulative. Na primjer, tržišta poput EU i Japana favoriziraju tvrtke koje se pridržavaju visokih standarda održivosti, što može povećati izvoz i jačati gospodarstvo.

*Usklađenost s regulatornim okvirom i smanjenje rizika* – u mnogim zemljama, uključujući članice EU, sve strože regulative povezane s emisijama i održivošću postaju obvezujuće za poslovanje. Zelena logistika pomaže tvrtkama da se usklade s ovim regulativama, smanjujući rizik od kazni i pravnih problema. Prema izvještaju *Europske agencije za okoliš (EEA)*, tvrtke koje su u skladu s ekološkim standardima ne samo da izbjegavaju kazne već često ostvaruju i dodatne poticaje ili subvencije. Tvrtke koje usvajaju zelene logističke prakse smanjuju svoj ekološki otisak i time smanjuju rizik od ekoloških incidenata koji negativno utječu na gospodarstvo. Prema izvještaju Svjetskog gospodarskog foruma (WEF), ekološki rizici, uključujući one povezane s klimatskim promjenama, sve se više percipiraju kao najveće prijetnje globalnoj ekonomiji.

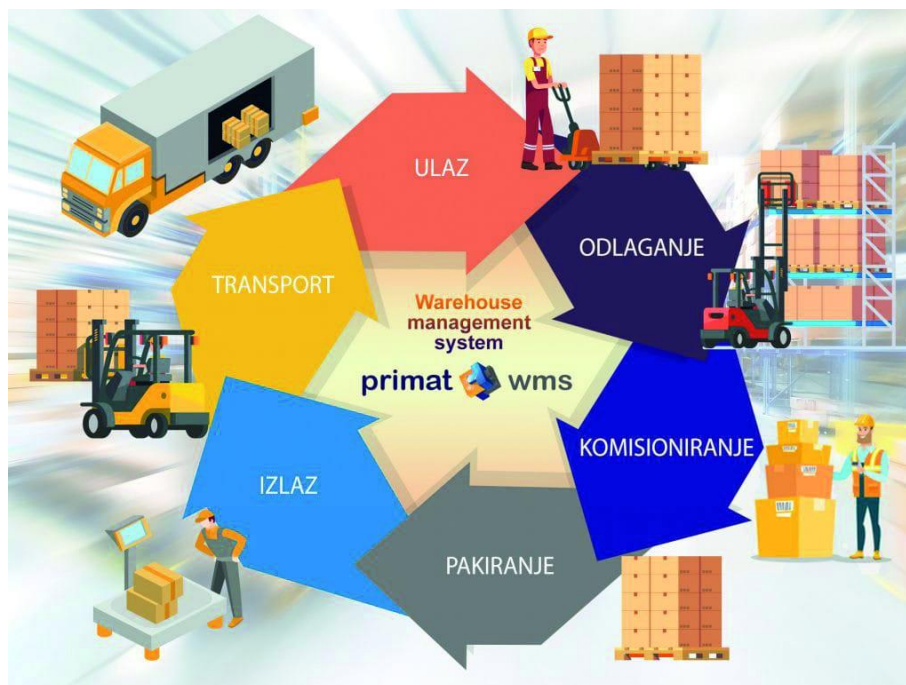
*Stvaranje novih radnih mjesta i inovacija* – razvoj zelene logistike potiče otvaranje novih radnih mjesta u sektorima povezanim s obnovljivim izvorima energije, reciklažom, održivim transportom i inovacijama u logistici (*Kamewor et al., 2024*). To pridonosi smanjenju nezaposlenosti i jačanju lokalnih ekonomija. Investicije u zelenu logistiku potiču tehnološke inovacije, što može dovesti do razvoja novih proizvoda i usluga. Ove inovacije mogu stvoriti dodatnu vrijednost i pridonijeti dugoročnom gospodarskom rastu.

### 3. OPIS LOGISTIČKE AKTIVNOSTI SKLADIŠTENJA I TRANSPORTA

#### 3.1. LOGISTIČKA AKTIVNOST SKLADIŠTENJA

Skladište ima važnu ulogu u logističkom sustavu jer ublažava učinak nepouzdanih podataka i potražnji na tržištu, ili nepouzdanost transporta, proizvodnje, sezonskog karaktera proizvoda i slično (Soucie, 2022). Logistička aktivnost skladištenja ključni je dio logistike koji obuhvaća aktivnosti povezane s prijmom robe, samo skladištenje odnosno „odlaganje robe“, kontrolu te rukovanje i otpremu. Cilj je skladištenja odnosno skladišnog poslovanja omogućiti učinkovito upravljanje zalihama te osigurati da proizvodi budu sigurni i dostupni kad su potrebni, što je osnovna značajka za ispunjavanje potreba cijelog lanca opskrbe i optimizaciju operativnih troškova. Skladištenje je stoga skup procesa koji omogućuju da se zaprimljena roba stavi u privremeno mirovanje radi daljnje upotrebe u distribucijskom ili proizvodnom sustavu (Soucie, 2022). Slika 8. prikazuje faze logističkih aktivnosti skladištenja te njihovu integraciju s informacijskim sustava za upravljanje skladištem – WMS.

Slika 8. Prikaz faza logističkih aktivnosti skladištenja



Izvor: <https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisni-uredaji-i-sustavi/skladisni-software-wms/software>, datum pristupanja

20. srpnja 2024.

Glavne aktivnosti u skladištu uključuju:

**Prijam/ulaz robe** – uključuje aktivnosti kao što su siguran i učinkovit istovar, kvantitativna i kvalitativna provjera te evidentiranje zaprimljenih artikala na stanje. Navedeni dio logističkog procesa odvija se u Ulaznom skladištu.

Aktivnosti povezane s prijemom robe prije svega zahtijevaju planiranje. Na temelju ulazne dokumentacije, prije nego što roba stigne, važno je planirati/pripremiti prostor u skladištu te osigurati raspoloživost osoblja i potrebne opreme.

Kad roba stigne, osoblje potvrđuje njezin dolazak te evidentira vrijeme. Upotrebom manipulativnih skladišnih sredstava (viličari, pokretne trake itd.) istovaruje i zaprima robu. Slika 9. prikazuje skladišna manipulativna sredstva.

*Slika 9. Istovar/prijam robe u skladište upotrebom manipulativnih skladišnih sredstava*



Izvor: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/unloading-of-goods-in-a-warehouse-using-forklift-vector-10633440>,

datum pristupanja 20. srpnja 2024.

Pri istovaru se radi kontrola robe. Kvantitativna kojom se provjeravaju stvarne količine s količinama naznačenima na dokumentaciji, odnosno plasiranoj narudžbenici, te kvalitativna kojom se provjerava stanje robe kako bi se provjerilo da nema oštećenja te da su zadovoljeni standardi kvalitete. Ovisno o krajnjem ishodu kontrola radi se dokumentacijska zabilježba o oštećenjima ili manjkovima.

Nakon zaprimanja robe informacije se unose u informacijski sustav za upravljanje skladištem (WMS – Warehouse Management System) kako bi se ažuriralo stanje zaliha te pružile informacije dostupne svim dionicima procesa. WMS je sustav za računalno upravljanje koji omogućuje lakše manipuliranje robom i njezin smještaj na određenu lokaciju unutar skladišta. Sustavi su, uz podršku informacijske tehnologije, podrška procesima unutar poduzeća i vrlo su važni u razdobljima neočekivane promjene u potražnji. Primjerice, u sezoni je veći ulaz/izlaz robe te se javlja potreba za prebacivanjem robe s pojedinih lokacija (kako bi dobili potreban prostor), čestim pregledom stanja robe i koeficijentata obrtaja. To znači dodatne troškove, više utrošenih sati, više radnika, veće operativne troškove (Soucie, 2022).

Roba se označava odgovarajućim internim oznakama (etiketama) koje sadržavaju informacije kao što su datum zaprimanja, serijski broj, lokacija u skladištu itd. Potom se roba smješta na predviđenu lokaciju u skladištu (regal, palenti prostor ili sl.)

Pri raspakiravanju transportnu i paketnu ambalažu treba odgovarajuće odložiti, po mogućnosti reciklirati.

Kreiraju se izvještaji robe koji pomažu u vođenju robnih zaliha, inventurama, zatim u planiranju i analiziranju mogućih unapređenja procesa.

Učinkovit prijam robe važan je za operativnu učinkovitost skladišta i cjelokupnog lanca opskrbe. Svaki korak mora biti pomno planiran i proveden kako bi se smanjile pogreške, optimiziralo vrijeme i osigurala kvaliteta primljene robe.



**Skladištenje** – obuhvaća niz aktivnosti i koraka nužnih za učinkovito upravljanje robom/zalihama u skladišnom prostoru radi maksimizacije kapaciteta i minimizacije vremena pristupa robi.

Prije svega bitna je organizacija skladišnog prostora u skladu s vrstom robe, učestalošću njezine fluktuacije te specifičnim potrebama kao što su temperatura, vlažnost i sl. U skladu s navedenim prilagođava se skladišna oprema kao što su regali, zatim viličari i transportne trake te sustavi za identifikaciju (crtični kod, skeneri i RFID). RFID (radiofrekvencijski sustav označavanja robe) omogućuje identifikaciju više skladišnih jedinica odjedanput (*Soucie, 2022*).

Nakon završetka prijma robe u skladište bitan proces je upravljanje zalihama kako bi se osiguralo točno stanje i lokacija robe u skladištu. Bitno je pravilno i pravovremeno planirati proces obnavljanja zaliha na osnovi potražnje. Također u skladu sa specifičnostima odabrati optimalnu metodu rotacije zaliha kao što su FIFO (first-in, first-out) ili LIFO (last-in, first-out).

Skladišne prostore treba održavati čistima i sigurnima, kako za robu tako i za operativno osoblje i skladišnu opremu. Primjer skladišne organizacije i uređenja prikazan je na slici broj 10.

*Slika 10. Prikaz uređenja i organizacije skladišnog prostora*



Izvor: <https://logistichouse.rs/skladistenje-robe/>\_datum pristupanja 20. srpnja 2024.

Proces izdavanja robe može se provoditi u pojedinačnim koaletama ili zbirno u skladu s nalogom za izdavanje robe internoga ili eksternog naručitelja.

Vrlo važan je i proces povrata robe u slučaju reklamacija, oštećenja ili nezadovoljstva komitenta. Vraćenu robu potrebno je pregledati, napraviti procjenu stanja te odlučiti o daljnjim koracima (popravak, daljnje skladištenje, reciklaža).

Pri skladištenju najvažnije je održavanje glatkog toka robe u opskrbnom lancu. Precizna organizacija, kontrola, analiza podataka i optimizacija svih koraka omogućuju pravovremeno i točno upravljanje robom, povećavaju učinkovitost te smanjuju troškove uz povećanje zadovoljstva korisnika.

**Upravljanje zalihama u skladištu** – ima za cilj osigurati dostupnost proizvoda uz minimalne troškove i optimalno korištenje skladišnim prostorom.

Pri upravljanju zalihama iznimnu važnost ima procjena potražnje analizom empirijskih podataka o prodaji i sezonskim varijacijama kako bi se što preciznije predvidjela buduća potražnja. Zatim određivanje optimalnih razina zaliha, odnosno postavljanje ciljeva za minimalne, maksimalne i sigurnosne zalihe na osnovi procjene potražnje i vremena isporuke dobavljača.

Nužna je implementacija tehnologija za automatsku identifikaciju i prikupljanje podataka o zalihama (crtični kodovi i RFID) u kombinaciji sa softverskim rješenjima za praćenje i analizu (KPI). Prikazano na slici broj 11. Ključni pokazatelji uspješnosti pokazatelji su kojima se prati izvođenje logističkih aktivnosti (*Soucie, 2022*).

*Slika 11. Tehnologija za automatsku identifikaciju i praćenje stanja zaliha*



Izvor: <https://www.interlakemecalux.com/blog/stock-control-warehouse>, datum pristupanja 20. srpnja 2024.

Radi prevencije zastarijevanja proizvoda i smanjivanja gubitaka određuje se optimalna metoda rotacije zaliha kao što su FIFO ili LIFO. Metoda „prvi ulaz – prvi izlaz“ (First In – First Out) podrazumijeva postupak da se stavka zaliha koja je prva kupljena prva upotrijebi ili proda, tako da na kraju razdoblja na zalihama ostaju stavke koje su zadnje kupljene ili proizvedene.

FIFO metoda obračuna zaliha zapravo se temelji na fizičkom tijeku ulaza, odnosno nabave zaliha ne uzimajući u obzir visinu cijene tih zaliha i hoće li te zalihe biti utrošene tim redom (<https://www.racunovodja.hr/33/obracun-zaliha-po-fifo-metodi-uniqueidmRRWSbk196E4DjKFq6pChJStqqwHWRpu6SGzfkV23SbVRYFLS2WAvA/>).

Metoda LIFO „zadnji ulaz – prvi izlaz“ znači postupak kojim se zadnje kupljene ili proizvedene zalihe prve razdužuju sa skladišta. Tako na zalihama ostaju stavke koje su prve kupljene ili proizvedene. FIFO i LIFO metoda temelje se na fizičkom toku ulaza (nabave) zaliha bez obzira na visinu cijena tih zaliha i neovisno o tome hoće li zalihe stvarno biti utrošene prema tom redu. Prema tome, vrijednost utrošaka i zaliha koja će se dobiti njihovom primjenom ovisit će o tome rastu li ili padaju troškovi nabave zaliha (*Poslovni dnevnik, 2010*).

Sigurnosne zalihe su količina robe u skladištu koja se drži radi osiguranja od nepredviđenih promjena u potražnji ili ponudi robe. One kod proizvodnih poduzeća osiguravaju kontinuitet proizvodnje, a kod trgovinskih poduzeća kontinuiranu prodajnu spremnost (*Soucie, 2022*). Također su nužne za amortizaciju neočekivanih skokova u potražnji ili kašnjenja u isporuci.

ABC Analiza – klasifikacija zaliha na osnovi vrijednosti i učestalosti prodaje kako bi se usmjerilo na najvažnije proizvode (klasa A). ABC analiza je alat koji pomaže u kontroli i upravljanju zalihama jer na temelju podataka o godišnjoj potrošnji (vrijednosno i količinski) poduzeća mogu definirati A, B i C skupine roba te odgovarajuće strategije praćenja i kontrole zaliha (Soucie, 2022).

**Sustav „točno na vrijeme“** (engl. *Just in time*) usmjerava se na minimizaciju zaliha i isporuku točno na vrijeme. Podrazumijeva isporuku robe upravo na vrijeme, odnosno to je strategija brzog odgovora na potrebe kupca i proizvodnje (Golhar i Stamm, 1991). Temelji se na držanju minimalnih količina zaliha te proizvodnje i distribucije isključivo kad se pojavi potreba. Da bi sustav funkcionirao, nužna je koordinacija i usklađenost svih subjekata unutar sustava (Soucie, 2022). Sustav ima nekoliko ključnih prednosti, koje se ogledaju u smanjenju troškova skladištenja, povećanoj učinkovitosti proizvodnih procesa, bržoj prilagodbi promjenama na tržištu, smanjenjem svih vrsta otpada, povećanoj kvaliteti i preciznosti, boljoj koordinaciji (usklađivanju) s dobavljačima, smanjenju vremena isporuke. Općenito JIT metoda omogućuje brže reakcije na promjene u narudžbama i prilagodbu proizvodnje trenutačnim potrebama tržišta. Iako implementacija JIT-a može biti izazovna i zahtijeva pomno planiranje i usklađivanje svih dijelova proizvodnog dijela opskrbnog lanca, prednosti koje donosi mogu znatno poboljšati ukupnu učinkovitost i konkurentnost tvrtke.

Tvrtke nastoje ustanoviti koliku količinu robe valja naručiti, a da im omogući najniže troškove nabave, dopreme, skladištenja i zaliha uz istodobno zadovoljenje zahtjeva sigurnosti isporuke kupcima. Ta se količina naziva **ekonomična količina narudžbe** (EOQ – Economic Order Quantity). EOQ metoda služi za određivanje optimalne količine narudžbi koja minimizira ukupne troškove zaliha uključujući troškove naručivanja i skladištenja (Sanni et al., 2020).

Nezaobilazno je i odgovarajuće upravljanje povratom zaliha koje uključuje povrat robe od komitenata ili prekomjernih zaliha u skladištu za ponovnu upotrebu, reciklažu ili zbrinjavanje. Provjera stanja vraćene robe i odlučivanje o daljnjim koracima.

**Kontrola kvalitete** važan je aspekt logističkih operacija koji osigurava da roba/proizvodi ispunjavaju određene standarde prije nego što budu poslani kupcima ili prije početka uporabe u proizvodnim procesima. Kontrola pomaže u održavanju visoke razine zadovoljstva kupaca, smanjenju povrata i reklamacija, kao i minimiziranju troškova povezanih s neispravnim/nesukladnim proizvodima.

Vizualna i kvantitativna inspekcija odrađuju se pri prijmu robe kako bi se utvrdilo postoje li vidljiva oštećenja ili nepravilnosti, dok se kvantitativna odrađuje brojenjem i mjerenjem te verifikacijom dokumentacije kako bi se uskladila stvarna i specificirana količina s onom naznačenom na dokumentaciji.

Kvalitativna kontrola provodi se uzimanjem uzoraka iz svake serije robe za detaljniju inspekciju, AQL (Acceptable Quality Level) (*Love et al., 1995*). Zatim slijede različite vrste testiranja kako bi se provjerile posebne značajke proizvoda kao što su dimenzije, kvaliteta materijala, funkcionalnost i trajnost. Uzorci se provjeravaju u odnosu na tehničke specifikacije te unaprijed definirane standarde kvalitete. Roba koja je prošla kontrolu kvalitete označava se odgovarajućim etiketama ili crtičnim kodovima o čemu se vodi evidencija koja uključuje rezultate svih inspekcija i testova.

Generirani podaci koriste se za izradu izvještaja te identifikaciju trendova i područja za poboljšanje.

Da bi navedeni proces mogao funkcionirati na razini maksimalne učinkovitosti uz pridržavanje najboljih praksi, ključna je kontinuirana obuka zaposlenika o novim standardima kvalitete i tehnikama inspekcije.

**Otpremanje robe** – dio logističkog procesa skladištenja koji uključuje sve aktivnosti potrebne za pripremu i isporuku robe kupcima. Ovisno o veličini poduzeća, a samim time i skladišnog prostora, otpremanje robe organizira se iz Izlaznog skladišta ili Skladišta gotovih proizvoda. Kao i svaka karika logističkog lanca, i ovaj dio procesa mora biti dobro organiziran i učinkovit kako bi isporuka bila točna i pravovremena.

Proces pripreme otpremanja robe počinje zaprimanjem narudžbenice te provjerom količina i ostalih specifičnih zahtjeva povezanih s isporukom. Ovisno o modelu poslovanja, narudžbenice se

zaprimaju preko različitih kanala (ERP, e-poruke, e-commerce platforma) i unose u sustav za upravljanje skladištem (WMS) (Klaus et al., 2000). Nakon toga slijedi kreiranje plana otpreme koji uključuje redoslijed pripreme i isporuke, alokaciju resursa i određivanje prioriteta.

ERP (engl. *Enterprise Resource Planning*), ili sustav planiranja resursa poduzeća, integrirani je softverski sustav koji pomaže organizacijama u upravljanju i automatizaciji različitih poslovnih procesa. ERP sustavi objedinjuju podatke i funkcije iz svih odjela unutar poduzeća, omogućujući bolju koordinaciju i učinkovitost. Ključna obilježja ERP sustava su interakcija podataka, automatizacija poslovnih procesa, poboljšana analiza i menadžersko izvještavanje, prilagodba potrebama poduzeća i povezivanje funkcija unutar poduzeća.

WMS (engl. *Warehouse Management System*), ili sustav upravljanja skladištem, softverska je aplikacija koja pomaže u upravljanju i optimizaciji operacija unutar skladišta. WMS omogućuje učinkovito praćenje, organizaciju i kontrolu svih aktivnosti koje se odvijaju unutar skladišta, od prijma robe do isporuke (Andiyappillai, 2020).

*Slika 12. Prikaz organizacije/optimizacije utovara robe na kamion s više adresa isporuka*



Izvor: <https://vtransgroup.com/which-one-is-better-trl-or-truckload/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Slijedi komisioniranje robe gdje se tražena roba ili artikli iz narudžbe preuzimaju sa skladišta i objedinjuju u pošiljku koja se pakira u odgovarajuću transportnu ambalažu, zaštićuje materijalima kao što su folija, karton ili sl. te se označava etiketama koje sadržavaju sve potrebne informacije za dostavu. Kreira se potrebna dokumentacija za isporuku, uključujući otpremnice, fakture i prateće transportne dokumente te se roba utovara na prikladna transportna sredstva i šalje na isporuku.

Slika 12. prikazuje kombiniranu otpremu robe s četiri različite pošiljke objedinjene u jednom prijevoznom sredstvu radi optimizacije transportnih kapaciteta te racionalizacije troškova.

### **3.2. PRIMJENA NAČELA ZELENE LOGISTIKE U SKLADIŠTENJU**

Primjena načela zelene logistike u skladištenju podrazumijeva integraciju održivih praksi koje smanjuju negativan utjecaj skladišnih operacija na okoliš. Zelena logistika obuhvaća različite prakse i strategije koje mogu znatno smanjiti ekološki otisak logističkih aktivnosti. To uključuje smanjenje potrošnje energije, optimizaciju prostora, uporabu ekološki prihvatljivih materijala i smanjenje otpada.

#### **Ključni aspekti primjene zelene logistike u skladištenju:**

**Energetska učinkovitost** uključuje optimizaciju potrošnje energije u skladištima kako bi se smanjila ukupna potrošnja energije, troškovi te negativni utjecaj na okoliš.

Znatan prostor povećanja energetske učinkovitosti zasigurno se može postići u području rasvjete i osvjetljavanja skladišnih prostora zamjenom tradicionalnih rasvjetnih tijela s LED rasvjetom koja troši manje električne energije te ima dulji vijek trajanja. Kao dodatna mjera u područjima skladišta u kojima nije stalno potrebna rasvjeta preporučuje se ugradnja senzora pokreta koji se automatski uključuju i isključuju.

Tijekom dana svakako najveću pozornost valja usmjeriti na iskorištavanje prirodnog svjetla kroz prozore, svjetlosne kupole ili transparentne krovove kako bi se smanjila potreba za umjetnim svjetlom.



*Slika 13. Solarni paneli na krovu skladišta*



Izvor: <https://hr.benweilight.com/info/warehouse-led-lighting-71311004.html>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Slika 13. prikazuje instalaciju solarne elektrane na krovu skladišta za proizvodnju vlastite električne energije čime se smanjuju troškovi za električnu energiju i reduciraju emisije CO<sub>2</sub>, dok slika 14. prikazuje LED rasvjetna tijela u skladištu karakteristična zbog svoje štedljivosti i učinkovitosti, dugog vijeka trajanja i nižih troškova održavanja. Kombinacija oba sustava zaokružuje sustav energetske učinkovitosti rasvjete.

*Slika 14. LED rasvjetna tijela u skladištu*



Izvor: <https://hr.globalsteelstructure.com/steel-structure/steel-structure-warehouse/solar-panel-logistics-warehouse-building.html>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.



