

# Stanje i trendovi zelene i održive logistike

---

Ugarković, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:484843>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Lovro Ugarković**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Lovro Ugarković

Zagreb, 2022.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru dr.sc. Goranu Đukiću, dipl. ing. na pruženoj pomoći te korisnim savjetima tijekom izrade ovog rada.

Lovro Ugarković



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 22 – 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 22 -	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Lovro Ugarković** JMBAG: **0035214999**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Stanje i trendovi zelene i održive logistike**

Naslov rada na engleskom jeziku: **State and trends of green and sustainable logistics**

Opis zadatka:

Koncepti zelene logistike i održive logistike već su prisutni nekoliko desetaka godina, kontinuirano potičući brojne promjene u načinu planiranja i odvijanja logističkih aktivnosti, kao i u razvoju novih logističkih sustava.

Pretraživanjem i korištenjem dostupne najnovije literature, znanstvene i stručne, dati prikaz stanja u području zelene i održive logistike, kao i utvrđene trendove i pravce razvoja.

Poseban osvrt dati utjecaju nedavnih globalnih ometajućih događaja na spomenute trendove (pandemija corona virusa, rat u Ukrajini i problemi opskrbe naftom i plinom).

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

9. 5. 2022.

Datum predaje rada:

2. rok (izvanredni): 6. 7. 2022.  
3. rok: 22. 9. 2022.

Predviđeni datumi obrane:

2. rok (izvanredni): 8. 7. 2022.  
3. rok: 26. 9. – 30. 9. 2022.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Goran Đukić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Branko Bauer

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS GRAFIKONA .....	V
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY .....	VII
1. UVOD.....	1
2. OSNOVNO O LOGISTICI .....	2
2.1. Definicija logistike .....	2
2.1.1. Lanac opskrbe .....	4
2.1.2. Logistički menadžment i upravljanje lancem opskrbe.....	5
2.2. Važnost logistike.....	6
2.3. Logističke aktivnosti .....	8
2.3.1. Nabava .....	9
2.3.2. Transport .....	10
2.3.3. Rukovanje materijalom .....	11
2.3.4. Skladištenje .....	12
2.3.5. Pakiranje .....	12
2.3.6. Upravljanje zalihama .....	13
2.3.7. Povratna logistika.....	13
2.3.8. Lokacija.....	13
2.3.9. Komunikacija.....	13
2.3.10. Fizička distribucija.....	13
2.4. Trendovi u logistici .....	14
3. UTJECAJ LOGISTIKE NA OKOLIŠ.....	16
3.1. Utjecaj transporta na okoliš.....	16
3.2. Utjecaj skladišta i aktivnosti rukovanja materijalom na okoliš .....	19
4. ZELENA I ODRŽIVA LOGISTIKA .....	22
4.1. Povijest zelene logistike .....	25
4.1.1. Smanjenje utjecaja teretnog prometa na okoliš .....	27
4.1.2. Gradska logistika .....	28
4.1.3. Povratna logistika.....	28
4.1.4. Logistika u poslovnoj strategiji zaštite okoliša .....	29
4.1.5. Upravljanje zelenim lancima opskrbe .....	29
4.2. Koncepti zelene logistike .....	31
4.2.1. Zelena nabava .....	32
4.2.1.1. Primjer – Fujitsu .....	34
4.2.1.2. Primjer – Ikea.....	34
4.2.1.3. Primjer – JTB (japanska agencija za putovanja).....	34
4.2.2. Zeleni transport .....	35
4.2.2.1. Primjer - DHL .....	36

---

4.2.2.2. Primjer – Ikea.....	36
4.2.3. Zeleno skladištenje.....	37
4.2.3.1. Primjer – Nike.....	38
4.2.3.2. Primjer – Amazon.....	38
4.2.3.3. Primjer – Ikea.....	39
4.2.4. Zeleno pakiranje.....	40
4.2.5. Zelena povratna logistika.....	41
5. TRENUTNO STANJE I TRENDOVI ZELENE LOGISTIKE.....	43
5.1. Trenutno stanje zelene logistike u svijetu.....	44
5.1.1. Istraživanja i implementacije zelene logistike u Europi i SAD-u.....	44
5.1.2. Azija i istraživanja na temu zelene logistike.....	47
5.1.3. Rusija i utjecaj rata s Ukrajinom na zelenu logistiku.....	48
5.2. Trenutno stanje zelene logistike u Hrvatskoj.....	50
5.3. Trendovi u zelenoj logistici.....	53
5.3.1. Trendovi u transportu.....	53
5.3.1.1. Intermodalni ili multimodalni način prevoženja robe.....	53
5.3.1.2. Optimizacija ruta pomoću software programa.....	54
5.3.1.3. Zelena vozila.....	54
5.3.1.4. Biogoriva.....	56
5.3.2. Trendovi kod zelenog skladištenja.....	57
5.3.2.1. Značaj lokacije skladišta.....	57
5.3.2.2. Pametna skladišta.....	57
5.3.2.3. Optimizacija prostornog rasporeda skladišta.....	60
5.3.2.4. Proizvodnja i korištenje obnovljive energije u skladištima.....	60
5.3.3. Trendovi u povratnoj logistici.....	61
5.3.3.1. Korištenje blockchain tehnologije.....	61
5.3.3.2. Bolja povezanost između poduzeća.....	62
5.4. Budućnost zelene logistike.....	62
6. ZAKLJUČAK.....	63
LITERATURA.....	64

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Primjeri djelatnosti na spektru proizvodnje robe tj. pružanja usluga [2] .....	3
Slika 2. Ilustracija pretvaranja resursa u izlaze kroz operacije [2].....	3
Slika 3. Ilustracija ulazne, interne i izlazne logistike [2] .....	4
Slika 4. Lanac opskrbe lista papira [2] .....	5
Slika 5. Prikaz lanca opskrbe tvrtke Wal-Mart [5].....	7
Slika 6. Prikaz ključnih logističkih aktivnosti [2].....	8
Slika 7. Shema položaja aktivnosti nabave u poduzeću [1] .....	9
Slika 8. Shema logistike poduzeća [1] .....	9
Slika 9. Shema logistike transporta [1] .....	10
Slika 10. Ciljevi aktivnosti rukovanja materijalom [7] .....	11
Slika 11. Shema položaja aktivnosti skladištenja i pakiranja u poduzeću [1].....	12
Slika 12. Shema glavnih logističkih aktivnosti i područja logistike [1].....	14
Slika 13. Količina emisije CO <sub>2</sub> izazvana različitim prijevozima tereta [9] .....	17
Slika 14. Količina ispuštanja CO <sub>2</sub> po jedinici različitih goriva [10].....	17
Slika 15. Podjela ukupne čovjekom uzrokovane emisije CO <sub>2</sub> [11] .....	18
Slika 16. Broj komercijalnih zgrada i njihova podna površina [12] .....	19
Slika 17. Metodologija za procjenu utjecaja jednog skladišta na okoliš [12] .....	20
Slika 18. Glavni razlozi implementiranja aktivnosti zelene logistike [10] .....	23
Slika 19. Benefiti implementiranja aktivnosti zelene logistike [10] .....	24
Slika 20. Klasifikacija i kronologija istraživanja na temu zelene logistike [10].....	26
Slika 21. Koncept upravljanja zelenim lancima opskrbe prema Holt [15] .....	30
Slika 22. Shema aktivnosti zelene logistike [1] .....	31
Slika 23. Ekološki kriteriji pri odabiru dobavljača [14].....	32
Slika 24. LCA metoda [14] .....	33
Slika 25. Jednostavna ilustracija intermodalnog transporta .....	35
Slika 26. Zeleni distribucijski centar tvrtke Nike.....	38
Slika 27. Zeleni distribucijski centar tvrtke Amazon.....	39
Slika 28. Zeleno skladište tvrtke Ikea .....	39
Slika 29. Simboli zelenog pakiranja [22] .....	40
Slika 30. Uloga povratne logistike u poduzeću [11] .....	42
Slika 31. Koncept održive logistike [11].....	43
Slika 32. Cijene energenata u zadnje dvije godine [33] .....	49
Slika 33. „WestMed Bridge“ projekt [9].....	53
Slika 34. Koncept teretnog broda s jedrima [38] .....	55
Slika 35. Globalna proizvodnja biogoriva u 2022. godini [11].....	56
Slika 36. Primjeri automatiziranih skladišnih sustava .....	58
Slika 37. Primjeri tehnologija komisioniranja.....	59
Slika 38. Povećanje produktivnosti i točnosti pri usporedbi s uobičajenim WMS sustavima [1] .....	59
Slika 39. Inovativni prostorni rasporedi u skladištima [1] .....	60
Slika 40. Procjena tržišne vrijednosti povratne logistike po industrijama [40] .....	61



---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Primjeri pametnih gradova u Europi [36] .....	45
Tablica 2. Primjeri pametnih gradova u SAD-u [36] .....	46
Tablica 3. Rezultati ankete rangiranih pokretača uvođenja GSCM modela [14].....	52

---

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Generirani otpad pakiranja po materijalu u EU, 2009-2019 (milijuni tona) [25]	21
Grafikon 2. Godišnja emisija CO <sub>2</sub> po zemljama [29] .....	47
Grafikon 3. Rezultati ankete provedene od strane ALM [32] .....	48
Grafikon 4. Rezultati ankete upoznatosti s GSCM modelima [37] .....	50
Grafikon 5. Rezultati ankete implementacije GSCM modela [37] .....	51

**SAŽETAK**

Unutar ovog završnog rada su opisani osnovni koncepti zelene i održive logistike kao odgovor na nepovoljan utjecaj područja logistike na okoliš te općenite zabrinutosti javnosti na isto. Ujedno je prikazano trenutno stanje implementacije koncepata zelene i održive logistike u svijetu kroz dostupna istraživanja, te u kojem smjeru se ono razvija. Rad se može podijeliti u četiri dijela. Prvi dio se odnosi na upoznavanje sa samim pojmom logistike i kako se sistematizira. Drugi dio prikazuje kako logističke aktivnosti utječu na okoliš te su u trećem dijelu zatim objašnjeni osnovni pojmovi zelene i održive logistike te je navedeno na koji način poduzeća pokušavaju smanjiti navedeni utjecaj kod određenih logističkih aktivnosti. U zadnjem dijelu je opisano trenutno stanje zelene i održive logistike u svijetu te u kojem smjeru se ono razvija kroz trendove koji su se pojavili u zadnjih deset do dvadeset godina.

Ključne riječi: logistika, utjecaj na okoliš, održivost, zelena logistika

---

**SUMMARY**

Within this thesis, the basic concepts of green and sustainable logistics are described as a response to the unfavorable impact of the logistics field on the environment and to general public concerns. Also, the current state of implementation of the said concepts in the world is presented through available research, and it is explained in which direction it is developing. The thesis can be divided into four parts. The first part is about getting to know the very concept of logistics and how it is systematized. The second part shows how logistics activities affect the environment, and the third part then explains the basic concepts of green and sustainable logistics and states how companies try to reduce the said impact in certain logistics activities. The last part describes the current state of green and sustainable logistics in the world and in which direction it is developing through the trends that have appeared in the last ten to twenty years.

Key words: logistics, environmental impact, sustainability, green logistics

## 1. UVOD

Tijekom posljednja tri desetljeća sve je veća zabrinutost javnosti oko pitanja ljudskog utjecaja na okoliš, a diskusije o temama vezane za klimatske promjene se mogu vidjeti u svim medijima. Najveći problem predstavlja globalno zatopljenje koje se događa, kako mnogi znanstvenici tvrde, radi ispuštanja stakleničkih plinova u ekstremno velikoj količini u atmosferu preko izgaranja fosilnih goriva. Ugljični utisak je postao važan podatak za svako područje industrije pa tako i za područje logistike. Pojam logistika se uglavnom koristi kao opis skladištenja, rukovanja materijalom i transporta istoga od mjesta uzimanja sirovina kroz proizvodni sustav do krajnjeg potrošača. U poduzećima je danas logistika jedna od ključnih aktivnosti koja treba biti isplanirana i izvršena na efikasan i efektivan način kako bi uspješnost tvrtke bila što veća. Riječ efikasan se može definirati kao izvođenje na najbolji mogući način s što manje gubitaka vremena i napora. Dok riječ efektivan podrazumijeva postizanje očekivanog rezultata. Spomenuta zabrinutost javnosti direktno utječe na poslovanje poduzeća kako su vlade diljem svijeta, kao odgovor na tu zabrinutost, polako počele ubacivati u svoju politiku pravila i regulative vezane za zaštitu okoliša koje se trebaju poštivati. Također većina ljudi danas, pri kupnji proizvoda, sve više daje prednost onim poduzećima koja pokušavaju na neki način smanjiti utjecaj na okoliš pa se dosta njih polako prebacuje na održivije i ekološko prihvatljive opcije u njihovom poslovanju. Prvo područje koje poduzeća nastoje učiniti održivim je upravo područje logistike jer kako mnoga istraživanja pokazuju, što će biti i prikazano u ovom radu, da ona znatno utječe na okoliš. Cilj ovog rada je upravo prikazati kako područje logistike sudjeluje u problemima vezanim za nanošenje štete okolišu te koji su se koncepti odnosno metode pojavile kao rješenja za te probleme. Isto tako je cilj navesti trenutno stanje implementacije navedenih rješenja u svijetu, točnije u poslovanju kompanija, te u kojem se smjeru ono razvija. No, prije toga je u nastavku detaljnije objašnjen pojam logistike i kako se ona kao djelatnost sistematizira radi lakšeg razumijevanja ovog rada.

## 2. OSNOVNO O LOGISTICI

### 2.1. Definicija logistike

Logistika kao pojam, okvirno je većini vjerojatno jasno što znači jer se stalno susrećemo s logističkim aktivnostima u svakidašnjem životu. Svaki kamion ili bilo koje prijevozno sredstvo koje vidimo na cestama da prenose određene predmete, to je logistika. Svaki put kada naručimo nešto s interneta, što je danas popularnije nego ikada, te način na koji to dođe do naše kućne adrese, to je logistika. Svaki puta kada vidimo velika skladišta u industrijskim zonama, upravljanje tim skladištima isto spada pod aktivnost logistike. Lagano je za shvatit o čemu je riječ kada se navedu takvi primjeri, ali svejedno je složeno za definirati i objasniti pojam logistike jer ne postoji jedinstvena i univerzalna definicija. Brojni autori definiraju pojam logistike sa svojim preferencijama i razlikama u pristupu, a ovisno i o jeziku na kojem se definiraju, pitanje je može li se prevesti na isti način na druge jezike.

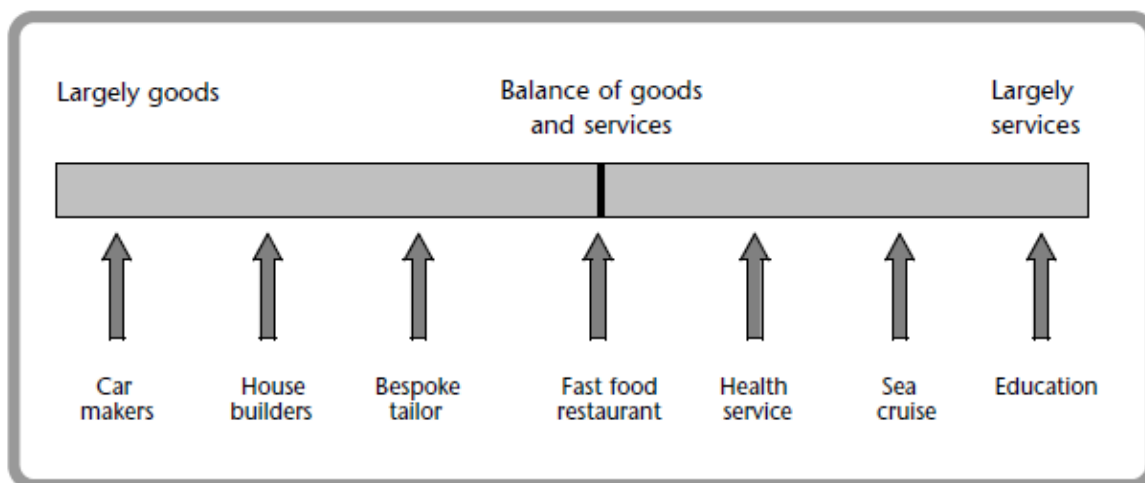
Najupotrebljiviji izvor informacija Wikipedija za pojam logistike definira [3]:

*Logistika je uslužna djelatnost koja se bavi svladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove. U suvremenim uvjetima se najčešće koristi za označavanje poslovne funkcije i znanstvene discipline koja se bavi koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu. Kružni proces od nabave preko proizvodnje i prodaje do potrošača.*

Vidljivo je da prethodna definicija većini ljudi ne bi potpuno dala odgovor na pitanje što je logistika jer neki dijelovi nisu detaljno objašnjeni i dovoljno razumljivi pa zato zahtijevaju dodatna pojašnjenja.