Nakon rasvjete slijede aspekti povezani s grijanjem, ventilacijom i klimatizacijom (HVAC) koji uključuju uporabu modernih energetski učinkovitih sustava. Tu svakako spada i poboljšanje izolacije zidova, krovova i vrata kako bi se smanjili gubici topline i potrebe za grijanjem i hlađenjem. Implementacija sustava za zoniranje (npr. zračne zavjese) koji omogućuju kontrolu temperature u različitim dijelovima skladišta u skladu sa stvarnim potrebama (Slika 15.).

*Slika 15. Sustav za toplinsko zoniranje prostora u skladištu – zračne zavjese*



Air Curtains System

Izvor: <https://www.linkedin.com/pulse/al-emran-hossain-vwzne/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Primjena obnovljivih izvora energije u vidu instalacija solarnih panela na krovovima skladišta za proizvodnju električne energije ili pak na pogodnim geografskim lokacijama ugradnja vjetroturbina za generiranje dodatne energije.

Positivan doprinos uštedi energije također se može postići optimizacijom rasporeda skladištenja, odnosno boljim planiranjem skladištenja kako bi se smanjila potreba za premještanjem robe. Upotreba energetski učinkovitih motora i pogona za opremu kao što su viličari, transportne trake i dizalice u kombinaciji s automatiziranim sustavima za rukovanje robom (npr. robotski sustavi) koji svojom brzinom i učinkovitošću pridonose manjoj potrošnji energije.

Edukacija zaposlenika o važnosti energetske učinkovitosti i poticanje praksi koje štede energiju u kombinaciji sa sustavima za upravljanje energijom (EMS) koji omogućuju praćenje i optimizaciju potrošnje energije u realnom vremenu. Vođenje evidencije o emisijama CO<sub>2</sub> i drugim ekološkim pokazateljima kako bi se identificirala područja poboljšanja i usmjerili napori na ostvarivanje poboljšanja.

Primjenom navedenih strategija skladišta mogu znatno smanjiti potrošnju energije, što pridonosi smanjenju operativnih troškova i očuvanju okoliša.

**Optimizacija skladišnog prostora** ključna je za povećanje učinkovitosti skladišta, smanjenje troškova i operativnih performansi, što pridonosi boljoj usluzi za klijente te povećava pozitivan doprinos na okoliš.

Prilagoditi dizajn i raspored skladišta kako bi se maksimalno iskoristio prostor i smanjila potreba za dodatnim kapacitetima, a time i potreba za dodatnim grijanjem ili hlađenjem. Upotreba visokih regala i polica kako bi se iskoristio vertikalni prostor skladišta te ugradnja mezanina za stvaranje dodatnih razina skladišnog prostora. Primjer optimizacije skladišnog prostora ugradnjom mezanina prikazan je na slici broj 16.

*Slika 16. Prikaz optimizacije skladišnog prostora ugradnjom mezanina*



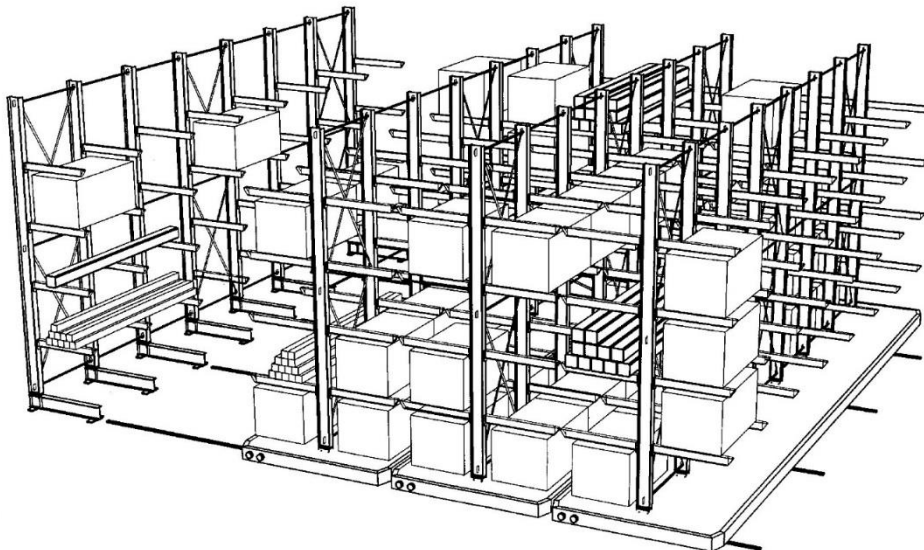
Izvor: <https://sec-group.co.uk/knowledge-hub/what-is-a-mezzanine-floor/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Optimizacija širina prolaza prema stvarnim potrebama opreme za rukovanje i manipulaciju robom kako bi protok robe bio optimalan, bez nepotrebnih gubitaka prostora. Upotreba skladišne opreme koja omogućuje dinamičku prilagodbu u skladu s trenutačnim potrebama. Uporaba automatiziranih sustava za rukovanje robom poput automatski vođenih vozila (AVG) i robotskih sustava za pohranu i dohvat (AS/RS) radi poboljšanja učinkovitosti i smanjenja potrebe za velikim prolazima. Instalacija transportnih traka za brzo i učinkovito premještanje robe unutar skladišta.

Primjena modularnih skladišnih sustava koji se mogu lako prilagoditi promjenama u vrsti i količini skladišnih proizvoda te implementacija pokretnih polica koje omogućuju otvaranje samo potrebnog prolaza i time maksimiziraju iskoristivost prostora (Slika 17.).

Osim optimizacije skladišta i skladišne opreme za postizanje maksimalnih performansi skladišnih procesa, bitna je i implementacija sustava za upravljanje skladištem (WMS) koji u kombinaciji s uporabom RFID-a i crtičnog koda omogućuje brže i točnije praćenje inventara u stvarnom vremenu te optimizaciju rasporeda skladištenja i poboljšavaju točnosti zaliha.

*Slika 17. Prikaz pokretnih modularnih skladišnih regala za maksimizaciju iskoristivosti prostora*



Izvor: <https://www.ohra.hr/konzolni-regal#gallery-34389-1>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Osim skladišta i manipulacijske i softverske opreme izričitu važnost ima i samo rukovođenje, odnosno optimizacija procesa skladišnih tokova.

Grupiranje sličnih proizvoda u određene zone kako bi se olakšao pristup i smanjilo vrijeme traženja. Klasifikacija proizvoda prema frekvenciji korištenja (ABC analiza) i njihovo skladištenje u skladu s time kako bi se smanjila udaljenost rukovanja.

Implementacija JIT (Just-in-time) sustava koji minimiziraju količinu zaliha u skladištu čime se smanjuje potreba za skladišnim prostorom. Cross-docking strategije gdje se proizvodi odmah prebacuju iz ulaznog skladišta u izlazno bez dugotrajnog skladištenja (*Soucie, 2022*).

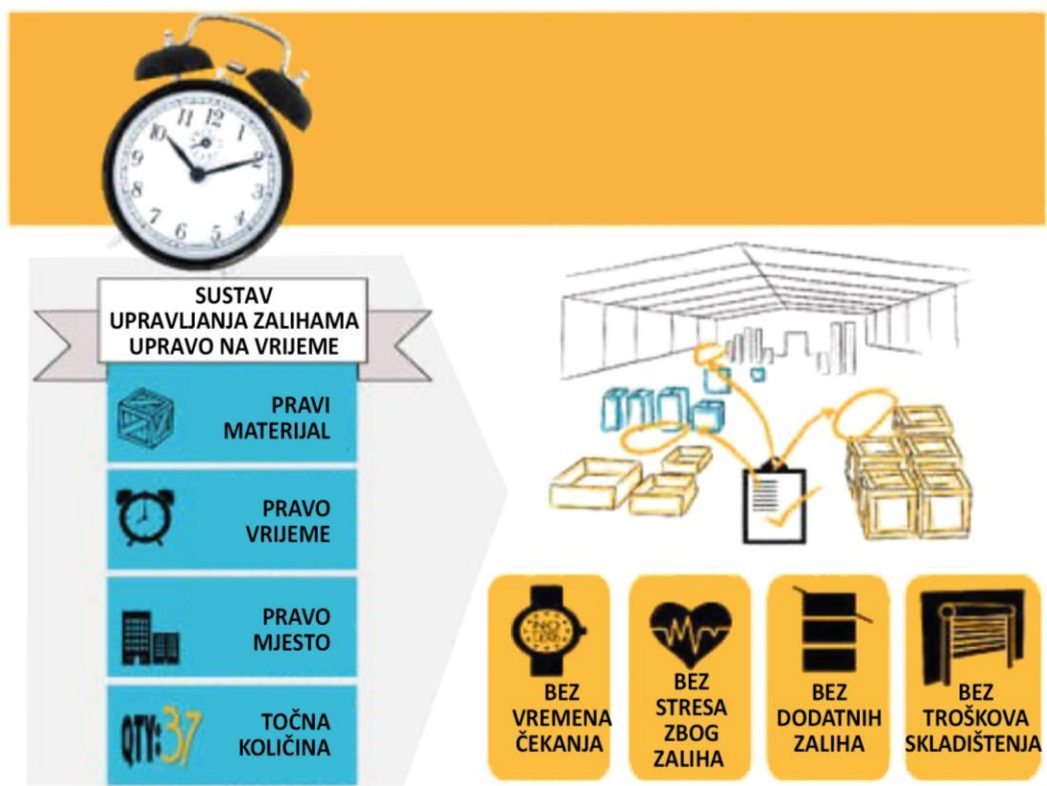
Ključno je također redovito provođenje analiza i kontrola kako bi se identificirala uska grla te utvrdile mjere za poboljšanja i unapređenja.

**Upravljanje otpadom u skladištu** važno je za smanjenje negativnog utjecaja na okoliš i povećanje učinkovitosti operacija. Prvi korak može biti uporaba održivih, recikliranih i prihvatljivih materijala u izgradnji i opremanju skladišta, a sljedeći u racionalnom upravljanju otpadom koji uključuje ponovnu upotrebu i recikliranje otpada (Slika 19.).

Optimizacija pakiranja, odnosno uporaba minimalne količine ambalaže uključuje upotrebu prilagođenih veličina kutija i minimiziranje nepotrebnih materijala. Smanjenje upotrebe fizičke dokumentacije (papira) uvođenjem digitalnih sustava za narudžbe, dostavnu dokumentaciju, račune i ostalo.

Just-in-time (JIT) metoda kojom se smanjuju količine zaliha također utječe na smanjivanje stvaranja otpada zbog zastarjelosti ili kvarenja proizvoda (Slika 18.).

Slika 18. Ilustrativni prikaz Just-in-time metode upravljanja zalihama



Izvor: <https://www.valleybox.com/blog/bid/130296/benefits-of-jit-just-in-time>, , datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Primjena višekratne ambalaža kao što su plastične kutije i boksevi, palete i kontejneri koji se mogu popravljati i održavati te ponovno upotrebljavati. Ako je moguće, upotrebljavati ambalažu od recikliranih i biorazgradivih materijala.

Postavljanje jasno označenih spremnika za različite vrste otpada (karton, plastika, metal, drvo, staklo) kako bi se olakšalo razvrstavanje i recikliranje. Suradnja s ovlaštenim tvrtkama za skupljanje otpada za odvoz opasnoga i neopasnog otpada.

Ako skladište generira organski otpad poput ostataka hrane, ti se materijali mogu kompostirati kako bi se smanjio otpad koji ide na odlagališta.

Redovita obuka zaposlenika o važnosti primjene „Zero-Waste“ praksi koje teže nultoj stopi otpada kroz reciklažu, ponovnu upotrebu i smanjenje nepotrebnog materijala.

Osim smanjenja otpadnog materijala, znatan prostor za racionalizaciju jest i u smanjenju potrošnje vode instalacijom uređaja za štednju vode kao što su niskoprotodne slavine i toaleti. Zatim primjena sustava za skupljanje i uporabu kišnice za potrebe čišćenja i zalijevanja zelenih površina.

Uvođenje sustava za praćenje količine i vrste otpada koji se generiraju u skladištu kako bi se identificirale prilike za smanjenje.

Redovito izvještavanje o postignutim ciljevima smanjenja potrošnje vode i otpada te uspjesima u upravljanju otpadom kako bi se jamčila transparentnost i potaknuo daljnji napredak u poboljšavanju ekoloških performansi i doprinosu ekološkom razvoju.

*Slika 19. Prikaz kružnog upravljanja resursima*



Izvor: <https://www.ekos-orlovnjak.hr/index.php/rgco-orlovnjak-1/blog/210-gospodarenje-otpadom>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

### 3.3. LOGISTIČKA AKTIVNOST TRANSPORTA

Logistička aktivnost transporta ključna je za ukupnu učinkovitost cijelog lanca opskrbe. Teško bi se moglo zamisliti pravovremena opskrba tržišta i zadovoljavanje potražnje za robom bez učinkovito organiziranog transporta. To je proces planiranja, implementacije i kontrole učinkovitog kretanja robe, usluga i informacija od početne do završne točke. Transport u logistici obuhvaća različite vrste prijevoza kao i različite metode upravljanja.

#### **Osnovni elementi logističke aktivnosti transporta:**

**Planiranje rute i načina prijevoza** izravno utječu na troškove, vrijeme isporuke, sigurnost robe, odnosno općenito na uspjeh cijele logističke operacije. Bitno je u skladu sa specifičnostima robe, troškovima i vremenskim ograničenjima odabrati optimalnu rutu i vrstu transporta.

Svakom planiranju treba prethoditi analiza zahtjeva i ograničenja o specifičnostima robe, dimenzijama, težini, osjetljivosti na pojedine podražaje te vrijednosti. Geografska udaljenost, odnosno udaljenost između polazne i odredišne destinacije određuje optimalnost vrste prijevoza. Vrlo je bitno definirati i rokove transporta. Zahtjev za prijevoz u određenom roku može ograničiti mogućnost transporta na brže, ali skuplje opcije. Naposljetku treba uzeti u obzir regulatorne zahtjeve, zabrane i ograničenja te carinske propise ako je riječ o multilateralnom ili interkontinentalnom transportu. Slika 20. prikazuje vrste transporta i transportnih sredstava.



Slika 20. Vrste transporta



Izvor: <https://www.blog.enpeks.rs/kako-odabrati-usluge-enpeks-a/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

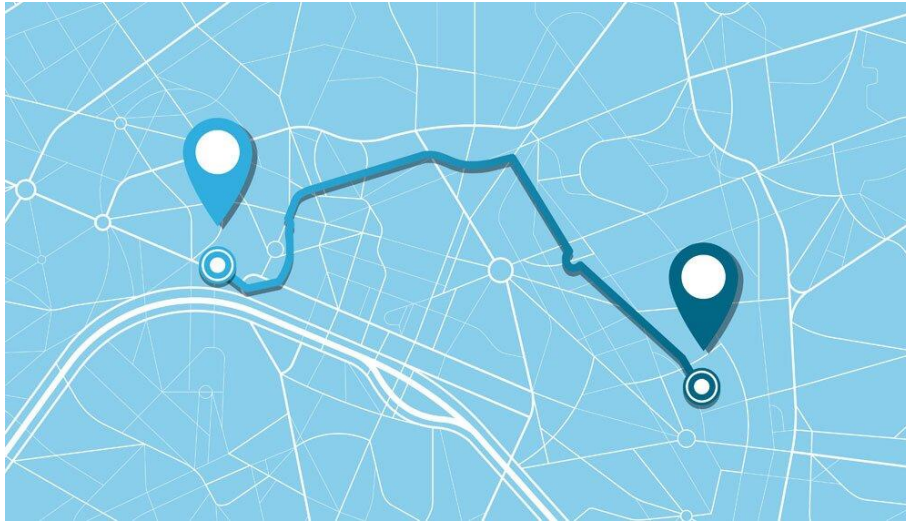
Nakon analize slijedi odabir optimalne metode prijevoza. Kopneni prijevoz (cestovni i željeznički) idealan je za kratke i srednje udaljenosti unutar kontinenta. Cestovni prijevoz je fleksibilan i pogodan za organizaciju dostave od vrata do vrata, dok je željeznica ekonomičnija za prijevoz velikih količina robe. Zračni prijevoz je najbrži, ali i najskuplji oblik transporta pogodan za hitne i vrijedne pošiljke manjih količina. Vodni, odnosno pomorski transport najisplativiji je za transport velikih količina robe na duge razdaljine, posebno za interkontinentalne pošiljke. Kombinaciju svih navedenih vrsta transporta nazivamo multimodalni transport, a pogodan je za optimizaciju troškova i vremena isporuke (npr. kamion-vlak-brod).

Planiranje, odnosno optimizacija same rute (Slika 21.) danas se uglavnom određuje s pomoću softverskih alata koji uzimaju u obzir čimbenike poput gužve, vremenskih prilika, zapreka na putovima te druge relevantne parametre. Ovisno o vrsti transporta i specifičnostima koje iz toga proizlaze, bitna je identifikacija ključnih točaka na ruti kao što su terminali, skladišta, carine, mjesta za odmor vozača i sl. Pri planiranju ključno je prepoznavanje potencijalnih rizika poput



loših vremenskih uvjeta, političke nestabilnosti ili prirodnih nepogoda kako bi se na vrijeme definirale alternativne rute.

*Slika 21. Planiranje transportne rute*



Izvor: <https://cvs-mobile.com/hr/rje%C5%A1enja/Planiranje-rute>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Pri planiranju također je potrebno voditi brigu o konsolidaciji pošiljaka te analizirati širu sliku, ne samo jednu pošiljku, kako bi se kombinacijom manjih pošiljaka u jednu veću smanjili troškovi transporta i maksimizirala učinkovitost. Valja planirati najučinkovitije točke za distribuciju uzimajući u obzir lokacije skladišta, distributivnih centara i naposljetku kupaca.

Učinkovito planiranje rute i metoda prijevoza može znatno smanjiti troškove, skratiti vrijeme isporuke, smanjiti rizike i povećati ukupnu učinkovitost logističkog sustava. To je logistički zadatak koji zahtijeva pomno i detaljno razmatranje svih relevantnih čimbenika i konstantno prilagođavanje promjenama.

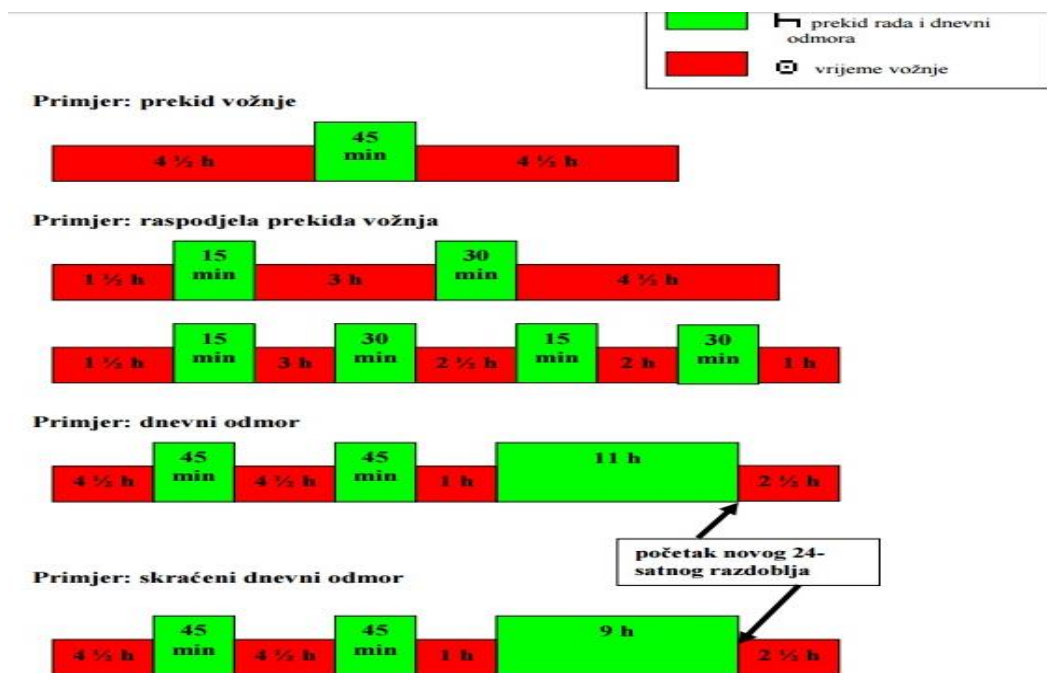
**Upravljanje vozilima i resursima** osigurava optimalnu upotrebu transportnih sredstava, ljudskih resursa i drugih logističkih resursa radi maksimizacije učinkovitosti i minimizacije troškova.

Flotni menadžment uključuje redovno održavanje i inspekciju vozila kako bi se smanjili kvarovi, produljio vijek trajanja vozila te jamčila sigurnost i pouzdanost u transportu. Uporaba softverskih

rješenja za praćenje stanja voznog parka, uključujući podatke o potrošnji goriva, održavanju, prijeđenim kilometrima i performansama vozača. Planiranje ruta i rasporeda vožnji tako da se vozila rabe učinkovito uz minimalne prazne vožnje.

Planiranje radnog vremena vozača u skladu sa zakonima o radnim satima i obveznim odmorima kako bi se smanjio umor i povećala sigurnost (Slika 22.). Stalna obuka vozača za sigurno upravljanje vozilima, učinkovito planiranje ruta te uporaba tehnologija za praćenje i navigaciju. Razvijanje sustava nagrađivanja za vozače koji postižu visoke performanse u vezi s ekonomičnom vožnjom, točnošću isporuka i sigurnošću.

Slika 22. Planiranje radnog vremena i obveznih odmora vozača kamiona



Izvor: <https://autobusiikamioni.blogspot.com/2016/12/radno-vrijeme-vozacai-vrijeme-odmora.html>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Optimizacija resursa s naglaskom na optimalnu pripremu skladišnih kapaciteta radi smanjenja potrebnog vremena za utovar i istovar robe. Kombiniranje različitih pošiljki u jedno prijevozno sredstvo kako bi se maksimizirao kapacitet prijevoza i smanjili troškovi po jedinici. Za postizanje navedenih ciljeva u velikim sustavima nužna je upotreba ERP sustava koji omogućuje bolje

planiranje, praćenje i analizu uporabe resursa. Zatim primjena GPS sustava za praćenje lokacije vozila u realnom vremenu kao i telemetrijskih sustava za prikupljanje podataka o brzini vožnje te potrošnji goriva.

Prikupljeni podaci koriste se za analizu performansi vozila, vozača i ukupne flote radi identifikacije problema i prilika za optimizaciju. Osim operativne učinkovitosti, sve veće značenje ima i ekološka učinkovitost procesa koja uključuje praćenje emisije ispušnih plinova i potrošnje goriva radi smanjenja ugljičnog otiska.

**Praćenje i kontrola transporta** važni su aspekti logističkih operacija koji omogućuju upravljanje kretanjem robe u realnom vremenu kako bi pošiljke na odredište stigle sigurno i na vrijeme. Ovi procesi uključuju upotrebu različitih tehnologija i metoda za nadzor, analizu i optimizaciju transporta.