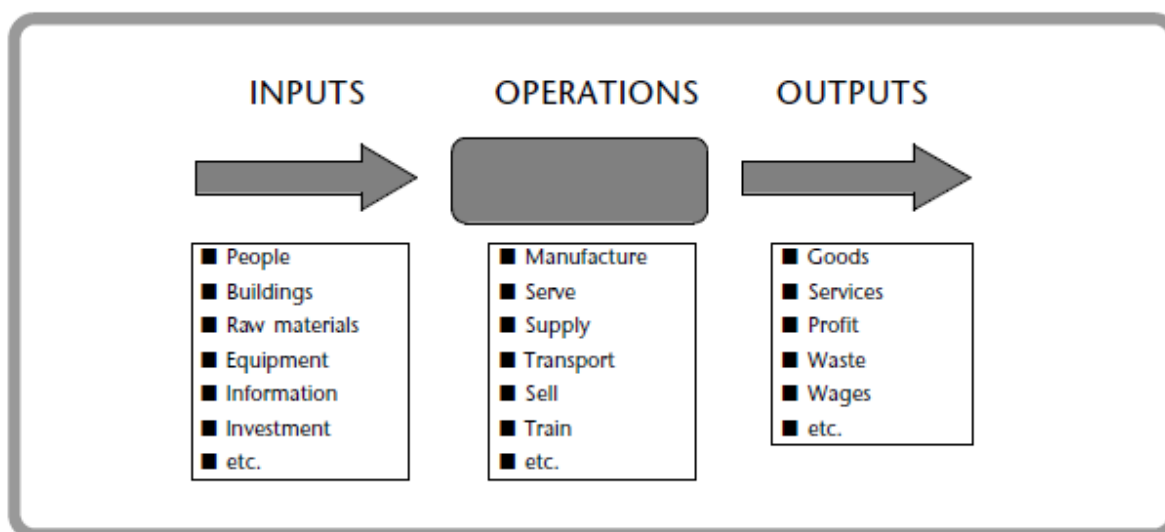
Prema [2] na razumljiviji način se objašnjava pojam logistike kao djelatnost koja opisuje načine prijenosa bilo kojeg materijala u organizaciju tj. poduzeće od dobavljača, kroz operacije unutar organizacije te od organizacije prema kupcu. Materijal tj. proizvod koji se pruža krajnjim potrošačima može biti od strane proizvođača koji proizvode neka materijalna dobra tj. fizički opipljive proizvode i od strane pružatelja nekih nematerijalnih usluga tj. proizvodi koji su neopipljivi. Neki od primjera za kretanje materijalnih dobara su kada proizvođači nabavljaju sirovine od dobavljača i dostavljaju gotovu robu kupcima (automobilska industrija, metaloprerađivačka industrija, elektronička industrija itd.), detaljnije kada maloprodajne trgovine imaju redovite isporuke od dobavljača (Konzum, Muller itd.), a kao primjer nematerijalnih usluga može se navesti pružanje internetskih usluga (A1, Telemach, Hrvatski Telekom itd.) kao i pružanje energenata kućanstvima (HEP, plinara itd.). Mnogo proizvoda koji

su naoko opipljivi zapravo su kombinacija opipljivih proizvoda i neopipljivih usluga primjerice restorani koji uz opipljivi proizvod (hrana i piće) nude i uslugu. Na [Slika 1] prikazani su neki primjeri djelatnosti i kolikim djelom se bave proizvodnjom robe tj. pružanjem usluga.



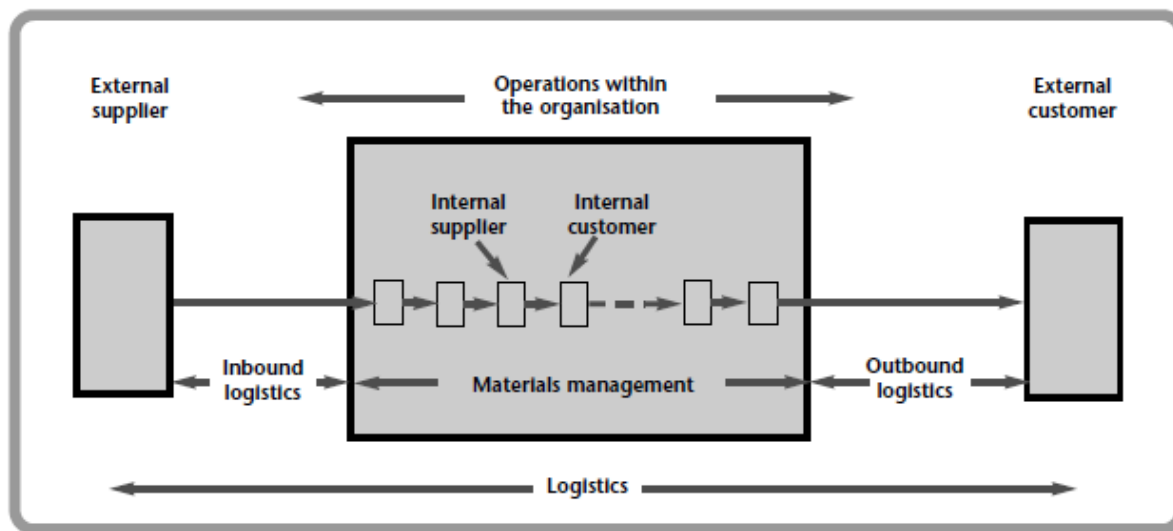
Slika 1. Primjeri djelatnosti na spektru proizvodnje robe tj. pružanja usluga [2]

Svakoj organizaciji važno je imati pouzdani tok materijala i upravo logistika je funkcija koja je odgovorna za protok tih materijala. Također u poduzeću jedan od bitnih dijelova su operacije koje od tog toka materijala stvaraju i isporučuju proizvode. Te operacije imaju niz ulaza tj. resursa i pretvaraju ih u željeni izlaz što je uglavnom proizvod ili usluga. Na [Slika 2] ilustrirano je pretvaranje niza resursa u izlaze kroz određene operacije.



Slika 2. Ilustracija pretvaranja resursa u izlaze kroz operacije [2]

Spomenute operacije unutar poduzeća su obično podijeljene u nekoliko povezanih dijelova što znači da logistika ostvaruje kretanje materijala i kroz različite dijelove organizacije i taj dio logistike se naziva interna logistika. Osim kretanja materijala unutar poduzeća, kada se materijali dostavljaju od vanjskih dobavljača tj. materijal se kreće u poduzeće, to se zove ulazna logistika, a kada se iz tog materijala napravi neki proizvod ili poluproizvod, kretanje tog proizvoda ili poluproizvoda od poduzeća do vanjskog korisnika se naziva izlazna logistika [1]. Upravo to je ilustrirano na [Slika 3].

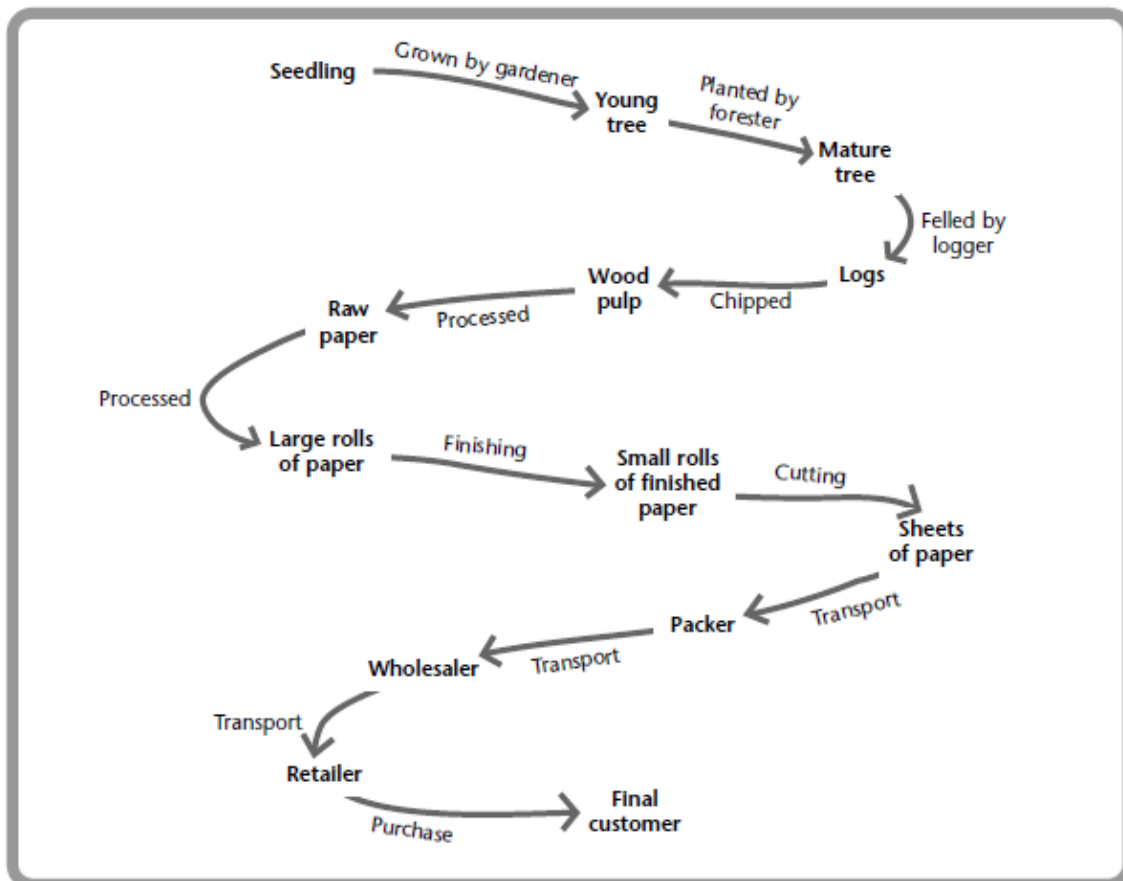


Slika 3. Ilustracija ulazne, interne i izlazne logistike [2]