Najrasprostranjenija i najviše korištena tehnologija za praćenje svakako je GPS, koja omogućuje praćenje lokacije vozila ili pošiljke u stvarnom vremenu. Posebno je korisna za upravljanje rutama, praćenje progressa i obavješćavanje klijenta o statusu isporuke (Slika 23.). Sljedeće su RFID tagovi i čitači koji se koriste za automatsko praćenje pošiljki u skladištima i transportnim hubovima. Ova tehnologija pomaže brzom prepoznavanju i lociranju pošiljke. Slijede telemetrijski sustavi koji prikupljaju podatke o performansama vozila kao što su brzina, potrošnja goriva i ponašanje vozača što omogućuje akcijska djelovanja u optimizaciji operacija i povećanju sigurnosti. Senzori u vozilima mogu pratiti uvjete u kojima se roba prevozi (temperatura, vlažnost i sl.) što je važno za osjetljive proizvode poput hrane ili lijekova. Zatim digitalizacija dokumenata i evidencija koje omogućuju lakši pristup podacima te pridonose transparentnosti cjelokupnog procesa.

Prikupljenim podacima upravlja se iz kontrolnih ili flotnih ili dispečerskih centara koji prate sve podatke i informacije te omogućuju brzu reakciju na sve promjene nastale u procesu. Centri omogućuju stalnu komunikaciju između vozača, dispečera i menadžera što je ključno za brzo rješavanje problema i prilagođavanje planova u hodu. Doprinos daju i automatski sustavi koji šalju obavijesti u slučajevima odstupanja od planirane rute, kašnjenja ili drugih problema, omogućujući pravovremenu intervenciju. U slučajevima zatvorenih prometnica, prometnih gužvi ili vremenskih

nepogoda kontrolni sustavi mogu preporučiti alternativne rute kako bi se izbjegla ili smanjila kašnjenja.

*Slika 23. Praćenje i kontrola transportnog procesa*



Izvor: <https://www.spin.hr/novosti/pracenje-transporta>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Softveri za praćenje često omogućuju automatsko generiranje izvještaja cjelokupne transportne aktivnosti koji pomažu u identifikaciji problema i prilika za poboljšanje. Određeni sustavi također omogućuju prediktivnu analizu, odnosno predviđanje potencijalnih problema kao što su kvarovi na vozilu ili kašnjenja kako bi se moglo pravovremeno reagirati. Omogućuju stalno prilagođavanje rute i rasporeda u realnom vremenu što povećava učinkovitost.

Praćenje i kontrola transportnih aktivnosti važni su za sigurne i pravovremene isporuke. Kombinacija suvremenih tehnologija, kontrolnih centara i analize podataka omogućuju učinkovito upravljanje cjelokupnim procesima smanjujući rizike i optimizirajući troškove.

**Usklađivanje sa zakonskim regulativama** nužno je kako bi sve transportne operacije bile u skladu sa zahtjevima i standardima na lokalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini. Nepoštovanje

regulativa može dovesti do ozbiljnih posljedica uključujući kazne, kašnjenja u isporuci, narušavanje dobrog ugleda, pa čak i prekida poslovanja.

U skladu s djelatnošću transportne kompanije moraju posjedovati odgovarajuće licence za obavljanje svojih djelatnosti, uključujući dozvole za međunarodni transport. Posjedovanje licence potvrđuje udovoljavanje tehničkim, tehnološkim, kadrovskim i financijskim zahtjevima regulatora, odnosno zakonodavca. Operativno osoblje, poglavito vozači, moraju imati dozvole za upravljanje vozilima kao i za prijevoz opasnih materijala (ADR, slika 24.) ili tereta velike mase (*Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, 2024*).

Slika 24. ADR certifikat za vozača



Izvori: <https://mmpi.gov.hr/promet/cestovni-promet-124/prijevoz-opasnih-tvari-u-cestovnom-prometu-adr/adr-potvrda-za-vozace/22018>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Sva vozila moraju se redovito pregledavati i održavati u skladu sa zakonskim standardima kako bi se jamčila njihova tehnička ispravnost.

Ovisno o vrsti i dimenzijama, roba na vozilima mora se utovariti i transportirati u skladu sa zakonskim regulativama, dok sigurnosni pojasevi i fiksatori moraju sadržavati potrebne certifikate. Slika 25. prikazuje obvezne oznake za označavanje vozila koja prevoze opasne terete.

*Slika 25. ADR oznake za označavanje vozila pri transportu opasne robe*



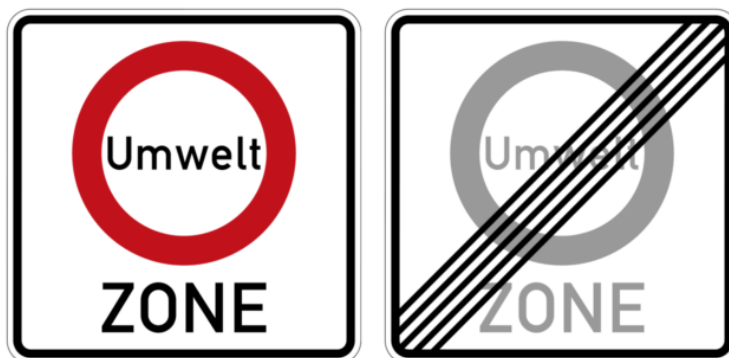
Izvor: <https://cltautotrasporti.it/transport-of-dangerous-goods/?lang=en>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Vozači su podložni strogim pravilima koja reguliraju maksimalno radno vrijeme, minimalne pauze te dnevne i tjedne odmore koji se evidentiraju s pomoću uređaja tahograf. Prikupljeni podaci moraju se čuvati i često su predmet inspekcija.

U međunarodnom transportu ključno je usklađivanje s carinskim regulativama, što uključuje pravilnu deklaraciju robe, poštovanje carinskih tarifa i kvota te pribavljanje potrebnih dozvola i certifikata. U nekim su slučajevima potrebni certifikati o podrijetlu robe kako bi se ispunili zahtjevi zemalja uvoznica ili iskoristile preferencijalne carinske kvote.

Ekološki standardi za vozila zahtijevaju da vozila ispunjavaju određene ekološke standarde (npr. Euro 6 standardi emisije ispušnih plinova) kako bi se smanjio negativan utjecaj na okoliš i životnu sredinu. Pojedine regije dopuštaju transport samo vozilima najviših ekoloških standarda te transport samo tijekom određenih razdoblja. Slika 26. prikazuje označavanje ekoloških zona u Njemačkoj, dok slika 27. prikazuje obvezne oznake za vozila kojima se označavaju vozila s pravom pristupa određenim zonama.

*Slika 26. Oznake ekoloških zona u Njemačkoj u koje je zabranjen pristup vozilima koja zagađuju okolinu; Ekoplakete za označavanje vozila u Njemačkoj*



Izvor: <https://www.germanemissionssticker.com/hr/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

*Slika 27. Ekoplakete za označavanje vozila u Njemačkoj*



Izvor: <https://www.germanemissionssticker.com/hr/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Transportne kompanije također moraju biti usklađene sa zakonskim zahtjevima koji se odnose na plaćanje poreza, među ostalim poreza na gorivo, cestarine i druge takse. Moraju se voditi točne evidencije o poslovanju te podnositi izvještaji regulatorima.

Transportne kompanije koje posluju s osobnim podacima (npr. podaci o klijentima) moraju biti usklađene sa zakonima o zaštiti podataka kao što je GDPR u Europskoj uniji.

Usklađivanje sa zakonskim regulativama u transportu zahtijeva pomno praćenje zakonskih promjena, stalnu edukaciju zaposlenika te implementaciju i reviziju procedura i tehnologija koje omogućuju odvijanje svih operacija u skladu s relevantnim pravilima i standardima.

**Upravljanje rizicima u transportnoj logistici** uključuje identifikaciju, procjenu, praćenje i ublažavanje rizika koji mogu utjecati na transportne operacije smanjujući vjerojatnost i potencijal nepovoljnih događaja.

*Slika 28. Matrica procjene rizika*

		VELIČINA POSLJEDICA (ŠTETNOSTI)		
		MALA	SREDNJA	VELIKA
VJEROJATNOST	MALA	MALI RIZIK	MALI RIZIK	SREDNJI RIZIK
	SREDNJA	MALI RIZIK	SREDNJI RIZIK	VELIKI RIZIK
	VELIKA	SREDNJI RIZIK	VELIKI RIZIK	VELIKI RIZIK

Izvor: <https://www.czs.hr/hr/procena-rizika>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

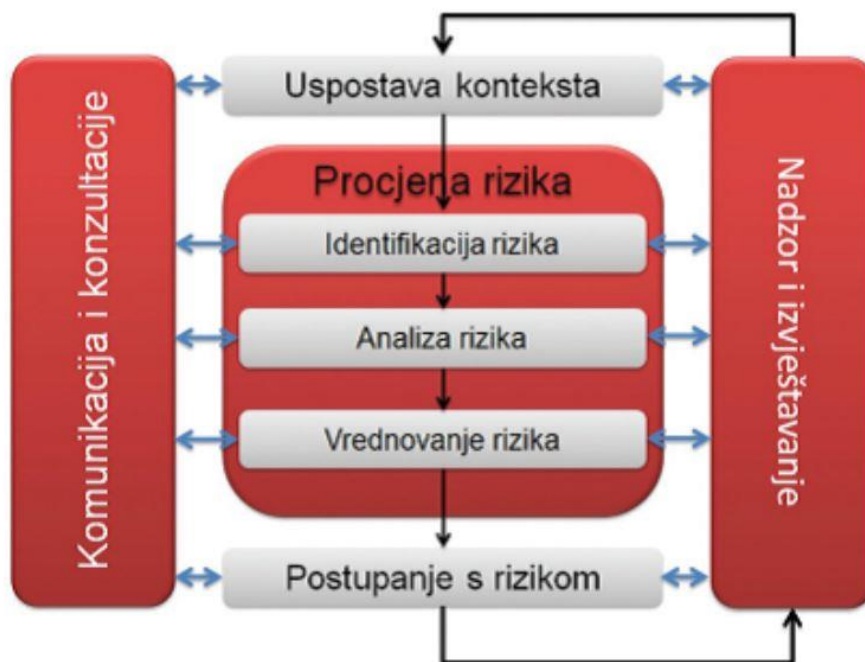
Rizici se mogu identificirati kao fizički, operativni, regulatorni, financijski, prirodni i geopolitički. Fizički rizici uključuju oštećenje ili gubitak robe tijekom transporta, prometne nesreće, krađe, vandalizam i kvarove vozila. Operativni su pogreške u planiranju ruta, loše održavanje vozila i ljudske pogreške. Regulatorni rizici povezani su s neusklađenošću sa zakonskim regulativama, što može rezultirati kaznama, zadržavanjem robe ili obustavom procesa. Promjene u cijenama ulaznih troškova, valutni rizici u međunarodnom transportu, kašnjenja u izvršavanju obaveza ili neizvršavanje ugovora spadaju u financijske rizike. Prirodni rizici su moguće vremenske nepogode kao što su oluje, poplave, potresi, dok su geopolitički politička nestabilnost, ratovi, terorizam, embargo ili sankcije u regijama planirane transportne rute.

Nakon identifikacije slijedi procjena rizika, odnosno analiza vjerojatnosti i utjecaja. Procjena koliko je vjerojatno da se određeni rizik dogodi i koliki bi bio njegov utjecaj na operacije. S pomoću alata poput matrica rizika (slika 28.) kompanije mogu rangirati rizike prema ozbiljnosti, što pomaže u određivanju prioriteta u procesu upravljanja rizicima. Razmatranje različitih scenarija prema



kojima bi se određeni rizici mogli manifestirati te analiza potencijalnih posljedica. Koraci u upravljanju rizicima prikazani su na slici broj 29.

Slika 29. Koraci u upravljanju rizicima



Izvor: <https://www.bioinstitut.hr/blog/kemija/procjene-rizika-laboratorijima-bioinstituta-119/>,  
datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Radi ublažavanja rizika provode se preventivne mjere koje uključuju redovito održavanje vozila, obuku vozača i operativnog osoblja, planiranje alternativnih ruta i primjenu sigurnosnih protokola za transport robe. Uporaba različitih ruta, prijevoznika ili metoda transporta kako bi se smanjila ovisnost o jednom izvoru i smanjio rizik potpunog prekida u lancu dobave. Ugovaranje odgovarajućih polica osiguranja za pokriće različitih vrsta rizika uključujući osiguranje robe, osiguranje vozila i osiguranje od poslovne odgovornosti. Razvijanje i usvajanje planova za hitne slučajeve koji obuhvaćaju procedure za reagiranje na incidente kao što su kvarovi vozila, nesreće ili prirodne katastrofe.

Nakon svakog incidenta potrebno je napraviti analizu uzroka i učinaka radi prevencije ponavljanja.



### **Ključna načela zelene logistike u transportu:**

**Optimizacija rute, smanjenje buke i zagađenja** imaju tendenciju smanjenja potrošnje uz istodobnu održivu učinkovitost logističkih operacija.

Odgovarajućim planiranjem ruta uz primjenu dostupnih softverskih rješenja mogu se analizirati prometni uvjeti na cestama u stvarnom vremenu kako bi se definirale najbrže i najučinkovitije rute. Analiziranjem podataka i identifikacijom obrazaca i trendova prometnih tokova određenog područja u određenom razdoblju dovodi do izbjegavanja gužvi i prometnih čepova te skraćanja ukupnog vremena transporta, a samim time smanjuju se nepotrebni utjecaji emitiranja buke, potrošnje goriva i zagađenja. Planiranjem obuhvatiti što više prometnih zadataka, odnosno isporuka u sklopu jedne rute kako bi se smanjio broj putovanja i minimizirao broj praznih kilometara transportnih sredstava.

Redovnim održavanjem vozila, kao što su promjene ulja, filtra, provjera tlaka u pneumaticima, može se znatno poboljšati učinkovitost potrošnje goriva, jednako kao i ekonomičnim pristupom samoj vožnji u opsegu niskih i srednjih brzina. Održavanje stalne brzine izbjegavanjem naglih ubrzavanja i usporavanja te uporaba tempomata kad je to moguće. Smanjenje nepotrebnog opterećenja vozila uklanjanjem nepotrebnih težina iz vozila te umjerena uporaba klima-uređaja. Uporaba tehnologije za praćenje potrošnje goriva kako bi se identificirale nepravilnosti i područja za poboljšanja. Nabava i prelazak na vozila s boljom potrošnjom goriva ili alternativne pogone kao što su hibridna ili električna vozila. Obuka vozača o tehnikama ekonomične vožnje.

Smanjenje buke primjenom tiših vozila, odnosno vozila koja proizvode manje buke u usporedbi s tradicionalnim vozilima koja su pogonjena motorima s unutarnjim izgaranjem. Osim motora i pogonskih sklopova na smanjenje buke utječe i primjena ispušnih sustava te katalizatora i ovjesa vozila. Osim tehničkih rješenja na transportnim sredstvima, postoje i rješenja na prometnicama gdje se samom konstrukcijom i primijenjenom vrstom asfalta smanjuje buka i vibracija na putu. Uređenje i proširenje zelenih pojasa i prostora kao što su parkovi i drvoredi koji mogu apsorbirati zvuk i smanjiti buku (Slika 31.). Postavljanje zvučnih barijera kraj prometnica kako bi se smanjio prijenos buke na okolinu.

*Slika 31. Smanjenje buke primjenom tihog asfalta i zelenih barijera*



Izvor: <https://www.eea.europa.eu/highlights/cutting-noise-with-quiet-asphalt>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Smanjenju zagađenja pridonosi upotreba ekološki prihvatljivih vozila sa smanjenom emisijom CO<sub>2</sub>, uvođenje naprednih filtara i sustava za kontrolu emisija u industriji, kao i primjena ekološki prihvatljivih materijala. Investiranje u obnovljive izvore energije, poput solarne, vjetroenergije i hidroenergije, uz istodobno smanjenje potrošnje fosilnih goriva, također igra ključnu ulogu. Nužno je jasno definirati i strogo provoditi standarde emisija za industriju, vozila i proizvodne procese. Implementacija sustava za praćenje i kontrolu zagađenja, kao i podizanje svijesti o važnosti smanjenja zagađenja i edukacija o načinima smanjenja individualnih emisija, ključni su koraci k očuvanju životne sredine i poboljšanju kvalitete života u zajednici.

**Upotreba ekološki prihvatljivijih vozila i tehnologija** ključan je dio strategije za smanjenje štetnih ispušnih plinova i poboljšanje održivosti u transportu. Ova praksa obuhvaća sve, od prelaska na vozila koja koriste alternativna goriva do primjene naprednih tehnologija koja poboljšavaju učinkovitost i smanjuju negativan utjecaj na okoliš.

Važan korak u prelasku na održiviji i ekološki prihvatljiviji način transporta robe i dobara čine električna vozila. Električna dostavna vozila i kamioni (Slika 32.) ne emitiraju CO<sub>2</sub> i druge štetne plinove tijekom vožnje. Električni motori mnogo su tiši od konvencionalnih motora s unutarnjim izgaranjem čime se smanjuje razina buke u gradovima. Električna vozila imaju manje pokretnih dijelova što smanjuje troškove održavanja i popravaka, njihovi motori pružaju visoku učinkovitost i bolje performanse u usporedbi s klasičnima.

Slika 32. Flota električnih kamiona



Izvor: <https://proauto.ba/tag/volvo-vnr-electric/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Iako razvoj električnih transportnih sredstava tek predstoji, već sad na tržištu postoje električni kamioni primjereni za lokalne i regionalne transportne operacije. Zatim električna dostavna vozila prilagođena manjim transportnim kapacitetima, ali vrlo agilna i povoljna za svladavanje kraćih udaljenosti, takozvana last mile delivery u urbanim sredinama (Olsson *et al.*, 2019), te električna priključna vozila koja svojim električnim pogonom i baterijom olakšavaju kretanje te reduciraju potrošnju vučnim vozilima – tegljačima.

Posljednja milja dostave odnosi se na zadnji korak u procesu dostave kad se paket premješta iz transportnog centra do krajnjeg odredišta – običnog kućanstva ili maloprodajne prodavaonice. Ovo je najkritičniji korak u procesu dostave, a tvrtke nastoje osigurati da bude što brži i učinkovitiji. To je važno kako bi se održao korak s neprestano rastućom potražnjom potrošača za brzom dostavom, osobito u industrijama e-trgovine, prehrane i maloprodaje. Također je najskuplji dio puta koji roba mora proći kako bi stigla na svoje krajnje odredište.

Daljnji razvoj električnih vozila suočen je s izazovima većih investicija u razvoj infrastrukture za punjenje, posebno brze punionice, višestruko većom cijenom u usporedbi s konvencionalnim vozilima te težinom baterija koje smanjuju kapacitet nosivosti tereta.

Rješavanje spomenutih izazova dodatno će unaprijediti upotrebu električnih vozila i pridonijeti smanjenju negativnog utjecaja na okoliš.

Svojevrsan kompromis klasičnih i električnih vozila su hibridna vozila koja kombinacijom motora s unutarnjim izgaranjem i elektromotora smanjuju potrošnju goriva, a samim time i CO<sub>2</sub> (Chan, 2002). Kombinacija obaju sustava u vozilu složenija je i ima kompliciranije sklopove za održavanje, ali u ovom trenutku predstavlja odgovor na izazove za koje čista električna vozila još nisu dala odgovarajuća rješenja.

Osim u različitim pogonskim sklopovima rješenja postoje i u različitim pogonskim energentima. Tako su kao jedna od rješenja razvijena vozila na prirodni plin koji sagorijeva „čišće“ od benzina i dizela smanjujući NO<sub>x</sub> i CO<sub>2</sub>. Prirodni plin cjenovno je povoljniji od benzina i dizela, ali ima manju energetske gustoću, što može značiti kraći doseg u usporedbi s konvencionalnim gorivima. Također mreža plinskih punionica nije toliko razvijena kao za tradicionalna vozila.

Upotreba ekološki orijentiranih vozila i tehnologija ključna je za smanjenje negativnog utjecaja transporta na životnu sredinu. Daljnji razvoj i usavršavanje samih vozila kao i popratne infrastrukture u kombinaciji s naprednim sustavima za prijenos podataka na daljinu (telematika) imat će važnu ulogu u povećanju energetske učinkovitosti i smanjenju negativnih emisija.

**Maksimizacija kapaciteta tereta** predstavlja optimizaciju operacija i smanjenje troškova u transportu i logistici. Važno je planiranje rasporeda tereta unaprijed kako bi se izbjegli nepotrebni neiskorišteni utovarni prostori transportnih sredstava i osiguralo učinkovito transportiranje.

Bitno je od samog početka raspolagati točnim i detaljnim ulaznim podacima o teretu kao što su dimenzije, težina te ostale specifične karakteristike kako bi se stvorili preduvjeti za optimizaciju tereta i učinkovitu uporabu transportnih kapaciteta. Za ubrzanje cijelog procesa te minimizaciju pogrešaka kao rješenja nameću se softverska rješenja koja su u vrlo kratkom vremenu sposobna simulirati različite rasporede tereta i na kraju preporučiti najbolju konfiguraciju.

Grupiranje sličnih ili komplementarnih roba može povećati kapacitet i smanjiti potrebu za brojem prijevoza. To može uključivati kombiniranje proizvoda iz različitih narudžbi u jedan utovar. Ako je

moгуće koristiti više etažne palete, kontejnere ili „double-deck“ prikolice (Slika 33.) za transport koji omogućuju bolje iskorištavanje vertikalnog prostora čime se povećava kapacitet.

*Slika 33. Double-deck poluprikolica*



Izvor: [https://www.thepalletnetworkltd.co.uk/news/tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trailers?utm\\_source=rss&utm\\_medium=rss&utm\\_campaign=tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trai](https://www.thepalletnetworkltd.co.uk/news/tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trailers?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trai), datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Znatnu kontribuciju čini standardizacija pakiranja gdje se primjenom standardnih veličina i oblika pakiranja, što omogućuje bolje slaganje, postiže bolja optimizacija prostora.

Poboljšanje procesa utovara i istovara može se postići obukom zaposlenika o najboljim praksama za raspodjelu težine i optimizaciju prostora. Uporaba naprednih tehnologija poput automatiziranih sustava za utovar i istovar te robotike povećava brzinu i preciznost procesa. Tehnologije sa sensorima omogućuju bolju kontrolu tereta u realnom vremenu, dok prikupljanje i analiza podataka omogućuju praćenje performansi, optimizaciju strategija te poboljšanje kapaciteta i učinkovitosti.

Jednom kad se pojavi potreba za transportom i za to se angažira određeni transportni kapacitet primjenom ovih strategija, intencija je poboljšati operativne rezultate i smanjiti troškove te u konačnici negativan utjecaj na okoliš.

Intermodalni transport tereta (Slika 34.) obuhvaća prijevoz robe u jednoj utovarnoj jedinici (primjerice kontejneru) tako da se upotrebljava kombinacija više načina prijevoza (cestovni, željeznički prijevoz, prijevoz plovnim putovima ili zračni prijevoz). Intermodalnim se prijevozom mogu optimizirati relativne prednosti svakog od navedenih načina prijevoza u smislu fleksibilnosti, brzine, troškova i ekološke učinkovitosti (*Europski revizorski sud, 2023*). Ova metoda omogućuje fleksibilnost, elastičnost, pruža mogućnost iskorištavanja najbolje kombinacije brzine i troškova čime se smanjuju ukupni troškovi transporta.

Intermodalni transport omogućuje učinkovitiju uporabu infrastrukture kao što su željeznice za dulje udaljenosti i kamioni za kraće udaljenosti, čime se smanjuje vrijeme prijevoza i povećava fleksibilnost. Korištenje željeznice ili broda za dulje udaljenosti može znatno smanjiti emisije CO<sub>2</sub> u usporedbi s isključivim korištenjem kamiona.

*Slika 34. Prikaz međunarodnog intermodalnog transporta*



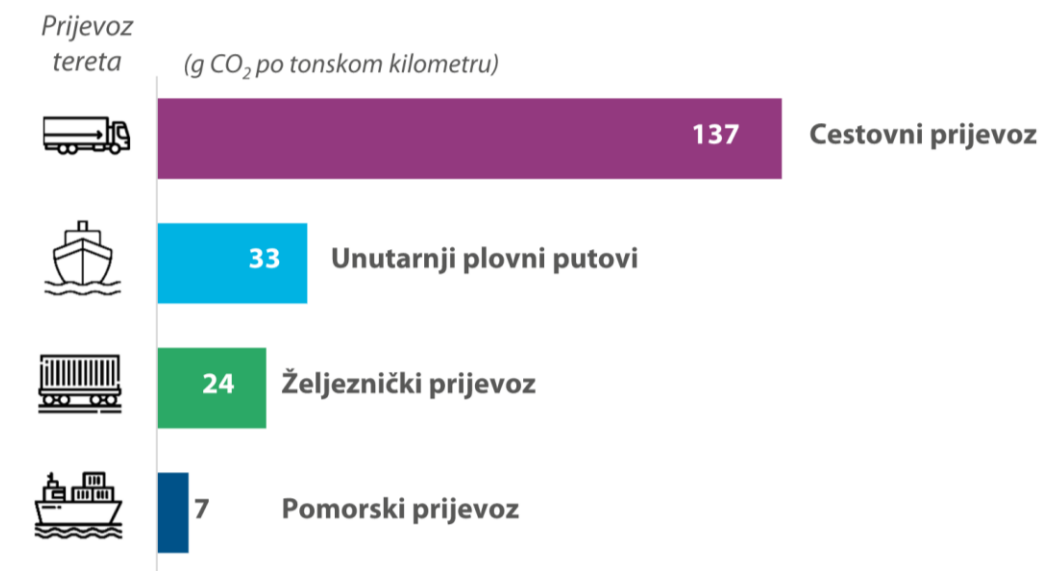
Izvor: <https://www.ndtransportation.com/nd-blog/multimodal-transportation-vs-intermodal/>,

datum pristupanja 20. kolovoza 2024.



Slika 35. prikazuje usporedbu emitiranih količina CO<sub>2</sub> po tonskom kilometru prema različitim vrstama prijevoza.

Slika 35. Emisije CO<sub>2</sub> prema vrsti prijevoza tereta



Izvor: [https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/hr/#\\_Ref120545854](https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/hr/#_Ref120545854),

datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Kombinacijom različitih modela transporta moguće je izbjeći prekide i kašnjenja koji mogu nastati zbog problema s jednom vrstom prijevoza. Intermodalni transport omogućuje lakše prilagođavanje promjenama u zahtjevima i uvjetima na tržištu.

Osim samih prednosti, izazovi intermodalnog transporta su i u složenosti koordinacije. Upravljanje prijevozima koji uključuju više različitih načina transporta može biti složeno i zahtijeva preciznu koordinaciju između različitih prijevoznika i operatera. Takva vrsta transporta obično zahtijeva više dokumentacije kao što su transportni ugovori i carinske procedure, što može povećati administrativne troškove i vrijeme. U nekim područjima postoje ograničenja infrastrukture za određene vrste transporta što može otežati integraciju. Kombinacijom više vrsta prijevoza povećava se rizik oštećenja robe pri premještanju između različitih prijevoznih sredstava.

Metode za optimizaciju intermodalnog transporta svakako su implementacija GPS praćenja, RFID oznaka i softverskih rješenja za upravljanje logistikom radi praćenja tereta i unapređenja komunikacije i optimizacije rute. Učinkovito planiranje i koordinacija između različitih prijevoznika i operatera ključni su za uspješan intermodalni transport. To uključuje i sinkronizaciju rasporeda i upravljanja transferom robe između različitih vrsta prijevoza.

Korištenje standardnih kontejnera, kao što su ISO kontejneri, olakšava prelazak između različitih vrsta transporta i smanjuje vrijeme potrebno za prepakiranje.

Organizacija ovako složenog transportnog procesa zahtijeva usklađivanje svih aspekata uključujući carinske i regulatorne zahtjeve.

Softverski alati za analizu i optimizaciju ruta uvelike pridonose u identifikaciji i odabiru najučinkovitije i najisplativije rute za kombiniranje različitih vrsta prijevoza.

Primjer intermodalnog transporta, kombinacija kamion-vlak-kamion. Roba se prevozi kamionom do željezničke postaje, zatim se pretovaruje na vlak za prijevoz na dulje udaljenosti nakon čega se ponovno pretovaruje na kamion i dostavlja na krajnju destinaciju.

Drugi primjer može se iskazati u kombinaciji kamion-brod-kamion gdje se roba s kamiona pretovaruje na brod za međunarodni transport te naposljetku ponovno na kamion.

Kad se pravilno implementira i upravlja, intermodalni transport može znatno poboljšati učinkovitost i smanjiti troškove transporta (*Crainic i Kim, 2007*).

### **Edukacija i svijest vozača, zaposlenika i cijele zajednice**

Primjena novih tehnologija i dobrih praksi teško je ostvariva bez odgovarajuće edukacije i podizanja svijesti o smanjenju ekološkog otiska u vidu informativnih materijala praktičnih radionica i seminara, teorijskih predavanja.

Obuka vozača o tehnikama ekološke vožnje (Slika 36.) koja smanjuje potrošnju goriva i emisija kao što su glatko ubrzavanje, pravovremeno kočenje i održavanje optimalne brzine. Obuka o važnosti

redovnog održavanja vozila za učinkovito funkcioniranje, uključujući pravilan tlak u gumama, redovne provjere motora i filtara.

Informiranje o prednostima električnih i hibridnih vozila, uključujući uštede na gorivu i smanjenju emisija. Obuka o pravilnom korištenju električnih vozila, učinkovitom punjenju i upravljanju baterijama. Učenje o strategijama za planiranje najučinkovitijih ruta te korištenju naprednih alata za planiranje i navigaciju kako bi se smanjilo vrijeme putovanja i potrošnja goriva.

Slika 36. Zlatna pravila ekovožnje



Izvor: <https://fmlc.com.hr/eko-voznja/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Obuka zaposlenika o metodama za uštedu energije u radnom okružju, kao što su isključivanje nepotrebnih uređaja i korištenje energetski učinkovite opreme, ključna je za smanjenje potrošnje.

Također je važno educirati ih o pravilnom sortiranju, reciklaži i smanjenju otpada na radnome mjestu. Promocija upotrebe zelenih uredskih materijala i tehnologija koje smanjuju negativan utjecaj na životnu sredinu pridonosi održivosti. Zaposlenike treba poticati na uporabu održivih opcija prijevoza, kao što su biciklizam, javni prijevoz ili dijeljenje vozila.

Pokretanje kampanja za podizanje svijesti o smanjenju ekološkog otiska preko društvenih mreža, mrežnih stranica i medija pridonosi širenju ekološke svijesti. Organiziranje događaja u zajednici,

poput dana čišćenja, ekofestivala i obrazovnih radionica, promovira održive prakse. Distribucija brošura, vodiča i plakata sa savjetima o smanjenju ekološkog otiska i uvođenje ciljeva za smanjenje negativnog ekološkog utjecaja, uz praćenje napretka, ključni su za postizanje dugoročnih rezultata.

Poticanje zaposlenih da sudjeluju u inicijativama smanjenja ekološkog otiska i nagrađivanje za znatne doprinose.

Implementacija djelotvornih programa obuke i strategija za podizanje svijesti može znatno pridonijeti smanjenju ekološkog otiska. Edukacija i angažman zaposlenih i vozača ključni su za postizanje dugoročnih ciljeva u očuvanju životne sredine i unapređenju održivog poslovanja.

## **4. ISTRAŽIVANJE PRIMJENE ZELENE LOGISTIKE U AKTIVNOSTIMA SKLADIŠTENJA I TRANSPORTA U PROIZVODNIM PODUZEĆIMA**

### **4.1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

Na temelju saznanja iz preliminarnog istraživanja, a za potrebe ovog istraživanja, konstruiran je ANKETNI UPITNIK O PRIMJENI ZELENE LOGISTIKE U PROCESIMA SKLADIŠTENJA I TRANSPORTA U PROIZVODNIM PODUZEĆIMA (Prilog II.) Anketni upitnik sastojao se od tri dijela; prvi dio odnosio se na informacije o poslovnom subjektu, drugi dio na aktivnosti zelene logistike u procesima skladištenja i transporta, dok se treći dio odnosio na sociodemografska obilježja ispitanika. Osim osam općih, upitnik je sadržavao i 20 specifičnih pitanja. Anketni upitnik namijenjen proizvodnim poduzećima, a konstruiran je prema uzoru na anketne upitnike slične istraživane tematike (*Trstenjak et al., 2023; Lai i Wong, 2012; Lai et al., 2012*).

Istraživanje je provedeno s pomoću internetskog anketnog upitnika. Poveznica na mrežno sučelje upitnika poslana je zajedno s pozivom za sudjelovanje u istraživanju (Prilog I.) na e-adrese voditelja nabave, voditelja nabave i logistike, članove uprave, direktore / voditelje / osobe zadužene za aktivnosti transporta, skladištenja, logistiku, upravljanje opskrbnim lancem u proizvodnji u proizvodnim poduzećima u Republici Hrvatskoj. Kako bi povrat odgovora bio maksimalan, prije samog slanja internetskog anketnog upitnika ispitanici su telefonski bili zamoljeni da sudjeluju u istraživanju za potrebe specijalističkog rada. Istraživanje je provedeno u lipnju i srpnju 2024. godine.

### **4.2. UZORAK ISTRAŽIVANJA**

Uzorak istraživanja predstavljala su proizvodna poduzeća u Republici Hrvatskoj. S obzirom na način izbora jedinica u istraživanje, uzorak je bio namjerni. Namjerni uzorak je metoda odabira ispitanika u istraživanju kad istraživač svjesno bira određene pojedince koji zadovoljavaju specifične kriterije. Ovaj se postupak koristi kako bi ispitanici bili relevantni za istraživanje zbog iskustva ili karakteristika koje su bitne za proučavanu temu.

### 4.3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Djelatnosti kojima se poduzeća koja su sudjelovala u istraživanju primarno bave su sljedeća: proizvodnja (90,32 %), trgovina (25,81 %), usluge (16,13 %), prerada (12,90 %), dok se samo dva poduzeća bave logistikom i projektiranjem. U istraživanju su većinom sudjelovala velika i srednja poduzeća, koja na tržištu Republike Hrvatske posluju više od 20 godina. Poduzeća su u privatnom vlasništvu (74,19 %).

*Tablica 1. Obilježja poduzeća*

<b>OBILJEŽJA PODUZEĆA</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>djelatnost kojom se poduzeće primarno bavi</b>		
proizvodnja	28	90,32
prerada	4	12,90
trgovina	8	25,81
usluge	5	16,13
druge djelatnosti	2	6,45
<b>veličina poduzeća</b>		
mikro	0	0
malo	4	12,90
srednje	9	29,03
veliko	18	58,06
<b>godine poslovanja poduzeća</b>		
od 1 do 5 godina	1	3,23
od 6 do 10 godina	3	9,68
od 11 do 20 godina	4	12,90
više od 20 godina	23	74,19
<b>vlasnička struktura poduzeća</b>		
privatno vlasništvo	23	74,19
dioničko društvo	8	25,81
državna kompanija	0	0,00

izvor: istraživanje

Tablica 2. Vrsta industrije kojoj poduzeća pripadaju

Vrsta industrije	n	%
agroindustrija	1	3,23
drvena i šumarska industrija	1	3,23
električna i elektrotehnička industrija	1	3,23
građevinska industrija te industrija građevinskog materijala	6	19,35
gumarska industrija	0	0,00
industrija metalnih proizvoda	5	16,13
industrija motornih vozila	4	12,90
industrija namještaja	5	16,13
industrija odjeće, obuće i tekstila	2	6,45
industrija papira i kartona	0	0,00
industrija sintetičkih materijala	0	0,00
industrija zaštite okoliša	1	3,23
kemijska industrija	2	6,45
kožarska industrija	1	3,23
mineralna industrija	0	0,00
industrija nafte i plina	1	3,23
prehrambena industrija	6	19,35
produktivna djelatnost ratarstvo, stočarstvo i ribarska industrija	1	3,23
staklarstvo i staklena industrija	2	6,45
tiskanje	0	0,00
neka druga industrija	1	3,23

izvor: istraživanje

S obzirom na vrstu industrije (Tablica 2.), poduzeća koja su sudjelovala u istraživanju pretežito dolaze iz građevinske industrije te industrije građevinskog materijala (n=6), prehrambene industrije (n=6), potom industrije metalnih proizvoda i industrije namještaja (n=5 u svakoj od industrija), dok su u uzorku najmanje zastupljena bila poduzeća koja dolaze iz agroindustrije, drvne i šumarske industrije, električne i elektrotehničke industrije, industrije zaštite okoliša, kožarske industrije, industrije nafte i plina, proizvodne djelatnosti i industrije plastike (n=1).

Potom su ispitanici bili upitani jesu li upoznati s pojmom zelena logistika. Svi ispitanici izjavili su da su upoznati s pojmom zelena logistika. Zanimljivo je nadalje vidjeti interpretacije, odnosno značenje zelene logistika za pojedina poduzeća. Tablica 3. sintetizira poimanje zelene logistike s obzirom na granu industrije.

*Tablica 3. Poimanje zelene logistike s obzirom na vrstu industrije u kojoj posluje poduzeće*

<b>Industrija</b>	<b>Definicija</b>
Drvena i šumarska industrija	Zelena logistika uključuje korištenje vanjskih i unutarnjih resursa u logističkim procesima kako bi se postigla neutralna emisija CO <sub>2</sub> i smanjio negativan utjecaj na okoliš.
Građevinska industrija te industrija građevinskog materijala	Zelena logistika poistovjećuje se s održivom logistikom koja se temelji na ekološki prihvatljivim praksama, uključujući uporabu obnovljivih izvora energije poput solarnih elektrana, vozila s minimalnim emisijama CO <sub>2</sub> , te racionalno postupanje s otpadom recikliranjem i smanjenjem prometa. Cilj je smanjiti upotrebu papirnate dokumentacije i promicati energetski učinkovite procese radi očuvanja okoliša.
Industrija metalnih proizvoda	Zelena logistika poistovjećuje se s održivom logistikom koja podrazumijeva smanjenje emisija CO <sub>2</sub> u svim fazama logističkog procesa, uključujući transport, skladištenje i distribuciju. Cilj je minimizirati utjecaj na okoliš s pomoću ekološki prihvatljive prakse, uz istodobno smanjenje troškova i povećanje učinkovitosti.
Industrija motornih vozila	Zelena logistika podrazumijeva primjenu radnih i društvenih normi usmjerenih na očuvanje okoliša, s naglaskom na smanjenje emisija CO <sub>2</sub> u svim logističkim aktivnostima, uključujući dobavu, skladištenje i distribuciju robe, kako bi se postigla održivost i smanjio negativan utjecaj na okoliš.
Industrija namještaja	Zelena logistika integrira ekološke čimbenike u sve logističke procese, uključujući korištenje transportnih sredstava na obnovljive izvore energije poput električnih vozila radi minimaliziranja utjecaja na okoliš i promicanja održivosti.

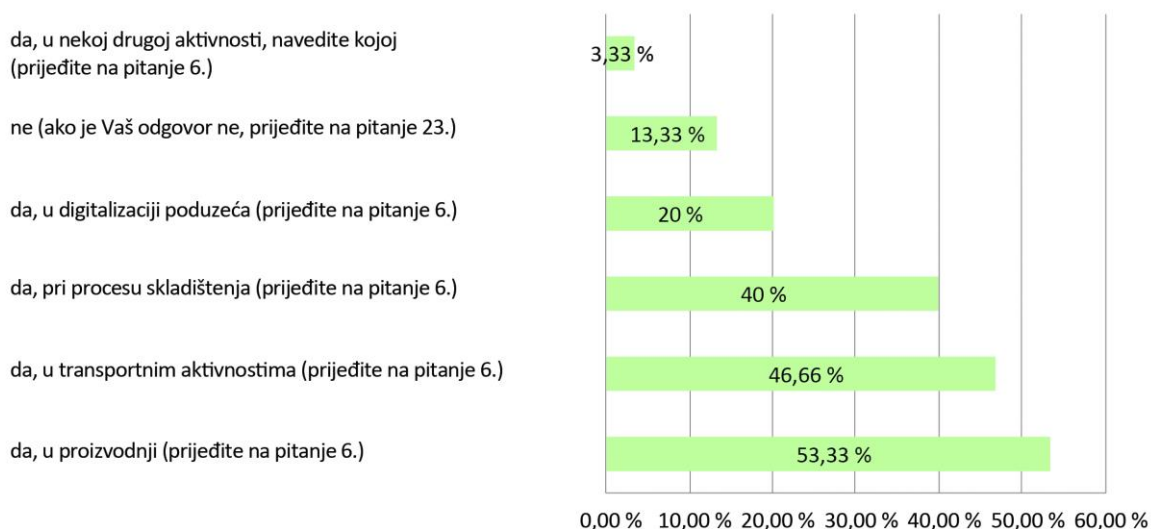


Industrija odjeće, obuće i tekstila	Zelena logistika obuhvaća napore za smanjenje utjecaja logističkih aktivnosti na okoliš uz istodobno promatranje ekonomskih, društvenih i ekoloških aspekata. Ekonomski aspekt uključuje uštede energije i optimizaciju procesa, društveni aspekt usmjerava se na otvorenu komunikaciju, dobrobit zaposlenika i podršku uvođenju novih zaposlenika, dok ekološki aspekt promovira uporabu obnovljivih izvora energije i pridržavanje normi zaštite okoliša.
Industrija plastike	Zelena logistika je održivi kanal koji poboljšava okolinu za sve dionike ekološki odgovornim praksama i smanjenjem negativnog utjecaja na okoliš.
Industrija zaštite okoliša	Zelena logistika poistovjećuje se s održivom logistikom.
Kožarska industrija	Zelena logistika usmjerena je na smanjenje negativnog učinka na ekologiju i okoliš ekološki prihvatljivim logističkim praksama.
Prehrambena industrija	Zelena logistika označava samoodrživi pristup logističkim aktivnostima radi minimiziranja utjecaja na okoliš. To uključuje uporabu električnih vozila i energetske učinkovite strojeve, obnovljivih izvora energije u transportu i skladištenju te racionalno korištenje logističkom infrastrukturom. Potiče suradnju s dobavljačima koji dijele ekološka načela i primjenu energetske učinkovite građevine, poput skladišta sa solarima ili vjetroelektranama, radi smanjenja emisija CO <sub>2</sub> i optimizacije resursa.
Proizvodna djelatnost ratarstvo, stočarstvo i ribarska industrija	Zelena logistika je usmjerena na zaštitu okoliša smanjenjem emisija štetnih plinova.
Staklarstvo i staklena industrija	Zelena logistika podrazumijeva logističke procese koji, uz postizanje svojih primarnih ciljeva, nastoje smanjiti utjecaj na okoliš i pridonijeti njegovu očuvanju.

Pojedine industrije interpretiraju logistiku s pomoću različitih specifičnih pristupa i praksi koje odgovaraju njihovim jedinstvenim potrebama. Međutim, svi imaju zajednički cilj smanjenja negativnog utjecaja na okoliš, s fokusom na smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, uporabu obnovljivih izvora energije i ekološki prihvatljive prakse. Različite industrije prilagođavaju ta načela svojim potrebama; primjerice, građevinska i metalna industrija naglašavaju energetske učinkovitost i recikliranje, dok prehrambena industrija upotrebljava električna vozila i energetske učinkovite

građevine. Cilj je svih industrija održivost s pomoću optimizacije resursa, smanjenja otpada i povećanja učinkovitosti.

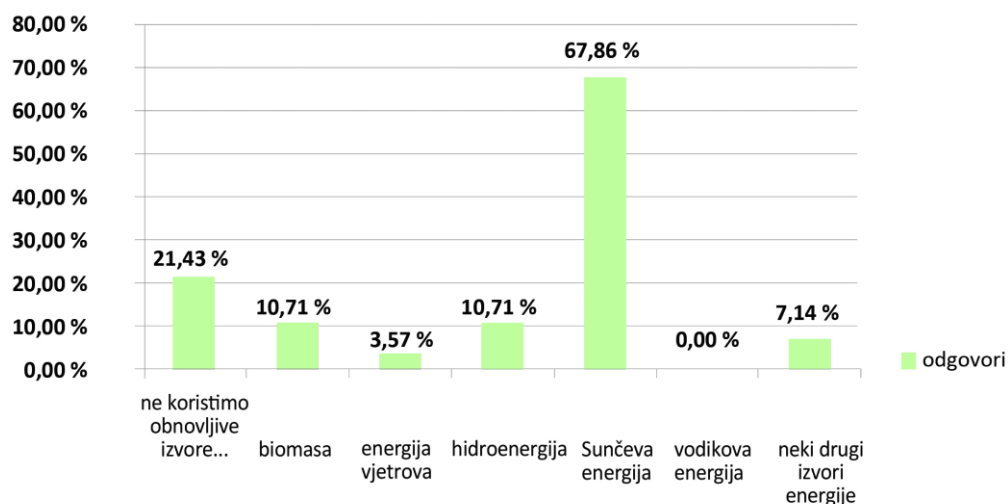
*Grafikon 1. Implementacija elemenata zelene logistike unutar poduzeća*



izvor: istraživanje

Na pitanje o implementaciji elemenata zelene logistike unutar poduzeća odgovori su bili kako slijedi: 17 poduzeća navodi da je elemente zelene logistike implementiralo u proizvodnji, 14 poduzeća u transportnim aktivnostima, 12 poduzeća pri procesu skladištenja, 6 poduzeća pri digitalizaciji poduzeća. Od ostalih, 4 poduzeća nije implementiralo elemente zelene logistike unutar poduzeća, a 1 poduzeće je implementiralo procese zelene logistike pri kupnji tzv. zelene energije.