### 2.1.1. Lanac opskrbe

Do sada je logistika bila prikazana kao djelatnost kretanja materijala kroz jedno poduzeće, a u stvarnosti poduzeća ne rade samostalno već svako od njih djeluje kao kupac kada kupuje potrebne materijale od vlastitih dobavljača, a onda djeluje kao dobavljač kada dostavlja materijale svojim kupcima. Za to poduzeće je to gotovi proizvod, a za kupca može biti sirovina ili dio koji zahtjeva daljnju obradu ili montažu. Većina proizvoda se tako kreće kroz niz poduzeća prije nego što dođe do krajnjeg korisnika i to ljudi nazivaju lanac opskrbe kojim se dakle stavlja naglasak na cijeli sustav proizvodnje i dostave proizvoda (od izvora sirovina do dostave krajnjem potrošaču). Pojam lanac opskrbe se pritom može definirati kao sustav organizacija, ljudi, aktivnosti, informacija i resursa uključenih u opskrbu potrošača proizvodom ili uslugom gdje aktivnosti lanca opskrbe uključuju pretvorbu prirodnih resursa, sirovina i komponenata u gotov proizvod te dostavljanje krajnjem kupcu [1]. Na [Slika 4] prikazan je primjer lanca opskrbe listova papira od početka do kraja.





Slika 4. Lanac opskrbe lista papira [2]

Iz sada naučene definicije lanca opskrbe može se zaključiti da je logistika zapravo funkcija koja je odgovorna za kretanje materijala kroz cijeli lanac opskrbe, a ne samo kroz jednu organizaciju.

### 2.1.2. Logistički menadžment i upravljanje lancem opskrbe

Aktivnosti logistike zahtijevaju odgovarajuće upravljanje odnosno menadžment pa se tako u literaturi pojavljuje pojam logistički menadžment koji obuhvaća i taj dio, ujedno kako bi se obuhvatile aktivnosti kretanja materijala kroz cijeli lanac opskrbe koristi se pojam upravljanje lancem opskrbe. Prije su ti pojmovi bili sinonimi, ali najnovije definicije koje je odredilo vijeće odabranih menadžera u području logistike, CSCMP (engl. *Council of Supply Chain Management Professionals*) pokazuju da se logistika smatra samo dijelom pojma upravljanje lancem opskrbe (SCM-a). Točnije kako glase definicije, u nastavku [1].

Logistički menadžment je onaj dio SCM-a koji planira, implementira i kontrolira efikasni i efektivni normalni i povratni tijek i skladištenje robe, usluga i povezanih informacija između točke izvora i točke potrošnje s ciljem ispunjenja zahtjeva korisnika [1]. Dakle stavlja se naglasak na efikasnost i efektivnost izvođenja logističkih aktivnosti te se pridaje važnost korisniku i njegovim zahtjevima da budu ispunjeni kako bi se ostvarila visoka razina zadovoljstva korisnika.

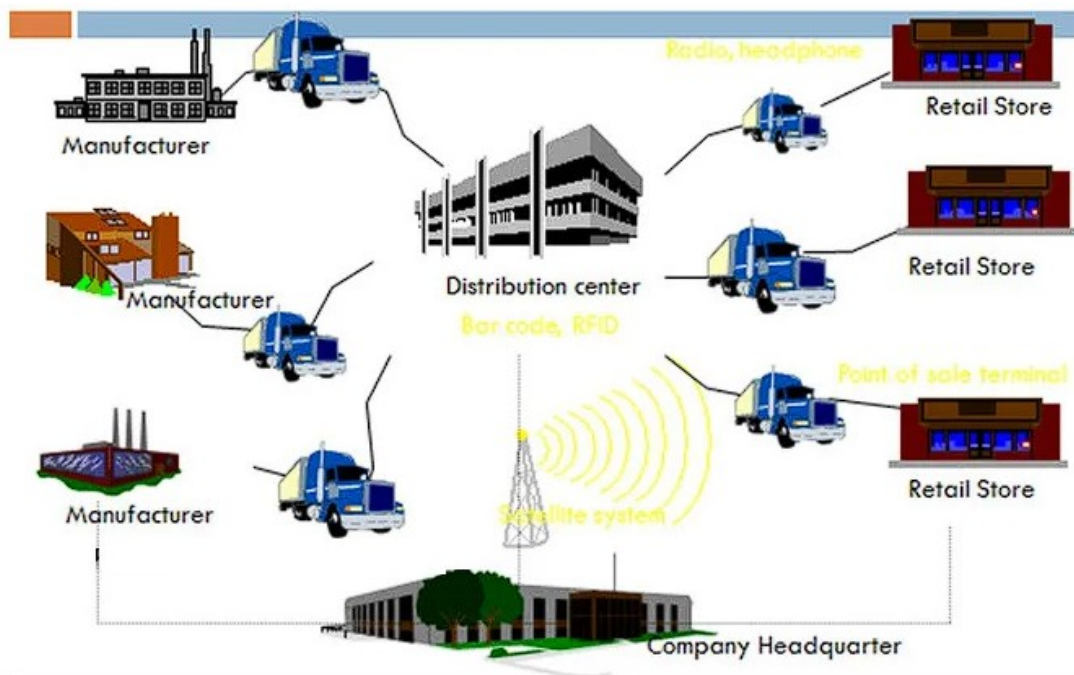
Upravljanje lancem opskrbe (SCM) obuhvaća planiranje i menadžment svih aktivnosti uključenih u traženje izvora (*sourcing*), pretvorbu (*conversion*) i sve logističke aktivnosti. Uključuje kooperaciju i suradnju s partnerima u lancu (dobavljači, posrednici, pružatelji logističkih usluga, korisnici) [1].

Vezano za temu ovog završnog rada, nije toliko bitno znanje točne definicije, ali je potrebno razumjeti osnovne pojmove logistike i kako se koriste u literaturi. U nastavku je naveden značaj logistike u gospodarstvu radi još boljeg razumijevanja navedenih pojmova.

## 2.2. Važnost logistike

Kao što je već napomenuto logistika je usredotočena na kretanje i rukovanje materijalom, no njeni učinci su vidljivi u mnogim dijelovima poduzeća i općenito u gospodarstvu. Kvalitetno upravljanje logističkim aktivnostima za poduzeće znači smanjeni operativni troškovi, veća produktivnost i profitabilnost, bolje upravljanje zalihama, pametnije skladištenje, veće zadovoljstvo kupaca, a i dobavljača. Svi ti faktori povećavaju sveukupnu uspješnost tvrtke, zato se logističke aktivnosti među prvima gledaju kada se želi maksimizirati profit. Uz to, ako su korisnici zadovoljni sa uslugama koje pruža logistika primjerice kada naručeni proizvod uvijek dođe na vrijeme, to daje bolju sliku cijele tvrtke i tako postaje konkurentna na tržištu [4]. Prema [5] upravo je i zaključeno koliko je zapravo logistika i njena izvedba bitan dio jedne organizacije na primjeru tvrtke Wal-Mart kao najveći lanac maloprodajnih trgovina u svijetu i smatra se da spadaju među najbolje kada je u pitanju upravljanje lancem opskrbe. Njihove metode upravljanja čiji je fokus na stalnom unapređenju i potrebama korisnika su im omogućile da budu na vrhu industrije u toj branši. Na njihovoj stranici čak i navode da logistika i distribucija su srce organizacije jer svakodnevno milijuni proizvoda se prevoze od njihovih centara do korisnika. Jedna od metoda koju stalno koriste je pri širenju na novo geografsko područje, prvo što provjeravaju je može li se na tom mjestu izgraditi dovoljno trgovina koje će podržati njihov distribucijski centar, a ti centri su visoko automatizirani i rade 24 sata na dan i međusobno su povezani s mnogobrojnim kamionima. Bitno im je da u krugu od oko 400

kilometra može biti izgrađeno 75 do 100 trgovina i na taj način kamioni ne moraju toliko putovati da dostave robu što smanjuje troškove transporta i vremenski je kraće pa je tako i manje zaliha u skladištima. Na [Slika 5] je ilustrirano kako otprilike izgleda taj lanac opskrbe kod njih.