Grafikon 2. Izvori energije koji se koriste u poduzeću

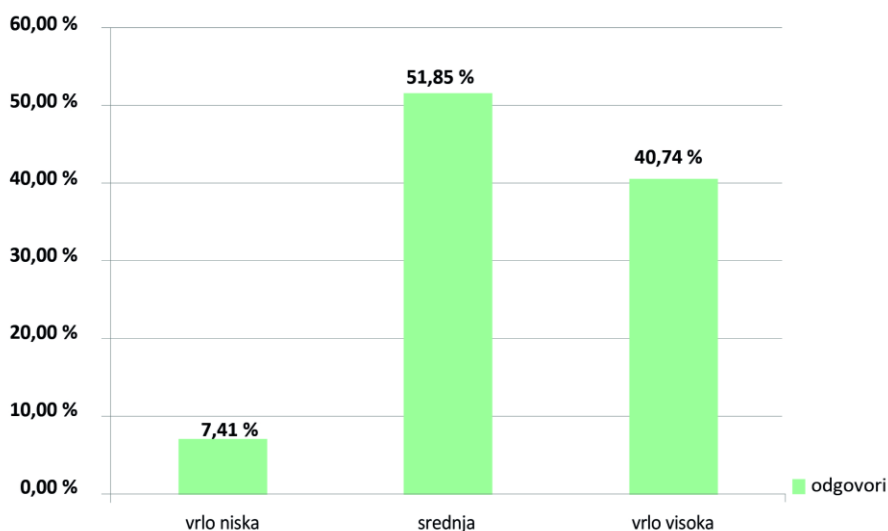


izvor: istraživanje

Od obnovljivih izvora energije poduzeća dominantno koriste Sunčevu energiju (67,86 %), biomasu (10,71 %), hidroenergiju (10,71 %). Čak šest poduzeća navodi da u poslovanju ne upotrebljavaju obnovljive izvore energije, a dva se poduzeća koriste nekim drugim izvorima energije (upotrebljavaju stvorenu toplinsku energiju za zagrijavanje prostora proizvodnje i dizalicu topline). S obzirom na različitosti postrojenja i postojeće opreme potrebne za obavljanje osnovne djelatnosti, različita poduzeća imaju na raspolaganju različite mogućnosti za implementaciju elemenata energetske učinkovitosti. Struja je najdominantniji i najčišći energent, a Hrvatska prema broju sunčanih sati spada među zemlje s visokim solarnim potencijalom (Eto platforma, 2024), što je u kombinaciji s razvojem tehnologije i dostupnosti solarnih panela, a često i poticajima tržišnih regulatora rezultiralo najširoom i najčešćom primjenom.

Potom su poduzeća bila zamoljena da ocjene razinu interesa poduzeća za implementaciju obnovljivih izvora energije. Dva poduzeća su vrlo niskom ocjenom ocijenila razinu interesa poduzeća za implementaciju obnovljivih izvora energije, srednju ocjenu dodijelilo je 14 poduzeća, dok je 11 poduzeća vrlo visokom ocjenom ocijenilo razinu interesa poduzeća za implementaciju obnovljivih izvora energije (Grafikon 3.).

Grafikon 3. Razina interesa poduzeća za implementaciju obnovljivih izvora energije

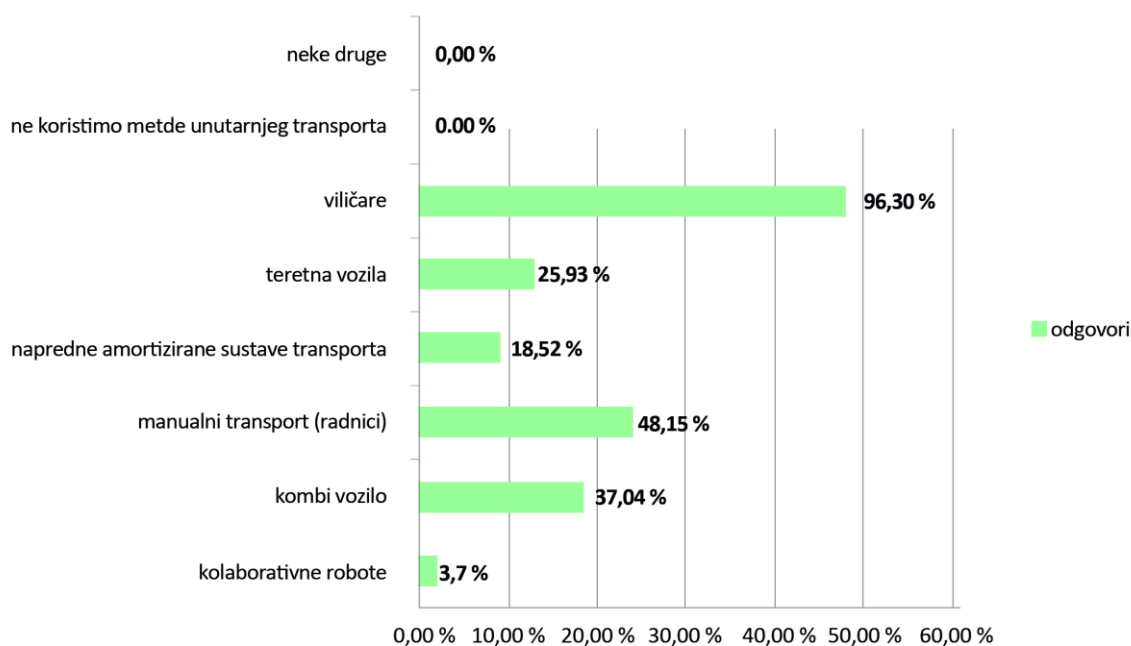


izvor: istraživanje

Poduzeća imaju različite strateške ciljeve i prioritete. Neka poduzeća možda već imaju postavljene ciljeve koji se odnose na održivost i energetska učinkovitost, što ih motivira da usvoje obnovljive izvore energije. Jednako tako, poduzeća s drukčijim poslovnim modelima ili u sektorima gdje je energetska učinkovitost manje prioritetna možda nemaju toliko interesa. Implementacija obnovljivih izvora energije često zahtijeva znatna početna ulaganja. Poduzeća s manjim financijskim mogućnostima ili pristupom kapitalu mogu biti manje motivirana za takve investicije, pogotovo ako je povrat ulaganja dugoročan.

Na pitanje o metodama unutarnjeg transporta kojima se koriste u poduzećima, većina poduzeća odgovorila je da upotrebljavaju viličare (96,30 %), manualni transport / radnike (48,15 % poduzeća), kombi vozila (37,04 % poduzeća), dok se u najmanjoj mjeri koriste teretna vozila (25,93 %), napredni automatizirani sustavi transporta (18,52 %) te kolaborativni roboti (3,70 %).

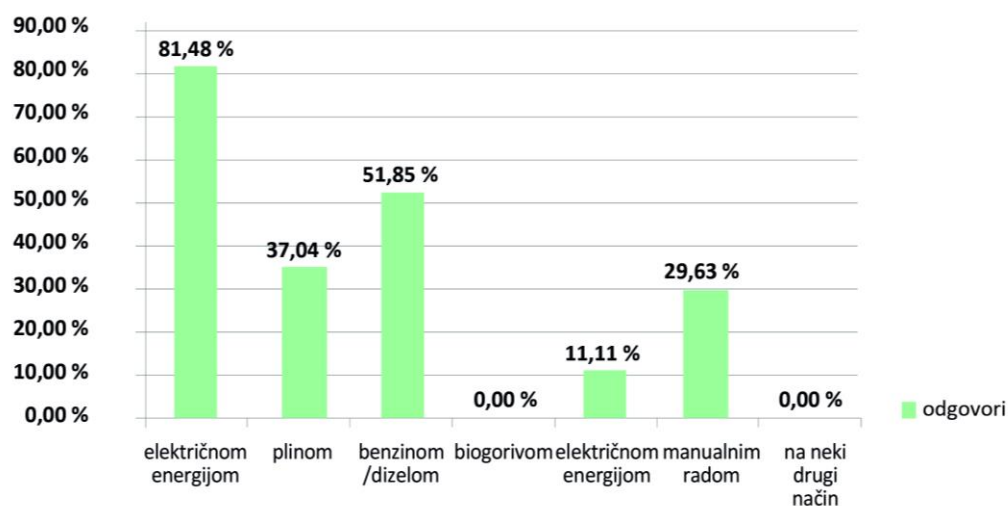
Grafikon 4. Metode unutarnjeg transporta koje se koriste u poduzećima



izvor: istraživanje

Rezultati istraživanja o metodama unutarnjeg transporta koje se koriste u poduzećima pokazuju jasnu dominaciju viličara i manualnog transporta, dok su napredni automatizirani sustavi i kolaborativni roboti u manjoj uporabi. Viličari su dugogodišnji standard u unutarnjem transportu zbog svoje pouzdanosti, relativno niskih troškova ulaganja i održavanja te jednostavnosti uporabe (Orlović, 2016). Manualni transport ili korištenje radnika pruža fleksibilnost koja može biti ključna u određenim situacijama, posebno u poduzećima s nepravilnim oblicima tereta i promjenjivim radnim uvjetima. Napredni automatizirani sustavi transporta i kolaborativni roboti zahtijevaju visoka početna ulaganja, prilagodbu radnog prostora i potencijalno velika tehnološka prilagođavanja (Bloss, 2016). Zbog toga su tradicionalni alati poput viličara i manualnog transporta toliko rašireni, dok je implementacija naprednijih metoda sporija i zahtijeva dodatne strateške i financijske odluke.

Grafikon 5. Način pogonjenja sredstava unutarnjeg transporta



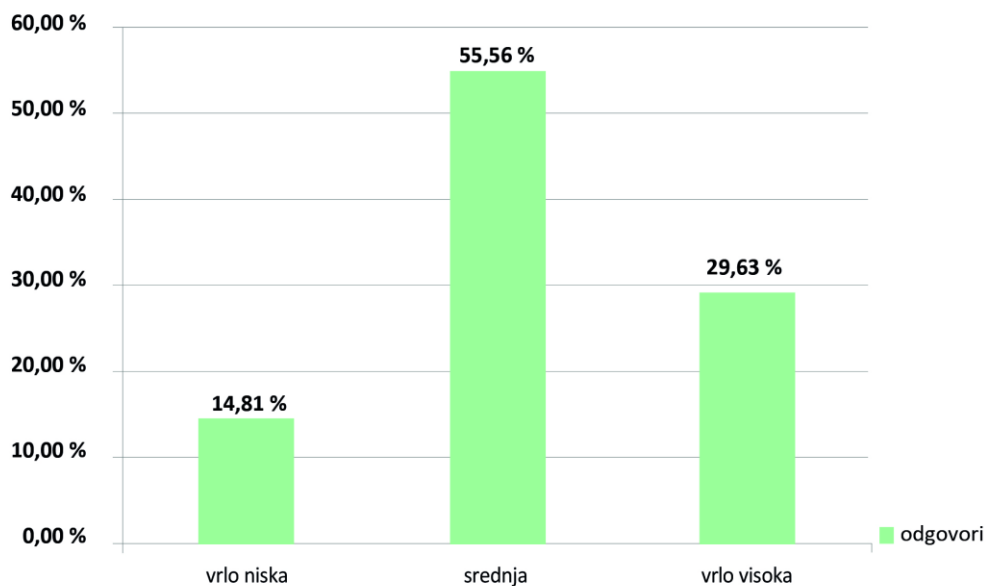
izvor: istraživanje

Sredstva unutarnjeg transporta pogonjena su dominantno električnom energijom (81,48 %), benzinom / dizelom (51,85 %), plinom (37,04 %), manualnim radom (29,63 %), nijedno poduzeće ne koristi biogorivo kao način pogonjenja sredstava unutarnjeg transporta. Električni pogon je vrlo raširen u unutarnjem transportu zbog pouzdanosti, jednostavnosti održavanja i sve veće dostupnosti na tržištu. Električni viličari i drugi strojevi postali su standard zbog niskih operativnih troškova i ekoloških prednosti, posebno u zatvorenim prostorima gdje je smanjenje emisija važan čimbenik. Benzin/dizel i plin kao pogonska goriva dugogodišnji su standardi zbog visoke energetske gustoće i relativno niskih troškova, posebno za teže i zahtjevnije poslove. Plin, primjerice, pruža dobar kompromis između troškova i emisija u usporedbi s benzinom i dizelom. Biogoriva i dalje su manje raširena kao izvor energije, posebno u unutarnjem transportu. Razlozi uključuju visoku cijenu, ograničenu dostupnost, manje razvijenu infrastrukturu za punjenje i skladištenje te manje iskustva i povjerenja u ove tehnologije (Panchuk et al., 2020).

Na pitanje o ocjeni potrebe za automatizacijom i digitalizacijom unutarnjeg transporta unutar poduzeća, većina ispitanika je ocijenila potrebu za automatizacijom i digitalizacijom unutarnjeg

transporta unutar poduzeća srednjom (55,56 % ispitanika), da je ona vrlo visoka odgovorilo je 29,63 % ispitanika, a vrlo niskom ocjenjuje ju 14,81 % ispitanika.

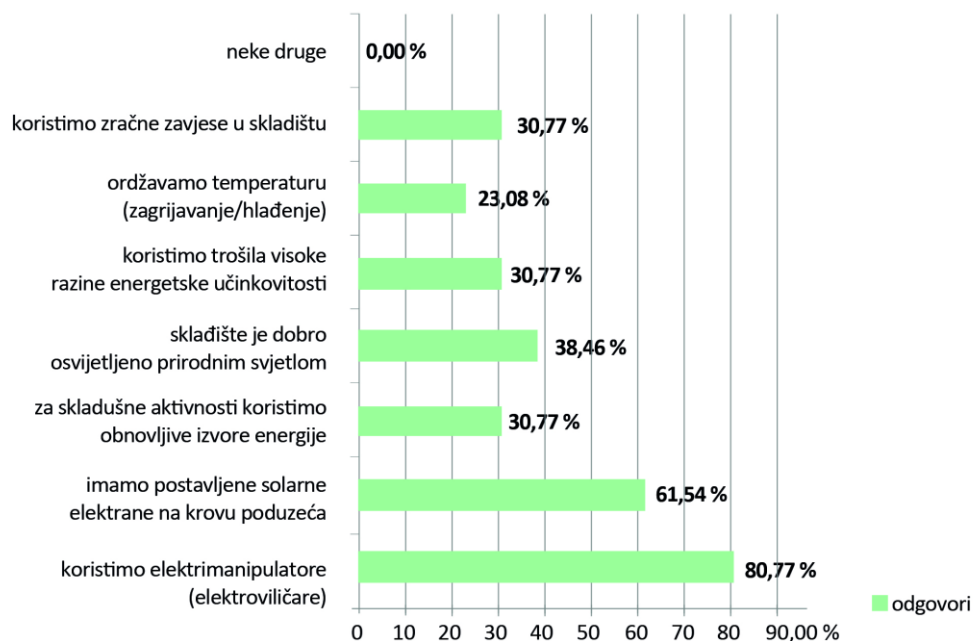
Grafikon 6. Ocjena potrebe za automatizacijom i digitalizacijom unutarnjeg transporta unutar poduzeća



izvor: istraživanje

Pri procesu skladištenja proizvoda (Grafikon 7.) poduzeća dominantno koriste elektromanipulatore (elektroviličare), 61,54 % poduzeća navodi da imaju postavljene solarne elektrane na krovu poduzeća, odnosno čak 38,46 % poduzeća navodi da je skladište dobro osvijetljeno prirodnim svjetlom. Nadalje ispitanici navode da se za skladišne aktivnosti koriste obnovljivi izvori energije, da se koriste trošila visoke razine energetske učinkovitosti te da se u skladištu koriste zračne zavjese.

Grafikon 7. Proces skladištenja proizvoda



izvor: istraživanje

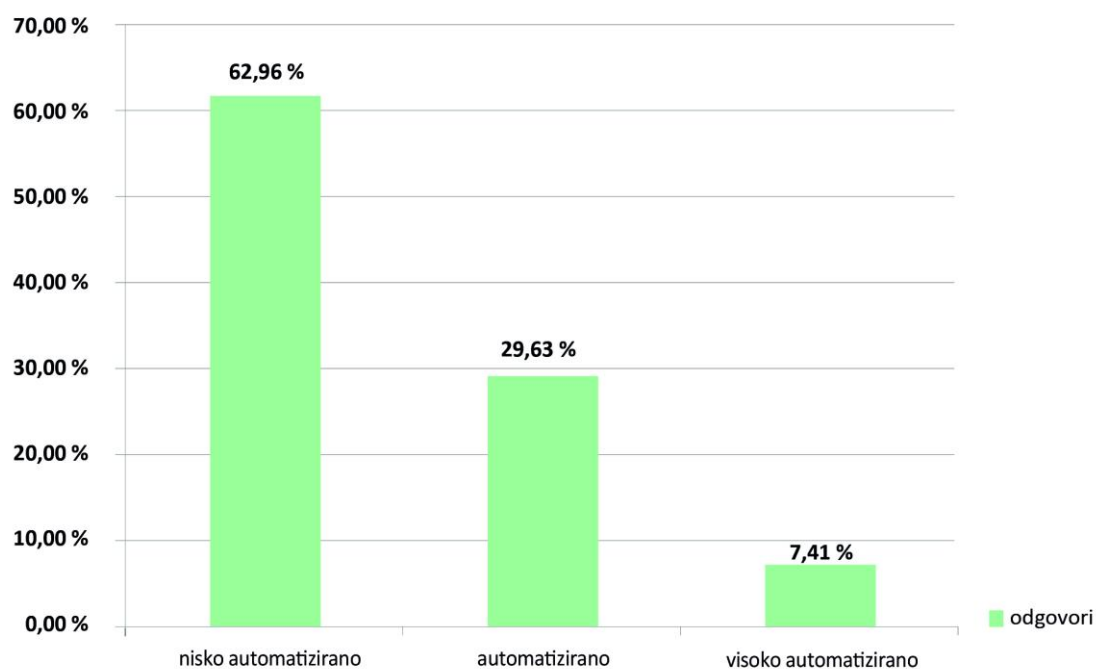
Poduzeća koriste elektromanipulatore, solarne elektrane i obnovljive izvore energije kako bi smanjila troškove i povećala energetska učinkovitost, uz istodobno poboljšanje radnih uvjeta. Implementacija prirodnog osvijetljenja, zračnih zavjesa i energetski učinkovitih trošila smanjuje potrošnju energije i pridonosi održivosti. Ove prakse također jačaju konkurentnost poduzeća i usklađenost s ekološkim regulativama.

Razlog zašto većina ispitanika navodi nizak stupanj automatizacije skladišnog procesa može biti zbog visokih troškova implementacije automatiziranih sustava i potrebne prilagodbe infrastrukture, što može biti izazov za mnoga poduzeća. Poduzeća koja se bave jednostavnijim skladišnim operacijama možda ne vide neposrednu potrebu za automatizacijom ili smatraju da njihovi postojeći procesi zadovoljavaju trenutačne potrebe. Također nedostatak stručnog znanja, otpor prema promjenama i potreba za većim ulaganjima u obuku zaposlenika dodatno usporavaju usvajanje visokih razina automatizacije.



Ispitanici su potom ocjenjivali stupanj automatizacije skladišnog procesa. Većina ispitanika (n=17) navelo je da je skladišni proces u njihovu poduzeću nisko automatiziran, čak osam ispitanika smatra da je skladišni proces u njihovu poduzeću automatiziran, a samo dva ispitanika smatra da je stupanj automatizacije skladišnog procesa u njihovu poduzeću visok.

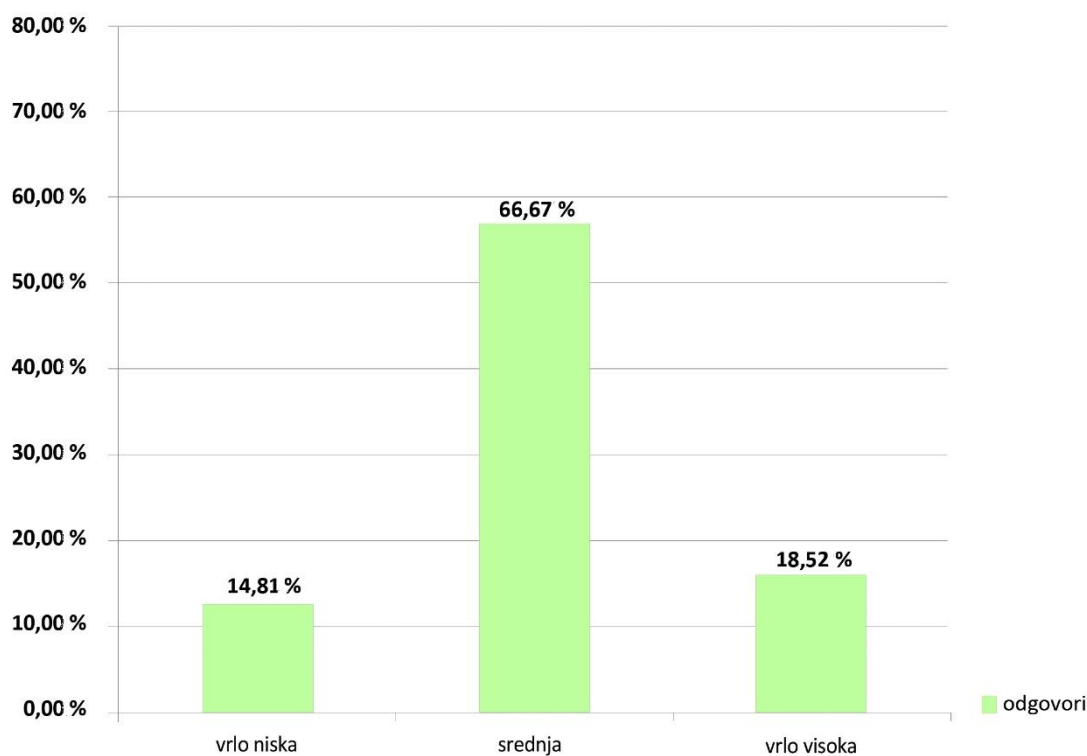
*Grafikon 8. Ocjena stupnja automatizacije skladišnog procesa*



izvor: istraživanje

Na pitanje o ocjeni stupnja automatizacije skladišnog procesa (Grafikon 8.), većina ispitanika je ocijenila stupanj automatizacije skladišnog procesa poduzeća niskim (62,96 %), da je skladište automatizirano navodi 29,63 % ispitanika, a da je visoko automatizirano 7,41 %.

Grafikon 9. Ocjena potrebe za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima koji koriste obnovljive izvore energije



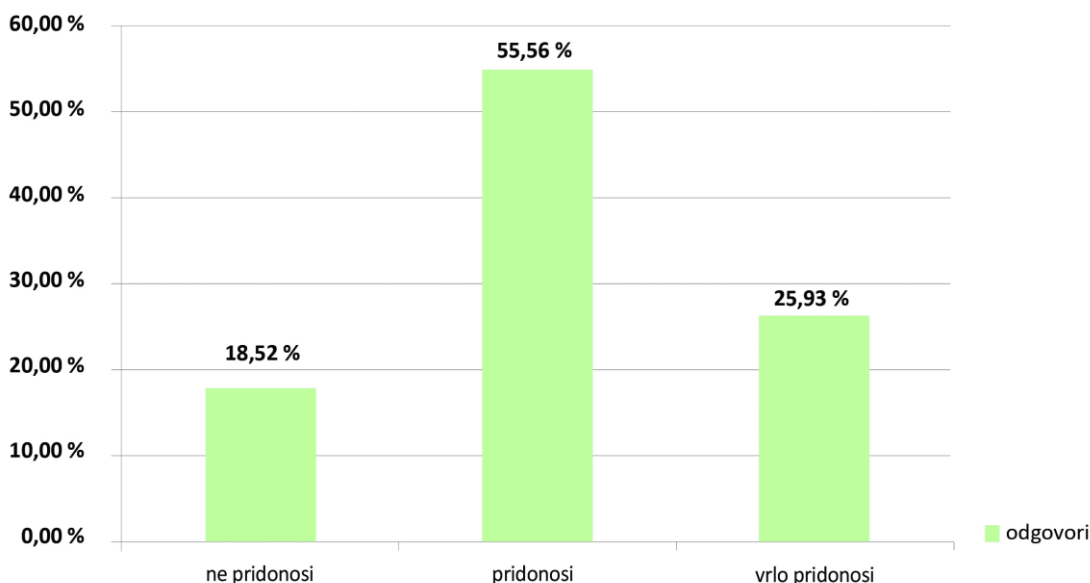
izvor: istraživanje

Nadalje, 14,81 % ispitanika navodi da je vrlo niska potreba za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima koji se koriste obnovljivim izvorima energije, osamnaest ispitanika mišljenja je da je potrebno zamijeniti postojeća transportna sredstva s onima koji se koriste obnovljivim izvorima energije, dok 18,52 % ispitanika smatra da postoji vrlo visoka potreba za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima koji se koriste obnovljivim izvorima energije.

Različite ocjene o potrebi za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima koji se koriste obnovljivim izvorima energije mogu proizaći iz varijacija u financijskim mogućnostima, tehnološkoj spremnosti i prioritetima poduzeća. Poduzeća koja već imaju visoku svijest o održivosti ili osjećaju regulatorne ili tržišne pritiske možda vide veću potrebu za prelaskom na obnovljive izvore energije kako bi smanjila svoj ugljični otisak i operativne troškove. No poduzeća

koja se suočavaju s ograničenjima u proračunu, ne vide brzi povrat ulaganja ili nisu pod pritiskom tržišta možda ne smatraju zamjenu prioritonom ili potrebnom u ovom trenutku.

*Grafikon 10. Doprinos ERP-a automatizaciji skladišnog procesa*



izvor: istraživanje

Na pitanje u kojoj mjeri ERP pridonosi automatizaciji skladišnog procesa, većina ispitanika (55,56 %) navodi da pridonosi, 25,93 % ispitanika da vrlo pridonosi, a 18,52 % ispitanika smatra da ERP ne pridonosi automatizaciji skladišnog procesa.

Različiti odgovori ispitanika o doprinosu ERP sustava automatizaciji skladišnog procesa mogu biti povezani s načinom implementacije ERP sustava i stupnjem integracije s postojećim skladišnim operacijama. Većina ispitanika koja smatra da ERP pridonosi ili vrlo pridonosi automatizaciji vjerojatno koristi sustave koji su dobro integrirani sa skladišnim procesima, omogućujući bolju kontrolu zaliha, praćenje kretanja robe i optimizaciju resursa. Oni koji pak smatraju da ERP ne pridonosi automatizaciji možda koriste ERP sustave s ograničenom funkcionalnošću, nedovoljno prilagođene skladišnim potrebama ili bez odgovarajuće integracije s automatiziranim skladišnim tehnologijama.

Potom su ispitanici bili zamoljeni da ocijene prednosti uporabe obnovljivih izvora energije u unutarnjem transportu u poduzeću (Tablica 4.).

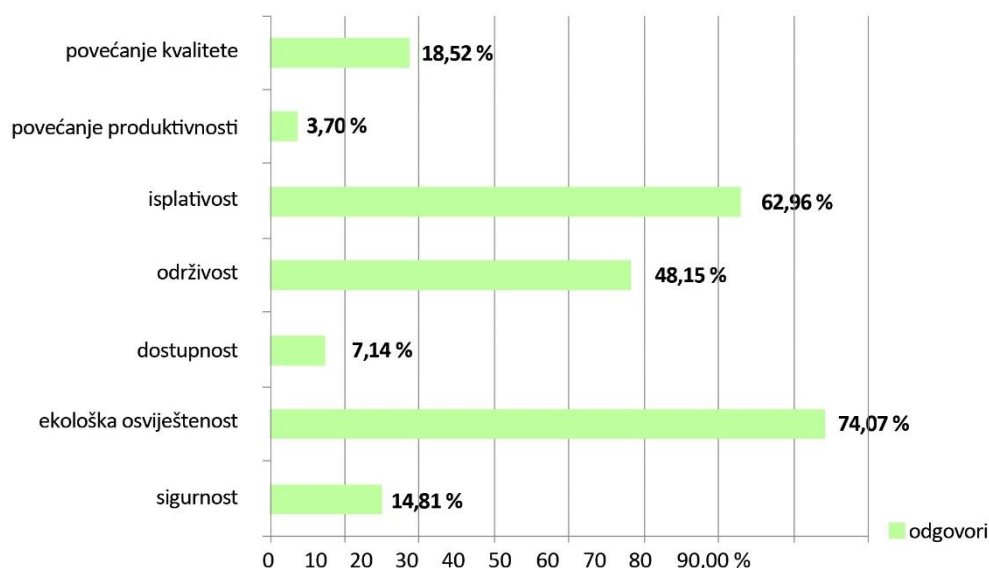
*Tablica 4. Ocjena prednosti uporabe obnovljivih izvora energije u unutarnjem transportu u poduzeću*

Tvrdnja	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	$\bar{x}$	SD
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća jer su jednostavni.	0 (0,00 %)	2 (8,00 %)	13 (52,00 %)	8 (32,00 %)	2 (8,00 %)	3,40	0,75
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća jer su lakodostupni.	1 (4,00 %)	2 (8,00 %)	15 (60,00 %)	6 (24,00 %)	1 (4,00 %)	3,16	0,78
Upotrebljavamo, obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća jer je poduzeće ekološki osviješteno.	2 (8,00 %)	0 (0,00 %)	8 (32,00 %)	5 (20,00 %)	10 (40,00 %)	3,84	1,19
Upotrebljavamo, obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća zbog sigurnosti radnika.	2 (8,00 %)	2 (8,00 %)	11 (44,00 %)	8 (32,00 %)	2 (8,00 %)	3,24	0,99
Upotrebljavamo, obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća zbog fleksibilnosti poduzeća.	1 (4,00 %)	2 (8,00 %)	11 (44,00 %)	6 (24,00 %)	5 (20,00 %)	3,48	1,02
Kontejnere, palete i ostalu opremu unutarnjeg transporta višekratno upotrebljavamo.	1 (3,85 %)	0 (0,00 %)	4 (15,38 %)	7 (26,92 %)	4 (53,85 %)	4,27	0,98
Upotrebljavamo metode optimizacije pri definiranju ruta transportnih vozila.	4 (15,38 %)	0 (0,00 %)	3 (11,54 %)	6 (23,08 %)	13 (50,00 %)	3,92	1.41

izvor: istraživanje

Kao najveće prednosti ispitanici navode višekratno korištenje kontejnera, paleta i ostale opreme unutarnjeg transporta, dok ispitanici navode da im obnovljivi izvori energije u unutarnjem transportu poduzeća nisu lako dostupni. Višekratno korištenje kontejnera, paleta i ostale opreme unutarnjeg transporta smatra se najvećom prednošću jer su dostupni te pridonose smanjenju troškova, otpada i povećanju efikasnosti operacija. Jednako tako, obnovljivi izvori energije često su nedostupni za unutarnji transport zbog visokih početnih ulaganja, nedostatka infrastrukture i tehničkih izazova u integraciji takvih izvora u postojeće sustave poduzeća.

Grafikon 11. Razlozi uvođenja električnog pogona u vanjski transport



izvor: istraživanje

Kao razloge uvođenja električnog pogona u vanjski transport, ispitanici navode ponajprije ekološku osviještenost (74,07 %), potom isplativost (62,96 %), održivost (48,15%). U manjoj mjeri se kao razlozi uvođenja električnog pogona u vanjski transport spominju povećanje kvalitete (18,52 %), sigurnost (14,81 %) te dostupnost (7,41 %). Ekološka osviještenost, isplativost i održivost najčešći su razlozi za uvođenje električnog pogona jer ispitanici prepoznaju njegove prednosti u smanjenju zagađenja, dugoročnim uštedama i održivom korištenju resursima. Manje važni razlozi poput kvalitete, sigurnosti i dostupnosti vjerojatno se ne doživljavaju kao specifične prednosti električnih vozila ili su ograničeni dostupnošću infrastrukture i informacija.

Potom su ispitanici bili zamoljeni da ocijene suradnju s dobavljačima po pitanju zelene logistike.

Tablica 5. Ocjena suradnje s dobavljačima po pitanju zelene logistike

Tvrđnja	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	$\bar{X}$	SD
Surađujemo sa dobavljačima koji imaju ISO standard.	2 (7,69 %)	1 (3,85 %)	5 (19,23 %)	9 (34,62 %)	9 (34,62 %)	3,85	1,17
Surađujemo sa dobavljačima koji imaju ISO 001 14 standard.	3 (11,54 %)	0 (0,00 %)	8 (30,77 %)	7 (26,92 %)	8 (30,77 %)	3,65	1,24
Pri odabiru dobavljača vodimo se njihovim zelenim praksama.	4 (15,38 %)	5 (19,23 %)	9 (34,62 %)	6 (23,08 %)	2 (7,69 %)	2,88	1,15
Prioritet pri odabiru dobavljača dajemo njihovim zelenim praksama.	3 (11,54 %)	7 (26,92 %)	8 (30,77 %)	6 (23,08 %)	2 (7,69 %)	2,88	1,12

izvor: istraživanje

Poduzeća surađuju s dobavljačima koji imaju ISO standard jer ti standardi osiguravaju dosljednu kvalitetu proizvoda i usluga, pouzdanost te usklađenost s međunarodnim normama i regulativama. Suradnja s ISO certificiranim dobavljačima smanjuje rizik, povećava povjerenje u opskrbni lanac te često olakšava ispunjavanje vlastitih zahtjeva za kvalitetom i sigurnošću, što je ključno za poslovnu konkurentnost i zadovoljstvo kupaca.

Poduzeća se ne slažu s tvrdnjama da se pri odabiru dobavljača vode njihovim zelenim praksama te prioritet pri odabiru dobavljača nisu zelene prakse dobavljača. Poduzeća često ne stavljaju prioritet na zelene prakse dobavljača pri odabiru jer su im važniji čimbenici kao što su cijena, kvaliteta, pouzdanost isporuke i ukupna poslovna učinkovitost. Zelene prakse mogu biti percipirane kao dodatni trošak ili manje važan kriterij u odnosu na izravne ekonomske i operative koristi, pogotovo u industrijama gdje je konkurencija jaka, a margine male. Također može postojati nedostatak regulative ili pritiska tržišta koji bi poticali veće vrednovanje održivih praksi u opskrbnom lancu.

Nadalje, ispitanici su ocjenjivali i najveće zapreke uvođenju obnovljivih izvora energije u vanjski transport (Tablica 6.).

*Tablica 6. Ocjena najvećih zapreka uvođenju obnovljivih izvora energije u vanjski transport*

Tvrdnja	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	$\bar{X}$	SD
cijena obnovljivih izvora energije	0 (0,00 %)	2 (7,69 %)	6 (23,08 %)	13 (50,00 %)	5 (19,23 %)	3,81	0,83
nedostupnost obnovljivih izvora energije	0 (0,00 %)	5 (19,23 %)	8 (30,77 %)	7 (26,92 %)	6 (23,08 %)	3,54	1,05
nepotrebno obnovljivih izvora energije	8 (32,00 %)	7 (28,00 %)	6 (24,00 %)	4 (16,00 %)	0 (0,00 %)	2,24	1,07
nedovoljna razvijenost tehnologija	1 (3,85 %)	1 (3,85 %)	10 (38,46 %)	8 (30,77 %)	6 (23,08 %)	3,65	1,00
premali doseg	1 (3,85 %)	2 (7,69 %)	5 (19,23 %)	5 (19,23 %)	13 (50,00 %)	4,04	1,16
smanjena sigurnost radnika	11 (45,83 %)	5 (20,83 %)	5 (20,83 %)	2 (8,33 %)	1 (4,17 %)	2,04	1,17

izvor: istraživanje

Kao najveće zapreke uvođenju obnovljivih izvora energije u vanjski transport ispitanici navode: premali doseg (4,04), cijenu obnovljivih izvora energije (3,81), nedovoljnu razvijenost tehnologije (3,65) i nedostupnost obnovljivih izvora energije (2,24) te naposljetku smanjenu sigurnost radnika (2,04).

Premali doseg: Električna vozila, koja se najčešće povezuju s obnovljivim izvorima energije, često imaju ograničen doseg po punjenju u usporedbi s konvencionalnim vozilima na fosilna goriva, što ograničava njihovu praktičnost u vanjskom transportu.

Cijena obnovljivih izvora energije: Početna ulaganja u infrastrukturu, poput punionica i vozila na obnovljive izvore energije, visoka su, što čini prijelaz financijski izazovnim za mnoga poduzeća.

Nedovoljna razvijenost tehnologije: Tehnologija povezivanja transporta s obnovljivim izvorima energije još je u fazi razvoja, s problemima poput dugih vremena punjenja, manjkom standardizacije i ograničenom učinkovitošću.

Nedostupnost obnovljivih izvora energije: Nedovoljno razvijena infrastruktura za opskrbu obnovljivom energijom, poput punionica za električna vozila, otežava korištenje ovih izvora u široj primjeni transporta.

Smanjena sigurnost radnika proizlazi iz nepoznavanja i nedovoljne obuke o rukovanju novim tehnologijama što može dovesti do nezgoda zbog ne provođenja pravilnih sigurnosnih procedura.

Na pitanje o ocjeni primjene praksi zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja, odgovori su bili kako slijedi.



Tablica 7. Ocjena primjene praksi zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja

Tvrdnja	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	$\bar{X}$	SD
Na korporativnim mrežnim stranicama izvještavamo o zelenim aktivnostima koje provodimo.	4 (15,38 %)	4 (15,38 %)	7 (26,92 %)	6 (23,08 %)	5 (19,23 %)	3,15	1,32
Sponzoriramo aktivnosti lokalne zajednice.	1 (3,85 %)	5 (19,23 %)	3 (11,54 %)	9 (34,62 %)	8 (30,77 %)	3,69	1,20
Prepoznajemo potrebe lokalne zajednice.	0 (0,00 %)	3 (11,54 %)	6 (23,08 %)	12 (46,15 %)	5 (19,23 %)	3,73	0,90
Poduzeće je doniranjem lokalnoj zajednici povećalo svoj imidž.	1 (3,85 %)	2 (7,69 %)	5 (19,23 %)	9 (34,62 %)	9 (34,62 %)	3,65	1,09
Poduzeće je ekološkim aktivnostima pridonijelo zdravlju i sigurnosti zaposlenika u proizvodnji.	0 (0,00 %)	3 (11,54 %)	6 (23,08 %)	10 (38,46 %)	7 (26,92 %)	4,38	0,96
Vodimo brigu o sigurnosti i zdravlju naših zaposlenika.	0 (0,00 %)	0 (0,00 %)	1 (3,85 %)	8 (30,77 %)	17 (65,38 %)	3,81	0,56
Vodimo brigu o potrebama lokalne zajednice.	0 (0,00 %)	3 (11,54 %)	7 (26,92 %)	6 (23,08 %)	10 (38,46 %)	4,62	1,05
Vodimo brigu o ekološkom, društvenom i korporativnom upravljanju.	0 (0,00 %)	2 (8,00 %)	4 (16,00 %)	8 (32,00 %)	11 (44,00 %)	3,88	0,95
Prilagođavamo se novim standardima okolišno-društvenoga i korporativnog upravljanja.	1 (3,85 %)	1 (3,85 %)	5 (19,23 %)	9 (34,62 %)	10 (38,46 %)	4,12	1,04

izvor: istraživanje

Kod primjeni praksi zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja većina poduzeća prije svega ovdje ističe brigu o zaposlenicima („Poduzeće je ekološkim aktivnostima pridonijelo zdravlju i sigurnosti zaposlenika u proizvodnji“), potom brigu o potrebama lokalne zajednice te prilagodbu novih standarda okolišno-društvenog i korporativnog upravljanja.

Poduzeća ističu brigu o zaposlenicima u sklopu zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja jer zdravlje i sigurnost zaposlenika izravno utječu na produktivnost, zadovoljstvo i lojalnost radne snage. Ulaganjem u ekološke prakse koje poboljšavaju radne uvjete poduzeća ne samo da ispunjavaju zakonske i etičke obveze već jačaju i svoj ugled kao odgovorni poslodavci. Briga o potrebama lokalne zajednice također je ključna jer pomaže u izgradnji pozitivnog odnosa s okolinom u kojoj posluju, što može rezultirati boljim prihvaćanjem i potporom zajednice (*Baah et al., 2020*).

Prilagodba novih standarda okolišno-društvenog i korporativnog upravljanja omogućuje poduzećima da se usklade s globalnim trendovima i regulativama, što je važno za dugoročnu održivost, reputaciju i konkurentnost na tržištu. Ovi aspekti zajedno pomažu poduzećima da ostvare ekonomske i društvene koristi, istodobno pridonoseći općem dobru.

Zatim su ispitanici ocjenjivali konkretne performanse primjene zelene logistike.

Tablica 8. Ocjena konkretnih performansi primjene zelene logistike

Tvrdnja	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)	$\bar{X}$	SD
Poduzeće reducira emisiju ispušnih plinova.	0 (0,00 %)	3 (11,54 %)	1 (3,85 %)	13 (50,00 %)	9 (34,62 %)	4,08	0,92
Poduzeće reducira količinu otpadnih voda.	1 (3,85 %)	1 (3,85 %)	10 (38,46 %)	6 (23,08 %)	8 (30,77 %)	3,73	1,06
Poduzeće reducira uporabu agresivnih i štetnih komponenti u proizvodnji.	1 (3,85 %)	2 (7,69 %)	6 (23,08 %)	8 (30,77 %)	9 (34,62 %)	3,85	1,10
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je reduciralo troškove nabave materijala.	2 (7,69 %)	7 (26,92 %)	9 (34,62 %)	5 (19,23 %)	3 (11,54 %)	3,00	1,11
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je reduciralo troškove potrošnje energije.	0 (0,00 %)	1 (3,85 %)	4 (15,38 %)	13 (50,00 %)	8 (30,77 %)	4,08	0,78
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je reduciralo troškove transporta.	2 (7,69 %)	5 (19,23 %)	12 (46,15 %)	5 (19,23 %)	2 (7,69 %)	3,00	1,00
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je povećalo učinkovitost skladištenja.	2 (7,69 %)	7 (26,92 %)	8 (30,77 %)	7 (26,92 %)	2 (7,69 %)	3,00	1,07
Poduzeće prati emisiju CO2.	2 (7,69 %)	5 (19,23 %)	5 (19,23 %)	5 (19,23 %)	5 (19,23 %)	3,54	1,34

izvor: istraživanje

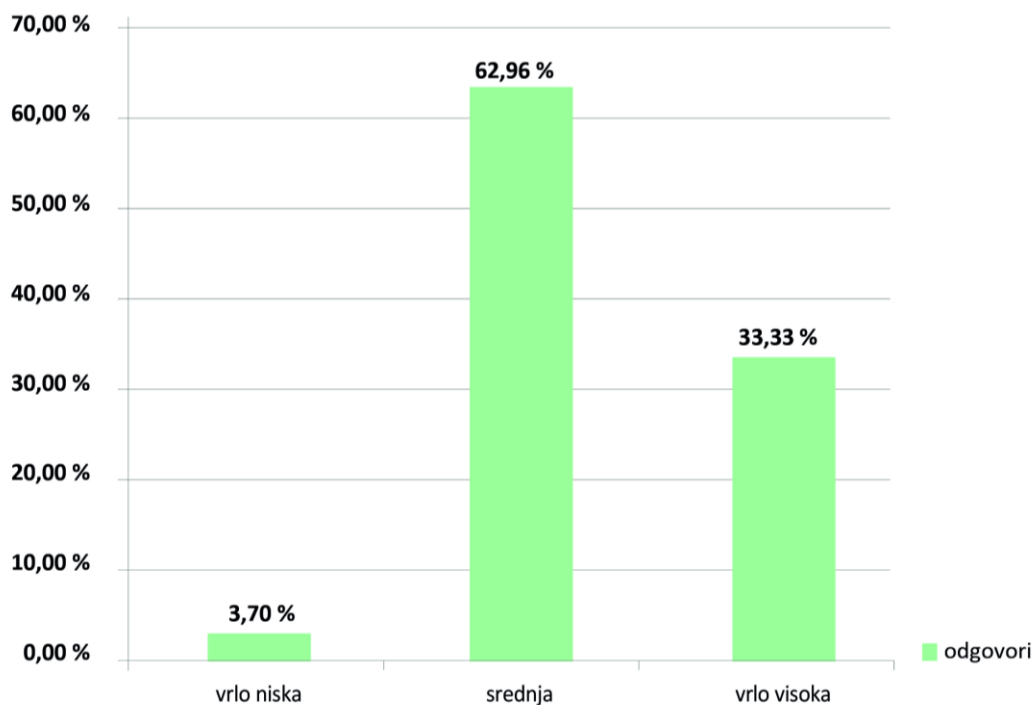
Kod ocjene konkretnih performansi primjene zelene logistike, većina poduzeće ističe da je zbog primjene zelene logistike poduzeće reduciralo troškove potrošnje energije te da je poduzeće reduciralo emisiju ispušnih plinova.

Poduzeća ističu redukciju troškova potrošnje energije i smanjenje emisije ispušnih plinova kao ključne performanse zelene logistike jer ove mjere izravno pridonose njihovoj financijskoj učinkovitosti i ekološkoj odgovornosti. Uporabom energetski učinkovitijih tehnologija, optimizacijom transportnih ruta i prelaskom na vozila s nižom potrošnjom goriva ili električna vozila poduzeća mogu znatno smanjiti operativne troškove, što pozitivno utječe na njihovu profitabilnost (Sarkis, 2013).

Istodobno, smanjenje emisije ispušnih plinova pomaže poduzećima da ispunjavaju ekološke regulative i standarde, čime poboljšavaju svoju održivost i reputaciju te odgovaraju na rastuće zahtjeve potrošača za ekološki odgovornim poslovanjem.

Nadalje su ispitanici bili zamoljeni i da ocjene razinu recikliranja resursa u proizvodnim i logističkim procesima unutar poduzeća (Grafikon 12.).