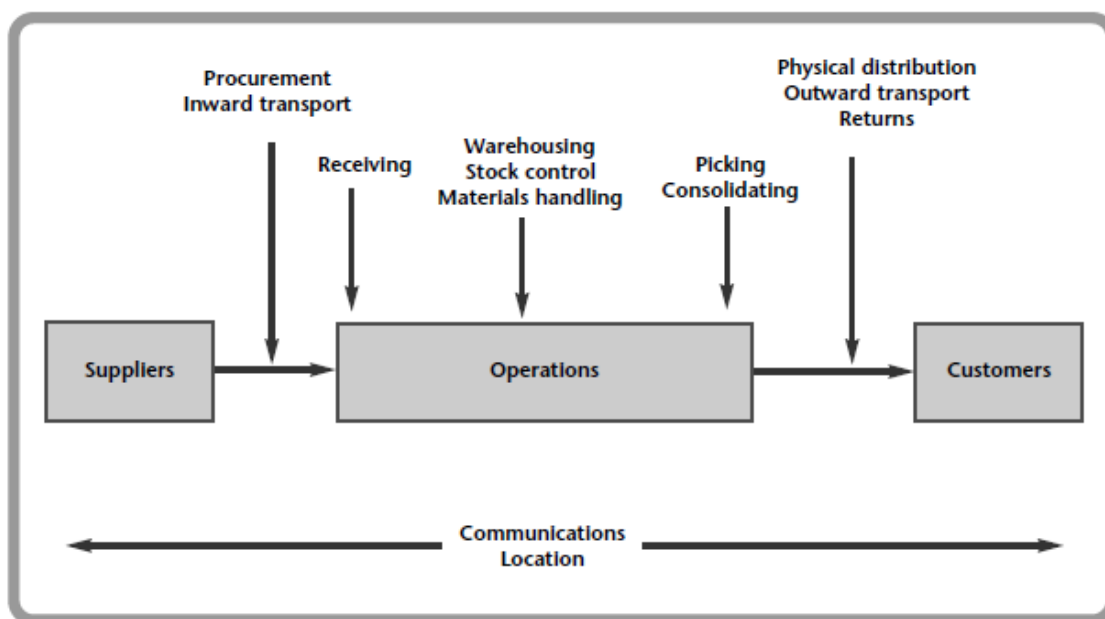


Slika 5. Prikaz lanca opskrbe tvrtke Wal-Mart [5]

Još jedna logistička strategija koju Wal-Mart koristi kako bi se povećala efikasnost u distribucijskim centrima, poznata kao Cross docking, je korištenje pretovarnog terminala u kojem se robni tokovi koordiniraju. Umjesto većeg broja pojedinačnih dostava maloprodajnim trgovinama, proizvedena se roba dovozi na jednu lokaciju, a to je cross-dock terminal. Tamo se sortira s drugom sličnom robom ovisno o relaciji za koju je namijenjena i bez dugotrajnog zadržavanja odnosno bez skladištenja preusmjerava prema različitim destinacijama [6]. Na ovaj način su dakle smanjili rukovanje i skladištenje gotovih proizvoda te ubrzali protok robe. Uz to, još jedan razlog zašto su im cijene konkurente je taj što kupuju proizvode od njihovih dobavljača u ogromnim količinama da transport od početka lanca opskrbe do kraja nije toliko skup, no to im je sada u mogućnosti jer su postali veliko poduzeće s ogromnim prihodima. U svakom slučaju može se zaključiti da Wal-Mart i njihova uspješnost je blisko povezana sa kvalitetnim upravljanjem svih logističkih aktivnosti u tvrtki te je važno da svako poduzeće konstanto ulaže u vlastiti odjel logistike.

### 2.3. Logističke aktivnosti

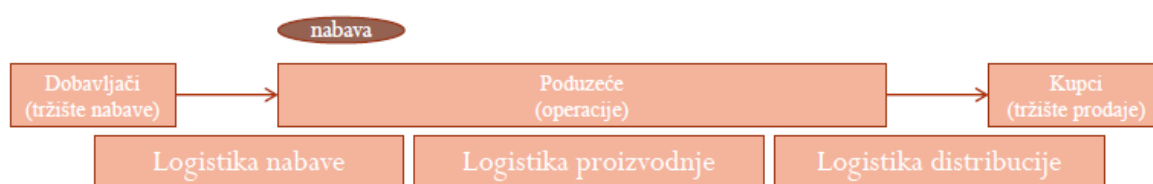
Postoje različiti pristupi u prikazu dijelova logistike s obzirom na područja, funkcije ili logističke aktivnosti u poduzeću. Ovisno o autoru literature, logistika se kod nekih prikazuje kroz funkcije poduzeća, kod nekih kroz ključne logističke aktivnosti dok ponekad autori područja logistike miješaju s prikazom logističkih aktivnosti. Zato je potrebno naglasiti da se kroz literaturu nejednako sistematiziraju logističke aktivnosti te se mnoge aktivnosti ne moraju promatrati kao dio logistike već samo kao dio upravljanja lancem opskrbe. No, bitno je samo razumijevanje da mnoge funkcije i aktivnosti moraju djelovati zajedno u izvršavanju zadataka i ostvarivanju ciljeva logistike. U ovom poglavlju, u nastavku, su opisane ključne logističke aktivnosti i paralelno su objašnjena glavna područja logistike. Da se lakše shvati, najbolje je prvo pogledati [Slika 6] gdje su ilustrirane te glavne logističke aktivnosti (nabava, transport, rukovanje materijalom, skladištenje uz komisioniranje, pakiranje, upravljanje zalihama, povratna logistika, lokacija, komunikacija, fizička distribucija) i njihov položaj u lancu opskrbe jednog poduzeća [1].



Slika 6. Prikaz ključnih logističkih aktivnosti [2]

### 2.3.1. Nabava

Nabava (engl. *procurement, purchasing, sourcing*) kao jedna od ključnih logističkih aktivnosti se definira kao osiguranje (pronalaženje i kupnja) materijala i usluga od poduzeća izvana za potporu operacijama proizvodnje, marketinga, prodaje i logistike. Uz kupovinu materijala, nabava obuhvaća još brojne operativne zadatke (npr. izbor dobavljača, pregovaranje o rokovima, količinama i cijenama, evaluaciju dobavljača) te još i strategijske zadatke primjerice planiranje potreba, upravljanje odnosima s dobavljačima, kooperacije u nabavi, istraživanje tržišta nabave i još mnoge druge. Na [Slika 7] je prikazano gdje se otprilike aktivnost nabave nalazi u poduzeću s obzirom na tok materijala i informacija [Slika 8] [1].



Slika 7. Shema položaja aktivnosti nabave u poduzeću [1]

Nabava je sastavni dio logistike nabave koja, zajedno s područjima logistika proizvodnje i logistika distribucije, čine logistiku poduzeća [Slika 8]. Radi boljeg razumijevanja ovi pojmovi su definirani u nastavku. Logistika poduzeća, shodno dosada navedenom, može se definirati kao integrirano planiranje, izvršavanje i kontrola svim internim i eksternim tokovima robe i informacija pod odgovornošću poduzeća [1].

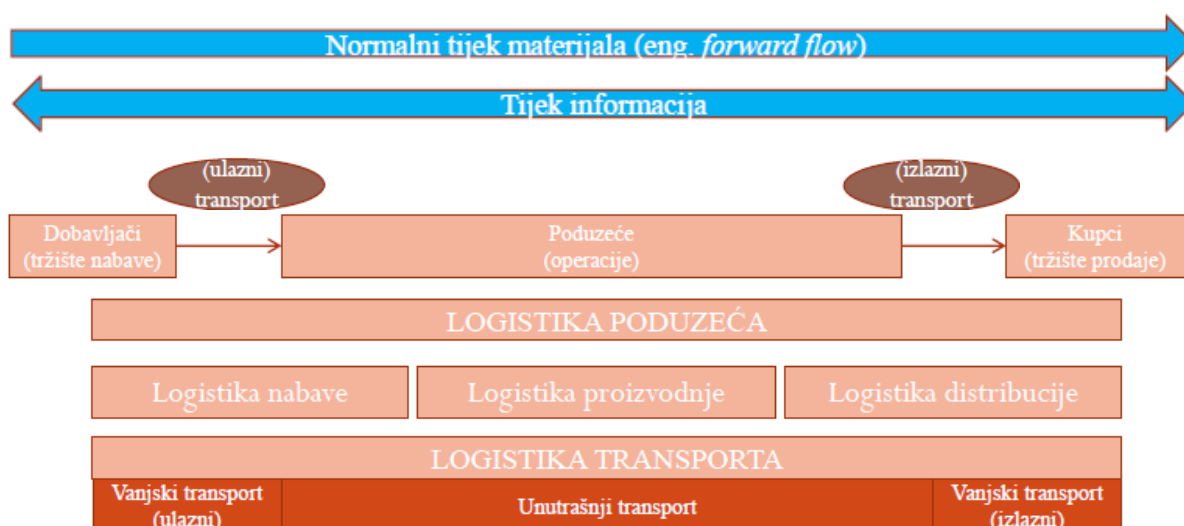


Slika 8. Shema logistike poduzeća [1]

Logistika nabave kao dio logistike poduzeća [Slika 8] se definira kao planiranje, izvršavanje i kontrola tijeka robe i informacija od dobavljača do poduzeća. Glavni cilj logistike nabave je uz najmanje troškove osigurati (u potrebno vrijeme, količini, kvaliteti) potrebne sirovine, dijelove i poluproizvode za proizvodnju. Dalje se brine logistika proizvodnje za planiranje, izvršavanje i kontrolu tijeka robe i informacija kroz cijeli proizvodni proces, odnosno unutar i između proizvodnih pogona. Dakle, glavni zadatak logistike proizvodnje je ostvarivanje svih potrebnih kretanja, manipulacije i skladištenja materijala u procesima izrade i montaže uz minimalne troškove resursa proizvodnje (oprema, ljudi, zaliha, prostor). Zatim u toku materijala imamo logistiku distribucije koja se definira kao planiranje, izvršavanje i kontrola tijeka robe i informacija od proizvođača do kupaca. Cilj je dostaviti robu kupcima u pravo vrijeme, u točnoj količini i u željenoj kvaliteti uz najmanje troškove. Fizički tok materijala između poduzeća i kupaca se ostvaruje aktivnostima komisioniranja, pakiranja, transporta i skladištenja koje su detaljnije opisane u nastavku.