*Grafikon 12. Ocjena razine recikliranja resursa u proizvodnim i logističkim procesima unutar poduzeća*



izvor: istraživanje

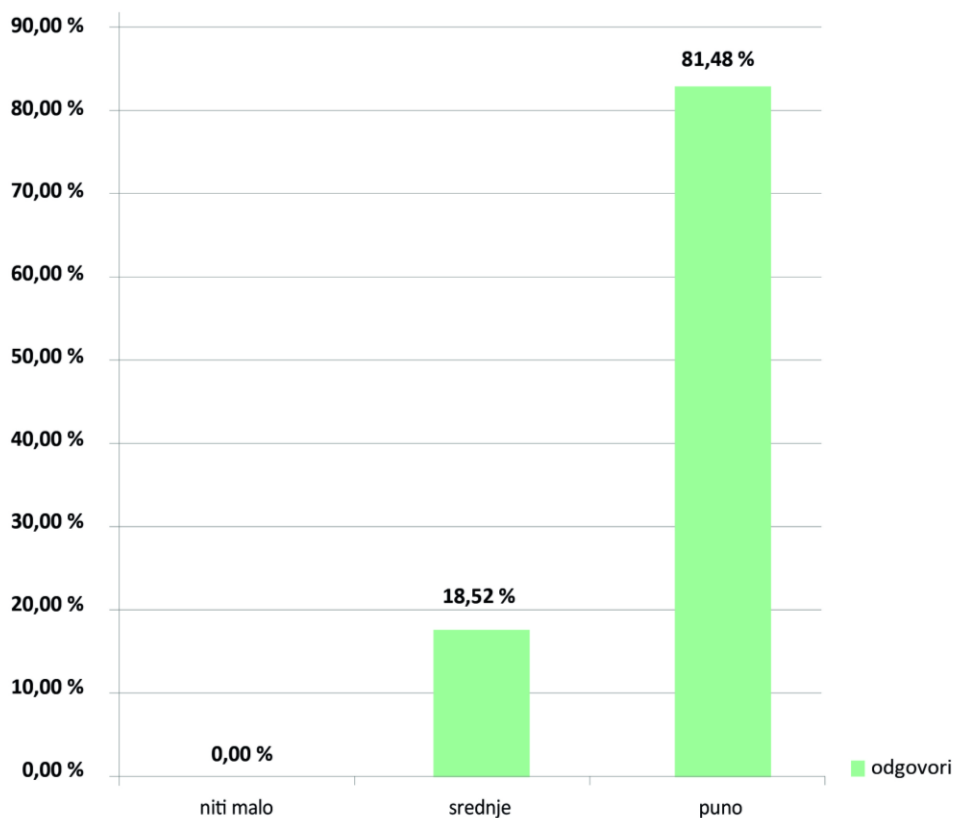
Recikliranje resursa u proizvodnim i logističkim procesima unutar poduzeća ima ključnu ulogu u postizanju održivog i konkurentnog poslovanja. Recikliranje znatno smanjuje potrebu za novim sirovinama, čime se štede prirodni resursi i smanjuje utjecaj na okoliš. Uporaba recikliranih materijala pomaže u očuvanju energije jer proizvodnja iz recikliranih sirovina obično zahtijeva manje energije u usporedbi s proizvodnjom iz novih materijala. Recikliranje unutar poduzeća može rezultirati znatnim finansijskim uštedama. Smanjenje količine otpada smanjuje troškove odlaganja i omogućuje ponovnu upotrebu materijala unutar proizvodnog ciklusa, što može

smanjiti operativne troškove. Na primjer, otpadni materijali iz jednog dijela proizvodnog procesa mogu se reciklirati i koristiti u drugom, čime se povećava učinkovitost uporabe resursa i smanjuje ukupna potrošnja.

Recikliranje pomaže poduzećima da se usklade s ekološkim propisima i standardima koji postaju sve stroži u mnogim industrijama. Usklađenost s tim propisima ne samo da izbjegava pravne sankcije već može i poboljšati ugled poduzeća među potrošačima i partnerima, koji sve više preferiraju održive prakse. Napokon, recikliranje resursa u proizvodnim i logističkim procesima pridonosi stvaranju kružnoga gospodarstva, gdje se otpad pretvara u vrijedne resurse, smanjujući potrebu za jednokratnim korištenjem i poticanjem ponovne upotrebe. Ovaj pristup pomaže poduzećima da izgrade dugoročno održive poslovne modele koji su otporni na promjene u dostupnosti resursa i tržišnim uvjetima.

Većina ispitanika smatra razinu recikliranja resursa srednjom ili vrlo visokom jer su poduzeća sve više svjesna važnosti održivog upravljanja resursima i nastoje smanjiti otpad kako bi smanjila troškove i negativan utjecaj na okoliš. Recikliranje omogućuje ponovnu upotrebu materijala, čime se smanjuju troškovi nabave novih sirovina i minimizira količina otpada koja završava na odlagalištima. Također sve veći pritisak zakonskih regulativa i potražnja kupaca za održivim praksama potiču poduzeća na usvajanje i implementaciju viših standarda recikliranja.

Grafikon 13. Odvajanje otpada u proizvodnji



izvor: istraživanje

Sudionici u istraživanju (81,48 %) navode da se velika pozornost pridaje odvajanju otpada u proizvodnji (Grafikon 13.). Odvajanje otpada u proizvodnji ima ključnu ulogu u očuvanju okoliša, poboljšanju ekonomske učinkovitosti i usklađivanju s regulatornim zahtjevima. Prvo i najvažnije, pravilno odvajanje otpada omogućuje recikliranje materijala, smanjujući potrebu za novim sirovinama i time smanjujući iscrpljivanje prirodnih resursa. Tako se smanjuje i količina otpada koji završava na odlagalištima, što pomaže u smanjenju emisije stakleničkih plinova i sprečava zagađenje tla, vode i zraka.

Uz ekološke koristi, odvajanje otpada također donosi ekonomske prednosti. Recikliranje može smanjiti troškove odlaganja otpada, a materijali koji se ponovno koriste ili prodaju mogu generirati dodatni prihod. Nadalje, sve više potrošača i poslovnih partnera cijeni održive prakse,

što znači da kompanije koje provode učinkovito odvajanje otpada mogu poboljšati svoju reputaciju i privući ekološki osviještene kupce.

U Hrvatskoj je odlaganje otpada u proizvodnji regulirano nizom zakona i propisa koji osiguravaju ekološki prihvatljivo upravljanje otpadom i usklađenost s europskim standardima.

**Zakon o gospodarenju otpadom:** Ovaj zakon postavlja osnovne smjernice za upravljanje otpadom, uključujući odlaganje, recikliranje i ponovnu uporabu. Cilj je minimizirati količinu otpada koja završava na odlagalištima, poticati reciklažu i smanjiti negativan utjecaj na okoliš. Zakon uključuje obveze za poduzeća da provode odvajanje otpada, izvode analize otpada i osiguravaju pravilno odlaganje (*Zakon o gospodarenju otpadom, NN 84/21*).

**Pravilnik o gospodarenju otpadom:** Ovaj pravilnik detaljnije opisuje postupke i obveze povezane s razvrstavanjem i odlaganjem otpada. Definira vrste otpada, postupke za njihovo razvrstavanje, skladištenje i transport te pravila za izvještavanje i registraciju (*Pravilnik o gospodarenju otpadom, NN 106/22*).

**Europska direktiva o otpadu:** Hrvatska je članica EU-a i mora usklađivati svoje zakonodavstvo s europskim direktivama, uključujući Direktivu o otpadu, koja postavlja ciljeve za smanjenje otpada i potiče reciklažu i ponovnu uporabu (*Direktiva 2008/98*).

Poduzeća u Hrvatskoj moraju se pridržavati tih propisa kako bi smanjila svoj ekološki otisak i izbjegla moguće pravne sankcije.

Iz grafikona 14. vidi se pozicija ispitanika u poduzeću. Većina ispitanika koja je sudjelovala u istraživanju bila je na poziciji direktora ili voditelja proizvodnje (29,03 %), ili direktora ili voditelja logistike (29,03 %) ili direktora ili voditelja zaduženog za transport (12,09 %).

Grafikon 14. Pozicija ispitanika u poduzeću



izvor: istraživanje



Tablica 9. Obilježja ispitanika

OBILJEŽJA ISPITANIKA	n	%
<b>godine radnog iskustva</b>		
do godinu dana	0	0,00
od 1 do 5 godina	6	19,35
od 6 do 10 godina	12	38,71
više od 10 godina	13	41,94
<b>razina obrazovanja</b>		
srednja stručna sprema	6	19,35
visoka stručna sprema	17	54,84
mr. sc., dr. sc.	8	25,81

izvor: istraživanje

U istraživanju su sudjelovali ispitanici koji većinom imaju više od 10 godina profesionalnoga radnog iskustva, većinom visoke stručne sprema (Tablica 9.).

#### 4.4. OGRANIČENJA I PREPORUKE ZA BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Jedno od ključnih ograničenja ovog istraživanja jest činjenica da je instrument istraživanja bio *online* upitnik. Iako su *online* ankete praktične i omogućuju pristup širokom uzorku ispitanika, one također mogu ograničiti dubinu i preciznost prikupljenih podataka zbog moguće niske stope odgovora ili poteškoća zbog nerazumijevanja pitanja.

Nadalje, istraživanje je bilo usmjereno isključivo na proizvodna poduzeća, dok su ostali članovi logističkog procesa, kao što su distributeri, transportne tvrtke i skladišta, ostali neistraženi. Ovaj

uski fokus može dovesti do nepotpunog uvida u širu problematiku zelene logistike. S obzirom na to, preporuka za buduća istraživanja bila bi proširenje teme zelene logistike na druge članove logističkog procesa kako bi se dobila cjelovitija slika o tome kako različiti dionici pridonose održivosti u logističkom lancu.

## 5. ZAKLJUČAK

Zelena logistika odnosi se na primjenu održivih praksi u upravljanju logističkim procesima radi smanjenja negativnog utjecaja na okoliš. Ova praksa postaje sve važnija u kontekstu globalne ekološke svijesti i regulacija usmjerenih na zaštitu okoliša. Prednosti zelene logistike uključuju smanjenje emisije stakleničkih plinova, povećanje energetske učinkovitosti i poboljšanje reputacije poduzeća. Međutim, njezina implementacija može biti izazovna zbog potencijalno visokih početnih troškova i potrebe za promjenama u postojećim procesima.

Zeleno skladištenje, kao sastavni dio zelene logistike, uključuje uporabu energetski učinkovitih tehnologija i održivih materijala u skladišnim operacijama, čime se dodatno smanjuje utjecaj na okoliš. Jednako tako, zeleni transport usmjerava se na optimizaciju ruta, uporabu alternativnih goriva i ekološki prihvatljivih vozila, čime se pridonosi smanjenju emisija i povećanju učinkovitosti u dostavi. Oba su koncepta ključni elementi za postizanje cjelovitog pristupa održivoj logistici.

Rezultati provedenog istraživanja primjene zelene logistike u aktivnostima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima upućuju na to da su poduzeća upoznata s konceptom zelene logistike, koju se često poistovjećuje s održivošću, odnosno sa „zelenim“ transportom.

Analiza upotrebe obnovljivih izvora energije i zelenih praksi u poduzećima pokazuje da većina poduzeća upotrebljava obnovljive izvore energije, s dominantnom upotrebom Sunčeve energije, dok se biomasom i hidroenergijom koristi mnogo manji broj. Samo nekoliko poduzeća ne koristi obnovljive izvore energije, a minimalan broj ih se oslanja na alternativne izvore, kao što su stvorena toplinska energija i dizalice topline. Razina interesa za daljnju implementaciju obnovljivih izvora energije svakako je prisutna te varira među ispitanicima od srednjega do vrlo visokog. To upućuje na rastući potencijal i potrebu za poboljšanjem infrastrukture i poticanjem uporabe obnovljivih izvora u poslovanju.

U skladišnim procesima poduzeća uglavnom upotrebljavaju elektromanipulatore poput elektroviličara, a veći broj poduzeća ima postavljene solarne elektrane na krovu te skladišta s dobrim prirodnim osvjetljenjem. Također se često koriste obnovljivi izvori energije, trošila visoke

energetske učinkovitosti i zračne zavjese, što upućuje na primjenu ekoloških rješenja unutar logističkih operacija. Ipak, razina automatizacije skladišnih procesa je općenito niska, s većinom ispitanika koji ocjenjuju svoje skladišne procese kao nisko automatizirane, dok ih samo nekoliko smatraju visoko automatiziranima.

Potreba za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima na obnovljive izvore energije također varira. Samo 15 % ispitanika navodi vrlo nisku potrebu za takvom zamjenom, dok ostali ispitanici smatraju da je zamjena potrebna, a 18,50 % ocjenjuje potrebu kao vrlo visoku. Glavni razlozi za uvođenje električnog pogona u vanjski transport su ekološka osviještenost, isplativost i održivost, uz manje važnu ulogu kvalitete, sigurnosti i dostupnosti. Međutim, poduzeća se suočavaju s preprekama kao što su premali doseg vozila na obnovljive izvore, visoka cijena, nedovoljna razvijenost tehnologije i nedostupnost obnovljivih izvora energije.

Suradnja s dobavljačima koji posjeduju ISO standarde je učestala, ali ekološke prakse dobavljača nisu prioritet pri odabiru, što pokazuje prostor za poboljšanje u održivim nabavnim praksama. Poduzeća u primjeni zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja naglašavaju brigu o zaposlenicima, zdravlju i sigurnosti te brigu o lokalnoj zajednici, kao i prilagodbu novim standardima okolišno-društvenog i korporativnog upravljanja.

Primjena zelene logistike donosi konkretne koristi za poduzeća, uključujući smanjenje troškova energije i smanjenje emisije ispušnih plinova. Većina poduzeća ocjenjuje razinu recikliranja resursa u proizvodnim i logističkim procesima kao srednju, dok nekolicina smatra razinu recikliranja vrlo visokom. Odvajanje otpada u proizvodnji visoko je zastupljeno, poduzeća navode da to čini u velikoj ili srednjoj mjeri, dok nijedno poduzeće ne odvaja otpad uopće.

Ukupno, rezultati pokazuju napredak u integraciji obnovljivih izvora energije i zelenih praksi u poslovanje poduzeća, ali ističu i izazove kad je riječ o troškovima, dostupnosti tehnologije i potrebi za daljnjom automatizacijom. Daljnji napor u jačanju zelene logistike mogu donijeti dodatne ekonomske, okolišne i društvene koristi, uz poboljšanje konkurentnosti i održivosti poslovanja.

## LITERATURA

Adnovs (2024) What is green logistics, dostupno na: <https://adnovs.com/blogs/what-is-green-logistics/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Andiyappillai, N. (2020). Factors influencing the successful implementation of the warehouse management system (WMS). *International Journal of Computer Applications*, 177(32), pp. 21–25. DOI:[10.5120/ijca2020919787](https://doi.org/10.5120/ijca2020919787)

Baah, C., Jin, Z. and Tang, L. (2020). Organizational and regulatory stakeholder pressures friends or foes to green logistics practices and financial performance: investigating corporate reputation as a missing link. *Journal of cleaner production*, 247, p.119–125. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119125>

Blome, C., Hollos, D. and Paulraj, A. (2014). Green procurement and green supplier development: antecedents and effects on supplier performance. *International Journal of Production Research*, 52(1), pp. 32–49. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.825748>

Bloomberg, D. J., Lemay, S., Hanna, J. B. (2006). *Logistika*, Zagreb: Zagrebačka škola ekonomije i menadžmenta

[Bloss, R.](#) (2016). Collaborative robots are rapidly providing major improvements in productivity, safety, programing ease, portability and cost while addressing many new applications, *Industrial Robot*, 43(5), pp. 463–468. <https://doi.org/10.1108/IR-05-2016-0148>

Chan, C. C. (2002). The state of the art of electric and hybrid vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 90(2), pp. 247–275. DOI: 10.1109/5.989873

Crainic, T. G. and Kim, K. H. (2007). Intermodal transportation. *Handbooks in operations research and management science*, 14, pp. 467–537.

De Souza, E. D., Kerber, J. C., Bouzon, M. and Rodriguez, C. M. T. (2022). Performance evaluation of green logistics: Paving the way towards circular economy. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, p.100019.

Digitalno poslovanje (2023) Ekološki otisak – važna mjera održivosti i utjecaja na okoliš, dostupno na: <https://digitalnuposlovanje.hr/ekoloski-otisak-kalkulator/#:~:text=Ekolo%C5%A1ki%20otisak%20je%20mjerilo%20koje,prijevoz%2C%20energija%2C%20itd.,> pristupljeno 28. kolovoza 2024.

Direktiva 2008/98 EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenoga 2008. o otpadu i stavljanju izvan snage određenih direktiva, dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0098>, pristupljeno 28. kolovoza 2024.

Dzwigol, H., Trushkina, N. and Kwilinski, A. (2021). The organizational and economic mechanism of implementing the concept of green logistics. *Virtual Economics*, 4(2), pp. 41–75 DOI: [https://doi.org/10.34021/ve.2021.04.02\(3\)](https://doi.org/10.34021/ve.2021.04.02(3))

Eto platforma (2024) <https://otoci.eu/solarni-potencijal-nasih-gradova-najveci-u-stari-gradu-na-hvaru-na-kontinentu-u-osijeku-2/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

European Environmental Agency (2021) Transport and environment report 2021: Decarbonising road transport – the role of vehicles, fuels and transport demand, dostupno na: [https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2021/at\\_download/file](https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2021/at_download/file), datum pristupanja 10. srpnja 2024.

Europski revizorski sud (2023) Intermodalni prijevoz tereta: EU je i dalje daleko od uklanjanja tereta s cesta, dostupno na: [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR-2023-08/SR-2023-08\\_HR.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR-2023-08/SR-2023-08_HR.pdf), datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Fetting, C. (2020). The European green deal. *ESDN Report, December*, 2(9).

Global Footprint Network (2024) Earth Overshoot Day 2024 approaching, dostupno na: <https://www.footprintnetwork.org/2024/07/21/earth-overshoot-day-2024/>, pristupljeno 29. kolovoza 2024.

Golhar, D. Y. and Stamm, C. L. (1991). The just-in-time philosophy: a literature review. *The International Journal of Production Research*, 29(4), pp. 657–676. <https://doi.org/10.1080/00207549108930094>

Gülmez, Y. S. and Rad, S. T. (2017). Green logistics for sustainability. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(3), pp. 603–614. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.2017331327>

<https://autobusiikamioni.blogspot.com/2016/12/radno-vrijeme-vozacai-vrijeme-odmora.html>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://cltautotrasporti.it/transport-of-dangerous-goods/?lang=en>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://cvs-mobile.com/hr/rje%C5%A1enja/Planiranje-rute>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024. godine

<https://fmlc.com.hr/eko-voznja/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://hr.benweilight.com/info/warehouse-led-lighting-71311004.html>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://hr.globalsteelstructure.com/steel-structure/steel-structure-warehouse/solar-panel-logistics-warehouse-building.html>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://logistichouse.rs/skladistenje-robe/>, datum pristupanja 20. srpnja 2024.

[https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/hr/#\\_Ref120545854](https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/intermodal-freight-transport-08-2023/hr/#_Ref120545854), datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://proauto.ba/tag/volvo-vnr-electric/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://sec-group.co.uk/knowledge-hub/what-is-a-mezzanine-floor/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://vtransgroup.com/which-one-is-better-trl-or-truckload/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://worldcraftlogistics.com/what-is-green-logistics-and-the-positive-impact-on-eco-friendly-supply-chains>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.bioinstitut.hr/blog/kemija/procjene-rizika-laboratorijima-bioinstituta-119/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.blog.enpeks.rs/kako-odabrati-usluge-enpeks-a/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024. godine

<https://www.czs.hr/hr/procena-rizika>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.eea.europa.eu/highlights/cutting-noise-with-quiet-asphalt>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.ekos-orlovnjak.hr/index.php/rgco-orlovnjak-1/blog/210-gospodarenje-otpadom>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024. godine

<https://www.germanemissionssticker.com/hr/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.germanemissionssticker.com/hr/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.interlakemecalux.com/blog/stock-control-warehouse>, datum pristupanja 20. srpnja 2024.

<https://www.linkedin.com/pulse/al-emran-hossain-vwzne/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.ndtransportation.com/nd-blog/multimodal-transportation-vs-intermodal/>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.ohra.hr/konzolni-regal#gallery-34389-1>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.primatlogistika.hr/proizvodi/skladisni-uredaji-i-sustavi/skladisni-software-wms/software>, datum pristupanja 20. srpnja 2024.

<https://www.racunovodja.hr/33/obracun-zaliha-po-fifo-metodi-uniqueidmRRWSbk196E4DjKFq6pChJStqqwHWRpu6SGzfkV23SbVRYFLS2WAvA/>, datum pristupanja 20. srpnja 2024.

<https://www.spin.hr/novosti/pracenje-transporta>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

[https://www.thepalletnetworkltd.co.uk/news/tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trailers?utm\\_source=rss&utm\\_medium=rss&utm\\_campaign=tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trai](https://www.thepalletnetworkltd.co.uk/news/tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trailers?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=tpn-and-rha-pioneer-innovative-solution-for-safe-loading-of-double-deck-trai), datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.valleybox.com/blog/bid/130296/benefits-of-jit-just-in-time>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/unloading-of-goods-in-a-warehouse-using-forklift-vector-10633440>, datum pristupanja 20. srpnja 2024.

Kamewor, F. T., Kwateng, K. O. and Mensah, J. (2024). Green logistics practices: A bibliometric and systematic methodological review and future research opportunities. *Journal of Cleaner Production*, p.143735. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143735>

Klaus, H., Rosemann, M. and Gable, G. G. (2000). What is ERP?. *Information systems frontiers*, 2, pp. 141–162. <https://doi.org/10.1023/A:1026543906354>

Košutar, I. (2015) Zelena logistika (završni rad), Sveučilište Sjever Varaždin, Varaždin.

Lai, K. H. i Wong, C. W. (2012). Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, 40(3), pp. 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.07.002>

Lai, K. H., Wong, C. W. and Cheng, T. C. E. (2012). Ecological modernisation of Chinese export manufacturing via green logistics management and its regional implications. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(4), pp. 766–770. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.10.004>

Love, C. E., Guo, R. and Irwin, K. H. (1995). Acceptable quality level versus zero-defects: some empirical evidence. *Computers & operations research*, 22(4), pp. 403–417. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00049-E](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00049-E)

Malkoč, N. (2022) Zelena logistika (završni rad), Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.

McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A. and Piecyk, M. eds., 2015. *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. Kogan Page Publishers.

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture (2024) Prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu – ADR, dostupno na: <https://mmpi.gov.hr/promet/cestovni-promet-124/prijevoz-opasnih-tvari-u-cestovnom-prometu-adr/12546>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

<https://mmpi.gov.hr/promet/cestovni-promet-124/prijevoz-opasnih-tvari-u-cestovnom-prometu-adr/adr-potvrda-za-vozace/22018>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

MIT Center for Transportation & Logistics (2024) State of Supply Chain Sustainability 2024, dostupno na: <https://sustainable.mit.edu/sscs-report/>, pristupljeno 10. srpnja 2024.

Nikolčić, S., Lazić, D. (2006). Zelena logistika; Od logistike do zelene logistike, Festival kvalitete 2006, 1. Nacionalna konferencija o kvaliteti života, Zagreb, B-56

Olsson, J., Hellström, D. and Pålsson, H. (2019). Framework of last mile logistics research: A systematic review of the literature. *Sustainability*, 11(24), p.7131.