### 2.3.2. Transport

Cjelokupni tijek materijala tj. informacija se ostvaruje transportiranjem tog materijala tj. informacije iz jedne točke u drugu, odnosno od izvora do korisnika i zadatak logistike transporta je da se to izvrši na efikasan i efektivan način. Transport kao logistička aktivnost se dijeli na vanjski i unutarnji transport [Slika 9].

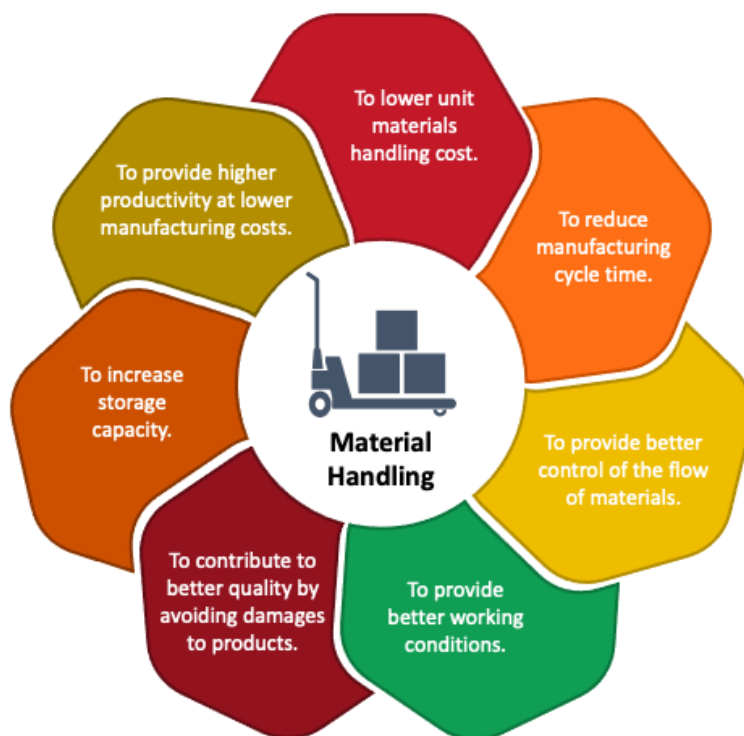


Slika 9. Shema logistike transporta [1]

Vanjski transport se dodatno dijeli, ovisno je li je riječ o nabavi ili distribuciji, na ulazni transport (od dobavljača do poduzeća) i izlazni transport (od poduzeća do kupca) [Slika 9]. Pod unutarnjim transportom se podrazumijeva svaki transport materijala unutar poduzeća tj. unutar i između pogona [1].

### 2.3.3. Rukovanje materijalom

Rukovanje materijalom (engl. *material handling*) je aktivnost koja se može slično definirati kao i unutarnji transport samo što uz transport materijala unutar poduzeća (između operacija unutar pogona, između pogona, unutar skladišta, od skladišta do pogona i obrnuto) pod rukovanje materijalom se još podrazumijeva i manipulacija materijalom prilikom pretovara robe, prepakiranja, privremenog odlaganja i uskladištenja. Rukovanje materijalom zajedno s aktivnostima transporta, skladištenja, komisioniranja i pakiranja materijala kao aktivnosti logistike koje se događaju unutar poduzeća mogu se sveukupno nazvati unutarnja logistika ili intralogistika [1]. Na [Slika 10] su prikazani glavni ciljevi aktivnosti rukovanja materijalom.



Slika 10. Ciljevi aktivnosti rukovanja materijalom [7]

### 2.3.4. Skladištenje

Osnovna zadaća ove aktivnosti je uskladištenje materijala do trenutka dok nije potreban, te pripreme i raspodjele materijala korisnicima. Skladištenje materijala se pojavljuje unutar sva tri glavna područja logistike, logistike nabave (skladištenje sirovina tj. dobavnih proizvoda), logistike proizvodnje (skladištenje poluproizvoda i dijelova za montažu) i logistike distribucije (skladištenje gotovih proizvoda) [Slika 11]. Osim uskladištenja materijala, taj materijal se treba i pripremiti za izdavanje kada je to potrebno, a to je uglavnom nakon narudžbe kupca kada je riječ o gotovoj robi ili nakon naloga iz proizvodnje kada je riječ o sirovini ili poluproizvodu. Taj proces se zove komisioniranje (engl. *order-picking*) i sastoji se od lociranja, identificiranja, provjere, izuzimanja robe iz skladišne lokacije, pakiranja i prijevoza do otpremne zone. Stoga komisioniranje, zajedno s procesom uskladištenja spadaju pod pojam skladištenja (engl. *warehousing*) tj. logistike skladištenja [1].

### 2.3.5. Pakiranje

Aktivnost pakiranja, kao dio intralogistike [Slika 11], se pojavljuje prilikom prijema robe formiranjem logističkih jedinica za uskladištenje, u proizvodnji prilikom formiranja logističkih jedinica za manipulaciju i unutarnji transport, nakon proizvodnje za formiranje logističkih jedinica za uskladištenje, u skladištu gotove robe i distribucijskim skladištima za formiranje otpremno-transportnih jedinica. Vidljivo je da su aktivnosti pakiranja dosta povezane s aktivnostima transporta, skladištenja i rukovanja materijalom [1].



Slika 11. Shema položaja aktivnosti skladištenja i pakiranja u poduzeću [1]



### **2.3.6. Upravljanje zalihama**

Upravljanje zalihama (engl. *inventory management*) podrazumijeva sve aktivnosti vezane za planiranje, kontrolu i praćenje stanja zaliha u skladištu, a i tijekom transporta sa što manje ukupnih troškova zaliha. Aktivnost upravljanja zaliha, kao i aktivnosti povratne logistike, pronalaženja najboljih lokacija i komunikacije, pojavljuje se u svim područjima logistike u jednom poduzeću, tj. od početka tijeka materijala do kraja [Slika 12].

### **2.3.7. Povratna logistika**

Po definiciji povratna logistika je aktivnost usmjerena na planiranje, izvršavanje i kontrolu svih operacija vezanih za povratne tokove materijala s ciljem ponovne uporabe ili adekvatnog zbrinjavanja otpadnog proizvoda. Dakle, zbog mnogo razloga može doći do povrata materijala, bilo to vraćanje neprodane robe ili su kupci jednostavno odustali od kupnje ili se reciklira određeni dio materijala, za sve se to brine povratna logistika [1].

### **2.3.8. Lokacija**

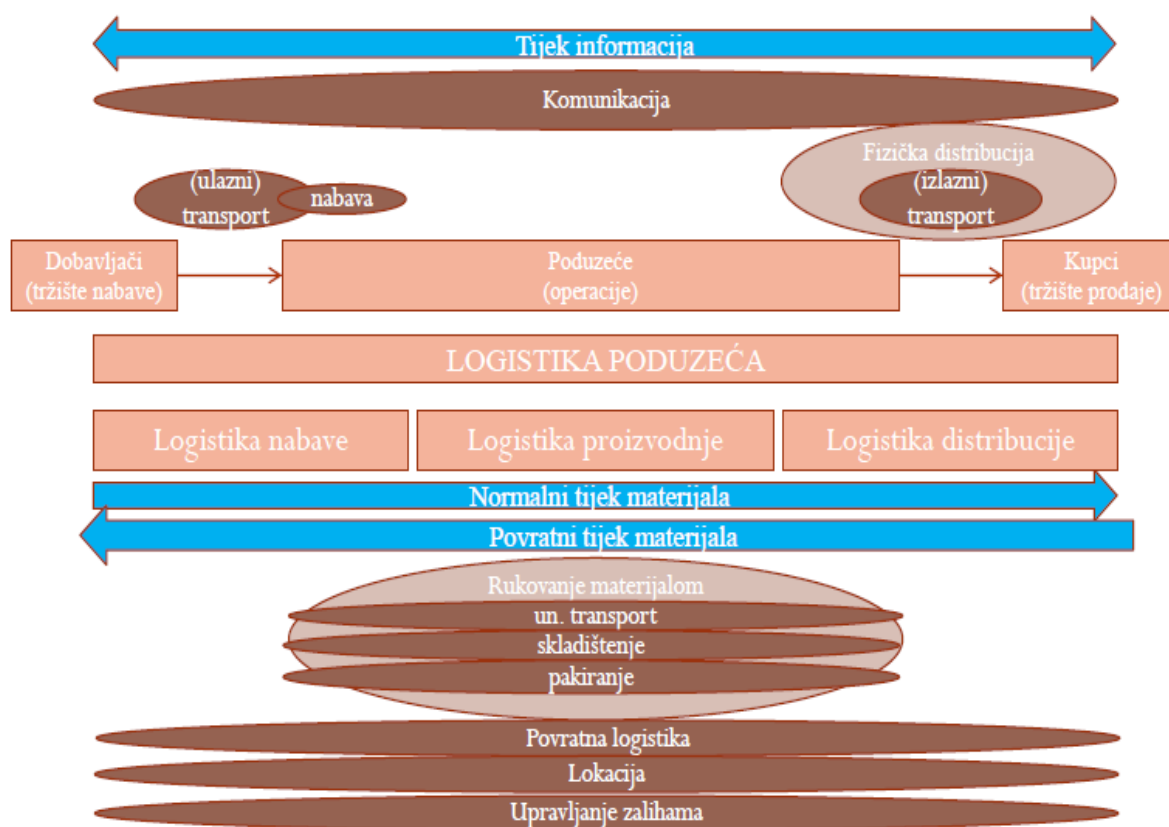
Kao što je već napomenuto, aktivnosti pronalaženja najboljih lokacija se pojavljuju u svim područjima logistike u jednom poduzeću jer je važno što efikasnije posložiti lokacije kako bi protok materijala od jedne lokacije do druge bio optimalan.

### **2.3.9. Komunikacija**

Pod ovu aktivnost se podrazumijeva upravljanje svih informacija koje teku kroz poduzeće u oba smjera, primjerice informacije o proizvodima, narudžbama, potražnji, dostupnosti materijala, trenutnim problemima i slično [1].

### **2.3.10. Fizička distribucija**

Zadnja logistička aktivnost, kada se gleda tijek materijala u poduzeću [Slika 12], je fizička distribucija koja obuhvaća sve aktivnosti usmjerene na dostavu proizvoda kupcima, uključujući i vanjski izlazni transport [1].



Slika 12. Shema glavnih logističkih aktivnosti i područja logistike [1]

Na [Slika 12] je prikazana shema svih spomenutih ključnih logističkih aktivnosti i glavnih područja logistike na kojoj se sada može vidjeti gdje se sve te aktivnosti nalaze s obzirom na tijek materijala u poduzeću, što obuhvaćaju i u kojim dijelovima logistike se pojavljuju. Razumijevanje do sada objašnjenih pojmova je potrebno kako bi se lakše shvatila poglavlja koja slijede.

#### 2.4. Trendovi u logistici

Kao i u svemu, uvijek postoji želja za poboljšanjem nekog trenutnog stanja pa se zato pojavljuju trendovi koji pokušavaju promijeniti i unaprijediti stanje koje je možda staromodno ili jednostavno nije više toliko funkcionalno. U ekonomskom pogledu, jedini razlog promjene i prihvaćanja trendova je, ako rezultat te promjene donosi nekakve povlastice točnije veći profit ili bolji ugled poduzeću. Tako i u području logistike, poduzeća stalno pokušavaju unaprijediti određene dijelove ili implementiraju postojeće trendove sa željom da postanu još uspješniji u svom poslovanju.

U jednom od smjerova u kojima se poduzeća gibaju, danas više nego ikad, je što efikasnije upravljanje tijekom materijala, odnosno fokus svakog poduzeća je eliminacija bilo kakvih gubitaka unutar lanca opskrbe kako bi smanjili ukupne troškove, imali manje zaliha te skratili vremena procesa, i to zajedno sve spada pod pojam kojeg nazivamo vitka logistika (engl. *lean logistics*) [1].

Dalje, poduzeća pokušavaju postići što veću fleksibilnost u logistici kako bi se mogli uvijek lako prilagoditi promjenama u zahtjevima korisnika, što bi rezultiralo većem zadovoljstvu kupaca i paralelno boljem ugledu. Spomenuti pristup je nazvan agilna logistika (engl. *agile logistics*) [1].

Zatim, postoji težnja za što većom povezanošću i suradnji između poduzeća u lancima opskrbe kako bi si međusobno pomagali u ostvarivanju poslovnih ciljeva. No, da bi poduzeća surađivala s drugima prvo trebaju imati dobru povezanost unutar sebe (između odjela) i time se upravo bavi integrirana logistika (engl. *integrated logistics*) [1].

Jedan od novijih trendova, koji se pojavio u čitavoj industriji pod pojmom industrija 4.0, odnosi se na digitalizaciju svih procesa unutar poduzeća što bi detaljnije značilo inteligentno umrežavanje strojeva pomoću novih i naprednih informacijsko - komunikacijskih tehnologija. Glavni cilj je da se omogući autonomno komuniciranje između uređaja, autonomno donošenje odluka te prikupljanje i analiziranje velike količine podataka [8]. Dakle, vidljivo je da u svim aspektima ovaj trend donosi poboljšanja. Logistika 4.0 ili kako se u literaturi još naziva i pametna logistika, kao dio industrije 4.0, nastavlja taj trend korištenjem inteligentnih digitalno povezanih sustava pretežito u transportu (autonomna vozila) i skladištima (automatizirani skladišni sustavi).

Zadnji trend u logistici koji je ukratko spomenut u ovom poglavlju, kao također jedan od novijih trendova koji se počeo implementirati u poduzećima, vezan je za temu ovog završnog rada i detaljnije će biti objašnjen u sljedećim poglavljima. Radi se o trendu kojim se želi smanjiti nepogodan ljudski utjecaj na okoliš. Glavni problemi su zagađivanje prirode te izgaranje fosilnih goriva u prevelikim količinama što uzrokuje klimatske promjene. Ljudi danas daju sve veću prednost poduzećima koja pokušavaju smanjiti utjecaj na okoliš i ne biti dio spomenutih problema. Kako bi udovoljili većini, tvrtke poduzimaju sve moguće mjere da postanu „zelenije“. Na području logistike su se iz tog razloga pojavili pojmovi poput zelene logistike (engl. *green logistics, GL*) i upravljanje zelenim lancima opskrbe (engl. *green supply chain management, GSCM*). No, prije objašnjenja tih pojmova opisano je kakav utjecaj logistika uopće ima na okoliš u sljedećem poglavlju.

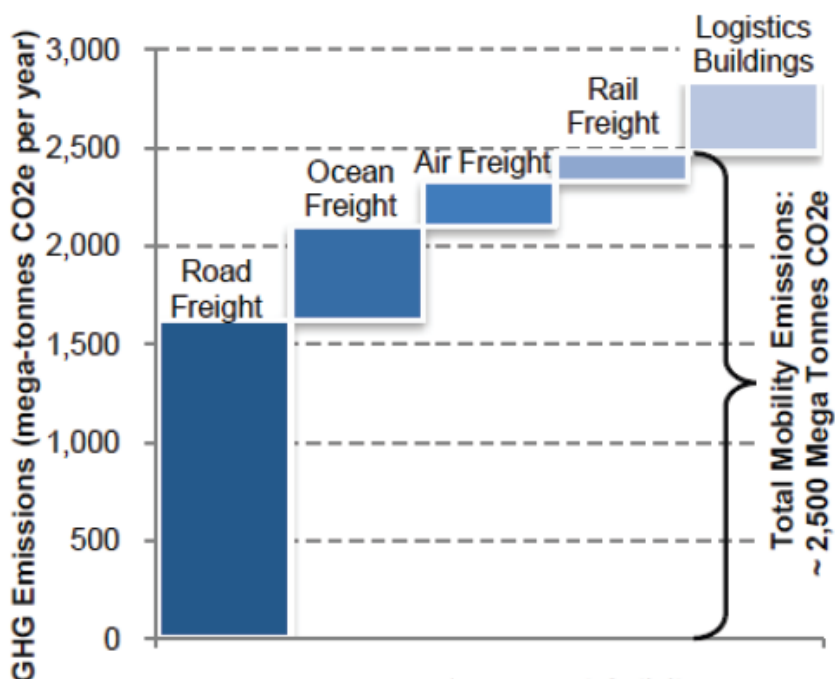
### 3. UTJECAJ LOGISTIKE NA OKOLIŠ

Kako je spomenuto na kraju prethodnog poglavlja, postoji sve veća briga ljudi o stvarnom ljudskom utjecaju na okoliš pa se stavlja i veći pritisak na poduzeća da smanje taj utjecaj. Prije nego što je započeo ovaj trend, većina poduzeća nisu marila kakav učinak na okoliš ostavljaju jer je to zahtijevalo mnoge dodatne prilagodbe i naravno to je automatski značilo, povećani troškovi i smanjeni ukupni profit. Danas je to drugačije jer kao odgovor na zabrinutost javnosti, vlade diljem svijeta su počele davati razne poticaje i benefite poduzećima ako prijeđu na održivo poslovanje, a i samo povećanje potražnje za ekološki prihvatljivim proizvodima daje tvrtkama razlog da postanu „zelenije“. Većina njih, prvo područje koje nastoje učiniti održivim je upravo područje logistike jer obuhvaća znatan dio jednog poduzeća kroz već spomenute logističke aktivnosti. Ujedno se može i reći da područje logistike najviše i utječe na okoliš. Distribucija materijala sama po sebi znatno utječe na lokalnu kvalitetu zraka, stvara buku i vibracije, uzrokuje nesreće i ono što je najveći problem, direktno pridonosi globalnom zatopljenju. U nastavku su navedeni neki istraživački radovi koji opisuju točno kako određene logističke aktivnosti utječu na okoliš.