Orlović, N. (2016) Viličari u unutarnjem transportu i skladištenju (završni rad), Veleučilište u Šibeniku

Panchuk, M., Kryshchtopa, S., Sładkowski, A. and Panchuk, A. (2020). Environmental aspects of the production and use of biofuels in transport. *Ecology in transport: problems and solutions*, pp. 115–168. DOI:[10.1007/978-3-030-42323-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42323-0_3)

Poslovni dnevnik (2010), dostupno na: <https://www.poslovni.hr/trzista/pojmovnik-145259>), datum pristupanja 20. srpnja 2024.

Pravilnik o gospodarenju otpadom, NN 106/22

Rakhmangulov, A., Sładkowski, A., Osintsev, N. and Muravev, D. (2017). Green logistics: Element of the sustainable development concept. Part 1. *NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 64(3), pp. 120–126.

Rodrigue, J. P., Slack, B. and Comtois, C., 2001, July. The paradoxes of green logistics. In *World Conference on Transport Research (WCTR)*. Seoul.).

Rodrigue, J. P., Slack, B. and Comtois, C., 2017. Green logistics. In *Handbook of logistics and supply-chain management* (Vol. 2, pp. 339–350). Emerald Group Publishing Limited.

Sanni, S., Jovanoski, Z. and Sidhu, H. S., 2020. An economic order quantity model with reverse logistics program. *Operations Research Perspectives*, 7, p.100133.

Sarkis, J. and Dou, Y., 2017. *Green supply chain management: A concise introduction*. Routledge.

Sarkis, J., 2013. *Green supply chain management*. Momentum Press.

Soucie, S., 2022. Poslovna logistika, Zagreb: Ekonomski fakultet Zagreb.

Spani, R.C., 2020. The new circular economy action plan. *FEEM Policy Brief*, (09-2020).

Šamanović, J. (2009) *Prodaja-distribucija-logistika*, Split: Ekonomski fakultet Split.

The World Economic Forum (2020) The Future of the Last-Mile Ecosystem, dostupno na: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_the\\_last\\_mile\\_ecosystem.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_the_last_mile_ecosystem.pdf), datum pristupanja 10. srpnja 2024.

Trstenjak, M., Mustapić, M., Gregurić, P. and Opetuk, T., 2023. Use of green industry 5.0 technologies in logistics activities. *Tehnički glasnik*, 17(3), pp. 471–477.

Tsatalis, A., 2019. The importance of Green Logistics for the environmental and economic sustainability of the firms, dostupno na: <https://repository.ihu.edu.gr/xmlui/bitstream/handle/11544/29264/Dissertation%20Tsatalis%20Athanasios%201102160022.pdf?sequence=1>, datum pristupanja 20. kolovoza 2024.

Unipart Logistics (2024) Top 10 Technology Trends Transforming Logistics, dostupno na: <https://www.unipart.com/logistics/top-10-technology-trends-transforming-logistics/>, pristupljeno 10. srpnja 2024.

Zakon o gospodarenju otpadom, NN 84/21



Zelenika, R., Pavlić Skender, H. (2007). *Upravljanje logističkim mrežama*, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka.

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Opskrbni lanac .....	5
Slika 2.	Prikaz koncepta zelene logistike kroz prizmu tri ključna čimbenika – društvo, ekonomiju i životnu sredinu .....	7
Slika 3.	Zelena logistika kao element koncepta održivog razvoja .....	8
Slika 4.	Evaluacijske perspektive i teme zelene logistike .....	12
Slika 5.	Povratna logistika .....	15
Slika 6.	Procesi zelene logistike .....	22
Slika 7.	Zelene logističke operacije .....	24
Slika 8.	Prikaz faza logističkih aktivnosti skladištenja .....	28
Slika 9.	Istovar/prijam robe u skladište upotrebom manipulativnih skladišnih sredstava.....	29
Slika 10.	Prikaz uređenja i organizacije skladišnog prostora .....	31
Slika 11.	Tehnologija za automatsku identifikaciju i praćenje stanja zaliha .....	33
Slika 12.	Prikaz organizacije/optimizacije utovara robe na kamion s više adresa isporuka .....	36
Slika 13.	Solarni paneli na krovu skladišta .....	38
Slika 14.	LED rasvjetna tijela u skladištu .....	38
Slika 15.	Sustav za toplinsko zoniranje prostora u skladištu – zračne zavjese .....	39
Slika 16.	Prikaz optimizacije skladišnog prostora ugradnjom mezanina .....	40
Slika 17.	Prikaz pokretnih modularnih skladišnih regala za maksimizaciju iskoristivosti prostora .....	41
Slika 18.	Ilustrativni prikaz Just-in-time metode upravljanja zalihama .....	43
Slika 19.	Prikaz kružnog upravljanja resursima.....	44
Slika 20.	Vrste transporta.....	46
Slika 21.	Planiranje transportne rute .....	47
Slika 22.	Planiranje radnog vremena i obveznih odmora vozača kamiona.....	48
Slika 23.	Praćenje i kontrola transportnog procesa .....	50
Slika 24.	ADR certifikat za vozača .....	51
Slika 25.	ADR oznake za označavanje vozila pri transportu opasne robe .....	52
Slika 26.	Oznake ekoloških zona u Njemačkoj u koje je zabranjen pristup vozilima koja zagađuju okolinu; Ekoplakete za označavanje vozila u Njemačkoj .....	53
Slika 27.	Ekoplakete za označavanje vozila u Njemačkoj.....	53
Slika 28.	Matrica procjene rizika .....	54
Slika 29.	Koraci u upravljanju rizicima.....	55
Slika 30.	Zeleni transport.....	56

<i>Slika 31.</i>	<i>Smanjenje buke primjenom tihog asfalta i zelenih barijera .....</i>	<i>58</i>
<i>Slika 32.</i>	<i>Flota električnih kamiona .....</i>	<i>59</i>
<i>Slika 33.</i>	<i>Duble-deck poluprikolica.....</i>	<i>61</i>
<i>Slika 34.</i>	<i>Prikaz međunarodnog intermodalnog transporta.....</i>	<i>62</i>
<i>Slika 35.</i>	<i>Emisije CO<sub>2</sub> prema vrsti prijevoza tereta .....</i>	<i>63</i>
<i>Slika 36.</i>	<i>Zlatna pravila ekovožnje .....</i>	<i>65</i>

## POPIS TABLICA

<i>Tablica 1. Obilježja poduzeća .....</i>	<i>68</i>
<i>Tablica 2. Vrsta industrije kojoj poduzeća pripadaju .....</i>	<i>69</i>
<i>Tablica 3. Poimanje zelene logistike s obzirom na vrstu industrije u kojoj poduzeće posluje .....</i>	<i>70</i>
<i>Tablica 4. Ocjena prednosti uporabe obnovljivih izvora energije u unutarnjem transportu u poduzeću .....</i>	<i>82</i>
<i>Tablica 5. Ocjena suradnje s dobavljačima po pitanju zelene logistike .....</i>	<i>84</i>
<i>Tablica 6. Ocjena najvećih zapreka uvođenju obnovljivih izvora energije u vanjski transport .....</i>	<i>85</i>
<i>Tablica 7. Ocjena primjene praksi zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja .....</i>	<i>87</i>
<i>Tablica 8. Ocjena konkretnih performansi primjene zelene logistike .....</i>	<i>89</i>
<i>Tablica 9. Obilježja ispitanika .....</i>	<i>95</i>

## POPIS GRAFIKONA

<i>Grafikon 1. Implementacija elemenata zelene logistike unutar poduzeća .....</i>	<i>72</i>
<i>Grafikon 2. Izvori energije koji se koriste u poduzeću .....</i>	<i>73</i>
<i>Grafikon 3. Razina interesa poduzeća za implementaciju obnovljivih izvora energije .....</i>	<i>74</i>
<i>Grafikon 4. Metode unutarnjeg transporta koje se koriste u poduzećima .....</i>	<i>75</i>
<i>Grafikon 5. Način pogonjenja sredstava unutarnjeg transporta .....</i>	<i>76</i>
<i>Grafikon 6. Ocjena potrebe za automatizacijom i digitalizacijom unutarnjeg transporta unutar poduzeća.....</i>	<i>77</i>
<i>Grafikon 7. Proces skladištenja proizvoda .....</i>	<i>78</i>
<i>Grafikon 8. Ocjena stupnja automatizacije skladišnog procesa .....</i>	<i>79</i>
<i>Grafikon 9. Ocjena potrebe za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima koji koriste obnovljive izvore energije .....</i>	<i>80</i>
<i>Grafikon 10. Doprinos ERP-a automatizaciji skladišnog procesa.....</i>	<i>81</i>
<i>Grafikon 11. Razlozi uvođenja električnog pogona u vanjski transport.....</i>	<i>83</i>
<i>Grafikon 12. Ocjena razine recikliranja resursa u proizvodnim i logističkim procesima unutar poduzeća .....</i>	<i>90</i>
<i>Grafikon 13. Odvajanje otpada u proizvodnji .....</i>	<i>92</i>
<i>Grafikon 14. Pozicija ispitanika u poduzeću.....</i>	<i>94</i>

## ŽIVOTOPIS STUDENTA

DEAN HRASTIĆ, dipl. ing., rođen je 25. rujna 1984. u Varaždinu. Završio je srednju školu u Varaždinu i stekao zvanje tehničara cestovnog prometa. Nakon završene srednje škole visoko obrazovanje započinje na Fakultetu prometnih znanosti u Zagrebu. Diplomirao je u roku, 2009. godine, stekavši zvanje diplomiranog inženjera cestovnog prometa. Godine 2019. nastavlja s visokim obrazovanjem upisavši na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu Sveučilišni specijalistički studij poslovnog upravljanja – MBA.

Ima dugogodišnje radno iskustvo u transportu, upravljanju logističkim i skladišnim procesima u realnom sektoru. Od 2015. radi u Press Glass d.o.o. kao voditelj transporta i skladištenja. U svojem je radnom iskustvu, usko povezanim sa strukom, stekao iznimne vještine u organizaciji skladišta i transporta, koordinaciji i superviziji carinskih postupaka, praćenju i analizi transportnih troškova. Upravlja i odgovoran je za tim veći od 80 zaposlenika te je odgovorna osoba i nositelj licencije za prijevoz tereta. Ovlašteni je interni auditor sustava upravljanja kvalitetom prema normi ISO 9001 te sustava za upravljanje okolišem ISO 14001. Usto je aktivni sudionik domaćih i međunarodnih konferencija iz područja transporta, inovacija u transportu, skladišnim procesima i logistici.

Smatra da osobnim doprinosom i zajedničkim radom društvu moramo vratiti uloženo da bismo kao zajednica ostvarili napredak. Vođen tim načelom, istodobno je uz redovan posao volonterski obnašao dužnost zamjenika načelnika općine Sveti Ilija u dva mandata (2013. – 2021.). U javnom sektoru upravljao je općinskim budžetom, financijama, aktivno se bavio poslovnim odlučivanjem, implementacijom projekata (EU i RH), od prijave na natječaj do uspješne provedbe za svaki pojedini projekt. U tijeku svojeg mandata iznimnu važnost pridavao je i suradnji civilnih organizacija, poticanju i organizaciji društvenih događanja od koristi za žitelje općine te održavanju društvenih kontakata sa susjednim općinama i partnerskim općinama iz inozemstva.

Godine 2023. na Sveučilištu Sjever sudjelovao je kao gost predavač iz područja logistike. Područje interesa predstavlja mu konstantan razvoj i poboljšanje logističkih procesa u realnom sektoru.

Vođen tim trendovima, kao student Ekonomskog fakulteta u Zagrebu na sveučilišnom specijalističkom studiju u završnoj je fazi izrade sveučilišnog specijalističkog rada na temu „Primjena zelene logistike u procesima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima“.

## PRILOZI

### PRILOG I.:

#### Poziv za sudjelovanje u istraživanju

Poštovani!

Pozivamo vas da sudjelujete u istraživanju cilj kojega je utvrditi razinu primjene zelene logistike u procesima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima u Republici Hrvatskoj.

Sudjelovanje u istraživanju je dobrovoljno, a podatci koje ćete dati u *online* upitniku bit će korišteni za potrebe izrade specijalističkog poslijediplomskog rada u kojem će se analizirati primjena zelene logistike u procesima skladištenja i transporta u proizvodnim poduzećima.

Za ispunjavanje upitnika potrebno je do 8 minuta. Način odgovaranja na pitanja u *online* upitniku vrlo je jednostavan – odgovor upisujete u za to predviđene kolone ili ga označavate klikom miša. Nakon završetka ispunjavanja upitnika potrebno je tek mišem kliknuti na gumb **POŠALI** i odgovori će automatski biti pohranjeni u našoj bazi.

Mrežna adresa *online* upitnika: <https://www.surveymonkey.com/r/GreenLog>

Unaprijed vam zahvaljujemo na suradnji,

Dean Hrastić

kontakt za eventualna pitanja: 099/3805-190



## PRILOG II.:

### Instrument istraživanja

#### ISTRAŽIVANJE PRIMJENE ZELENE LOGISTIKE U PROCESIMA SKLADIŠTENJATRANSPORTA U PROIZVODNIM PODUZEĆIMA

1. Kojom se djelatnosti poduzeće primarno bavi? (Moguće više odgovora.)

- proizvodnjom  trgovinom  
 preradom  uslugama  
 nekim drugima, navedite kojim:

2. Vrsta industrije (moguće više odgovora):

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> agroindustrija   | <input type="checkbox"/> industrija namještaja               | <input type="checkbox"/> mineralna industrija  |
| <input type="checkbox"/> drvena i šumarska industrija                                 | <input type="checkbox"/> industrija odjeće, obuće i tekstila | <input type="checkbox"/> industrija nafte i plina  |
| <input type="checkbox"/> električna i elektrotehnička industrija                      | <input type="checkbox"/> industrija papira i kartona         | <input type="checkbox"/> prehrambena industrija  |
| <input type="checkbox"/> građevinska industrija te industrija građevinskog materijala | <input type="checkbox"/> industrija sintetičkih materijala   | <input type="checkbox"/> proizvodna djelatnost ratarstvo, stočarstvo i ribarska industrija |
| <input type="checkbox"/> gumarska industrija  | <input type="checkbox"/> industrija zaštite okoliša          | <input type="checkbox"/> staklarstvo i staklena industrija                                 |
| <input type="checkbox"/> industrija metalnih proizvoda                                | <input type="checkbox"/> kemijska industrija                 | <input type="checkbox"/> tiskanje  |
| <input type="checkbox"/> industrija motornih vozila                                   | <input type="checkbox"/> kožarska industrija                 |  |
| <input type="checkbox"/> neka druga industrija, navedite koja:                        |  |  |

3. Jeste li upoznati s pojmom zelena logistika? (Moguć jedan odgovor.)

- da  ne

4. Što za Vas znači zelena logistika? (Ukratko opišite.)

**5.** Jeste li do sada implementirali elemente zelene logistike unutar poduzeća? *(Moguće više odgovora.)*

- da, u proizvodnji **(prijeđite na pitanje 6.)**
  
- da, u transportnim aktivnostima **(prijeđite na pitanje 6.)**
- 
- da, pri procesu skladištenja **(prijeđite na pitanje 6.)**
- 
- da, u digitalizaciji poduzeća **(prijeđite na pitanje 6.)**
- 
- ne **(ako je Vaš odgovor ne, prijeđite na pitanje 23.)**
  
- da, u nekoj drugoj aktivnosti, navedite kojoj **(prijeđite na pitanje 6.):**

**6.** Kojim se obnovljivim izvorima energije koristite u poduzeću? *(Moguće više odgovora.)*

- ne koristimo obnovljive izvore energije
- biomasu
- energiju vjetra
- neke druge, navedite koje:
- hidroenergijom
- Sunčevu energiju
- vodikovu energiju

**7.** Kako biste ocijenili razinu interesa poduzeća za implementaciju obnovljivih izvora energije? *(Moguć jedan odgovor.)*

- vrlo niska
- srednja
- vrlo visoka

**8.** Kojim metodama unutarnjeg transporta koristite u poduzeću? *(Moguće više odgovora.)*

- kolaborativne robote
- kombi vozilo
- manualni transport (radnici)
- neke druge, molimo navedite koje:
- napredne automatizirane sustave transporta
- teretna vozila
- viličare
- ne koristimo metode unutarnjeg transporta

**9.** Kako su pogonjena sredstva unutarnjeg transporta? *(Moguće više odgovora.)*

- električnom energijom
- plinom
- benzinom/dizelom
- na neki drugi način, navedite kako:
- biogorivom
- manualnim radom

**10.** Kako biste ocijenili potrebe za automatizacijom i digitalizacijom unutarnjeg transporta unutar poduzeća? (Moguć jedan odgovor.)

vrlo niska

srednja

vrlo visoka

**11.** Što od navedenog koristite pri procesu skladištenja proizvoda (*moguće više odgovora*)?

koristimo elektromanipulatore (elektroviličare)

koristimo trošila visoke razine energetske učinkovitosti

imamo postavljene solarne elektrane na krovu poduzeća

održavamo temperaturu (zagrijavanje/hlađenje)

za skladišne aktivnosti koristimo obnovljive izvore energije

koristimo zračne zavjese u skladištu

skladište je dobro osvijetljeno prirodnim svjetlom

nešto drugo, navedite što:

**12.** Kako biste ocijenili stupanj automatizacije Vašeg skladišnog procesa? (*Moguć jedan odgovor.*)

nisko automatizirano

automatizirano

visoko automatizirano

**13.** Kako biste ocijenili potrebu za zamjenom postojećih transportnih sredstava s onima koji upotrebljavaju obnovljive izvore energije? (Moguć jedan odgovor.)

vrlo niska

srednja

vrlo visoka

**14.** U kojoj mjeri ERP pridonosi optimizaciji skladišnog procesa? (*Moguć jedan odgovor.*)

ne pridonosi

pridonosi

vrlo pridonosi

**15.** Ocijenite prednosti uporabe obnovljivih izvora energije u unutarnjem transportu u Vašem poduzeću, ocjenama od 1 do 5, pri čemu je 1 = u potpunosti se ne slažem, a 5 = u potpunosti se slažem.

	1	2	3	4	5
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća jer su jednostavni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća jer su lako dostupni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća jer je poduzeće ekološki osviješteno.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća zbog sigurnosti radnika.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Upotrebljavamo obnovljive izvore energije u unutarnjem transportu poduzeća zbog fleksibilnosti poduzeća.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kontejnere, palete i ostalu opremu unutarnjeg transporta višekratno upotrebljavamo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Upotrebljavamo metode optimizacije pri definiranju ruta transportnih vozila.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

nešto drugo, navedite što:

**16.** Navedite razloge zašto biste ili zašto već jeste uveli električni pogon u vanjski transport? (Moguće više odgovora.)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> sigurnost              | <input type="checkbox"/> isplativost              |
| <input type="checkbox"/> ekološka osviještenost | <input type="checkbox"/> povećanje produktivnosti |
| <input type="checkbox"/> dostupnost             | <input type="checkbox"/> povećanje kvalitete      |
| <input type="checkbox"/> održivost              |   |

**17.** Ocijenite suradnju s dobavljačima, ocjenama od 1 do 5, pri čemu je 1 = u potpunosti se ne slažem, a 5 = u potpunosti se slažem.

	1	2	3	4	5
Surađujemo s dobavljačima koji imaju ISO standard.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Surađujemo s dobavljačima koji imaju ISO 14 001 standard.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pri odabiru dobavljača vodimo se njihovim zelenim praksama.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prioritet pri odabiru dobavljača dajemo njihovim zelenim praksama.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

nešto drugo, navedite što:

**18.** Ocijenite najveće zapreke uvođenju obnovljivih izvora energije u vanjski transport, ocjenama od 1 do 5, pri čemu je 1 = u potpunosti se ne slažem, 5 = u potpunosti se slažem.

	1	2	3	4	5
cijena obnovljivih izvora energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nedostupnost obnovljivih izvora energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nepotrebnost obnovljivih izvora energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nedovoljna razvijenost tehnologija	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
premali doseg	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
smanjena sigurnost radnika	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

nešto drugo, navedite što:

**19.** Ocijenite primjenu praksi zelenog marketinga i društveno odgovornog poslovanja ocjenama od 1 do 5, pri čemu je 1 = u potpunosti se ne slažem, a 5 = u potpunosti se slažem.

	1	2	3	4	5
Na korporativnim mrežnim stranicama izvještavamo o zelenim aktivnostima koje provodimo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sponzoriram aktivnosti lokalne zajednice.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prepoznajemo potrebe lokalne zajednice.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poduzeće je doniranjem lokalnoj zajednici povećalo svoj imidž.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poduzeće je ekološkim aktivnostima pridonijelo zdravlju i sigurnosti zaposlenika u proizvodnji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vodimo brigu o sigurnosti i zdravlju naših zaposlenika.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vodimo brigu o potrebama lokalne zajednice.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vodimo brigu o ekološkom, društvenom i korporativnom upravljanju.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prilagođavamo se novim standardima okolišno-društvenoga i korporativnog upravljanja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

nešto drugo, navedite što:

**20.** Ocijenite konkretne performanse primjene zelene logistike ocjenama od 1 do 5, pri čemu je 1 = u potpunosti se ne slažem, a 5 = u potpunosti se slažem.

	1	2	3	4	5
Poduzeće reducira emisiju ispušnih plinova.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poduzeće reducira količinu otpadnih voda.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poduzeće reducira uporabu agresivnih i štetnih komponenti u proizvodnji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je reduciralo troškove nabave materijala.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je reduciralo troškove potrošnje energije.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je reduciralo troškove transporta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zbog primjene zelene logistike poduzeće je povećalo učinkovitost skladištenja.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poduzeće prati emisiju CO <sub>2</sub> .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

nešto drugo, navedite što:

**21.** Kako biste ocijenili razinu recikliranja resursa u proizvodnim i logističkim procesima unutar vašeg poduzeća? (Moguć jedan odgovor.)

- vrlo niska                       srednja                       vrlo visoka

**22.** U kojoj mjeri odvajate otpad u proizvodnji? (Moguć jedan odgovor.)

- niti malo                       srednje                       puno

**23.** Što od navedenog najbolje opisuje Vašu poziciju u poduzeću?

- direktor / voditelj / osoba zadužena za proizvodnju                       direktor/voditelj/osoba zadužena za skladište  
 direktor/voditelj/osoba zadužena za lanac opskrbe                       direktor/voditelj/osoba zadužena za transport  
 direktor/voditelj/osoba zadužena za logistiku

neka druga pozicija, navedite koja:

**24.** Godine radnog iskustva na navedenoj poziciji? (Moguć jedan odgovor.)

- do godinu dana                       od 6 do 10 godina  
 od 1 do 5 godina                       više od 10 godina

**25.** Razina obrazovanja (moguć jedan odgovor):

- srednja stručna sprema                       mr. sc., dr. sc.  
 visoka stručna sprema

**26.** Veličina poduzeća (*moguć jedan odgovor*):

- malo
- srednje
- veliko

**27.** Broj godina poslovanja poduzeća (*moguć jedan odgovor*):

- od 1 do 5 godina
- od 6 do 10 godina
- od 11 do 20 godina
- više od 20 godina

**28.** Vlasnička struktura poduzeća (*moguć jedan odgovor*):

- privatno vlasništvo
- dioničko društvo
- državna kompanija