#### 3.1. Utjecaj transporta na okoliš

Istraženo je da su aktivnosti transporta ogroman izvor zagađivača okoliša, od ukupne potrošnje energije u Europskoj uniji 32% odlazi na transport gdje 44% od toga ode na izgaranje fosilnih goriva odnosno emisije CO<sub>2</sub> [9]. A procjenjuje se da u cijelom svijetu, na teretni prijevoz ode oko 8% ukupne emisije CO<sub>2</sub> [10]. Uz to uzrokuje i druge probleme, degradacija ozonskog omotača, buka, vibracije i zagađenje atmosfere, sve su to nuspojave aktivnosti transporta. Stalno se povećava broj upotrebe vozila koja imaju motore s unutarnjim izgaranjem kako bi se zadovoljila sve veća potražnja u rastućim tržištima. Primjerice građevinski sektor zahtijeva prevoženje ogromnih količina materijala svakodnevno što znatno utječe na okoliš. Tako logistika transporta direktno utječe na okoliš što se zove utjecaj prvog reda, ali utječe i indirektno primjerice kao što je spomenuto, da bi se zadovoljila sve veća potražnja povećava se broj vozila za koje onda treba izgraditi infrastrukturu kako bi transport bio moguć. Za to se kaže da je utjecaj drugog reda. Osim toga, utjecaj transporta se dijeli u tri kategorije: lokalni, regionalni i globalni utjecaj. Za emisije stakleničkih plinova izazvano transportom, točnije su to emisije ugljikovog dioksida, ugljikovog monoksida, dušikovih oksida, sumpornih oksida, ugljikovodika i čestica, može se reći da utječu na okoliš na lokalnoj, regionalnoj i globalnoj razini. Od tih emisija najproblematičniji je CO<sub>2</sub> jer njega najviše proizvodimo, a poznato je da

je jedan od glavnih uzročnika globalnog zatopljenja pa se prvo provjerava njegova količina kada se želi vidjeti koliko nešto pridonosi klimatskim promjenama. Na [Slika 13] su prikazani koliko različiti načini prijevoza tereta ispuštaju CO<sub>2</sub> u mega-tonama godišnje.



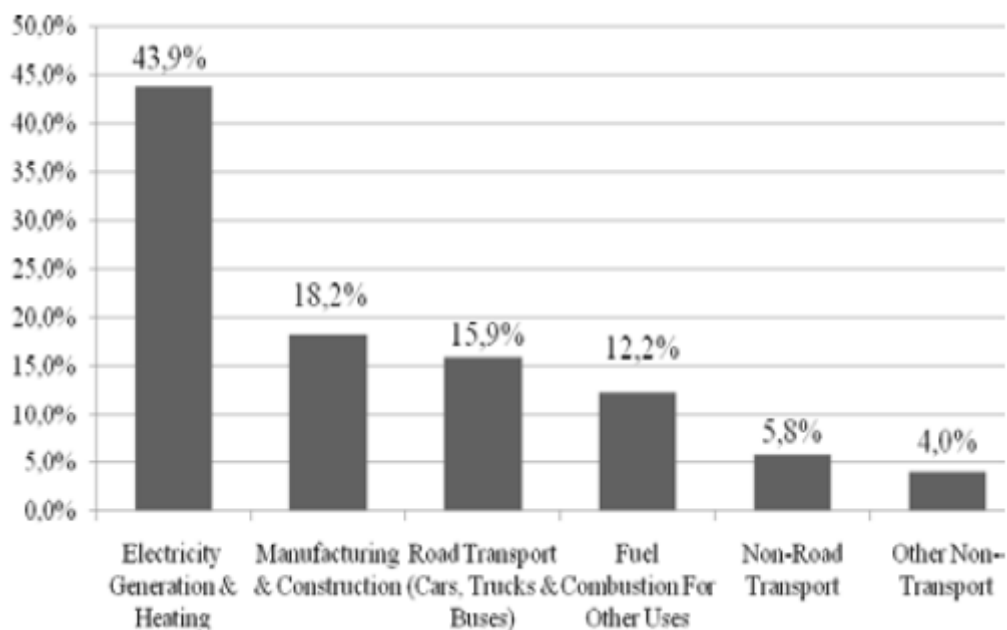
Slika 13. Količina emisije CO<sub>2</sub> izazvana različitim prijevozima tereta [9]

Sa slike je vidljivo da teretni prijevoz cestama je najveći problem jer se i dalje većinom koriste kamioni i automobili s motorima s unutarnjim izgaranjem. Naravno ovisi i o gorivu koji se koristi. Većinom teretna vozila koriste dizel gorivo koji pri izgaranju ispušta više CO<sub>2</sub> po jedinici [Slika 14] nego benzin, ali dizel motori su energetske učinkovitiji pa kada se gleda sveukupni utjecaj na emisije CO<sub>2</sub>, benzinski motori više utječu nego dizelski motori.

Fuel type	Total units used	Units	×	Kg CO <sub>2</sub> e per unit	Total
Petrol*		litre		2.2144	
Diesel*		litre		2.6008	
CNG		kg		2.7072	
LPG		litre		1.4929	

Slika 14. Količina ispuštanja CO<sub>2</sub> po jedinici različitih goriva [10]

Ujedno, gledajući [Slika 13], čini se da je možda najbolja opcija željeznički prijevoz tereta kada se gleda direktan utjecaj tj. kada se koriste vlakovi s dizel motorima, ali ako se koriste vlakovi s električnim pogonom indirektan je utjecaj kroz proizvodnju struje što će možda na kraju biti ista količina ispuštenog ugljikovog dioksida u atmosferu za isti prijevoz. Na [Slika 15] je prikazan graf koji upravo dokazuje da proizvodnja struje je najviše zaslužna za čovjekom uzrokovanu emisiju CO<sub>2</sub>.

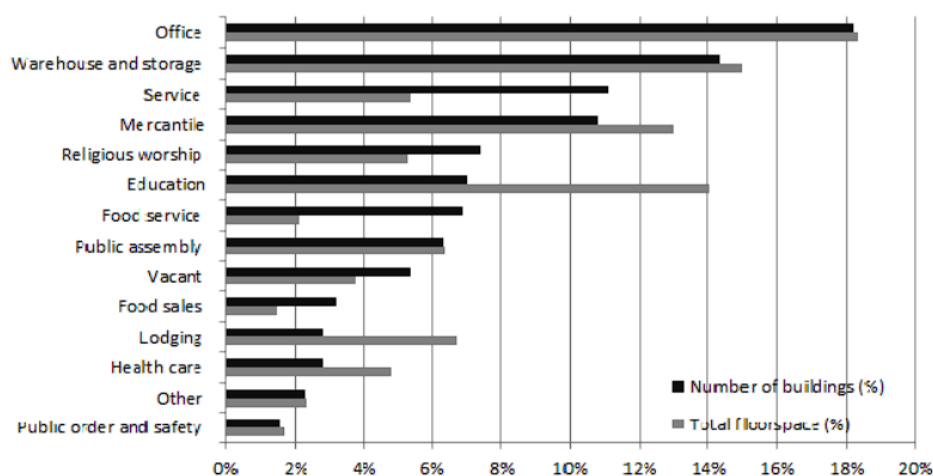


**Slika 15. Podjela ukupne čovjekom uzrokovane emisije CO<sub>2</sub> [11]**

Za prijevoz tereta preko oceana i mora vidljivo je da je drugi po redu kada se gleda količina ispuštanja ugljikovog dioksida, ali relativno se tu troši malo energije kada se uzme u obzir koliko materijala se preveze na određenu udaljenost. Zato je Europska unija počela poticati kroz određene projekte da se transport materijala što više moguće počne prevoziti preko mora i oceana, no detaljnije o tome je opisano u poglavlju [4.2.1]. Kao što je navedeno, aktivnost transporta osim što utječe na emisije CO<sub>2</sub>, uzrokuje i druge probleme poput buke, vibracija, prometnih nesreća i otpad koji nastane pri prevoženju te postoji i onaj indirektan utjecaj, izgradnja infrastrukture za promet i pritom izvlačenje potrebnih materijala u ogromnim količinama. No, osim što je stalna izgradnja infrastrukture za transport problem, skladišta također zahtijevaju za njihovu izgradnju velike površine zemlje i velike količine materijala. Detaljnije kako aktivnost skladištenja utječe na okoliš, u nastavku.

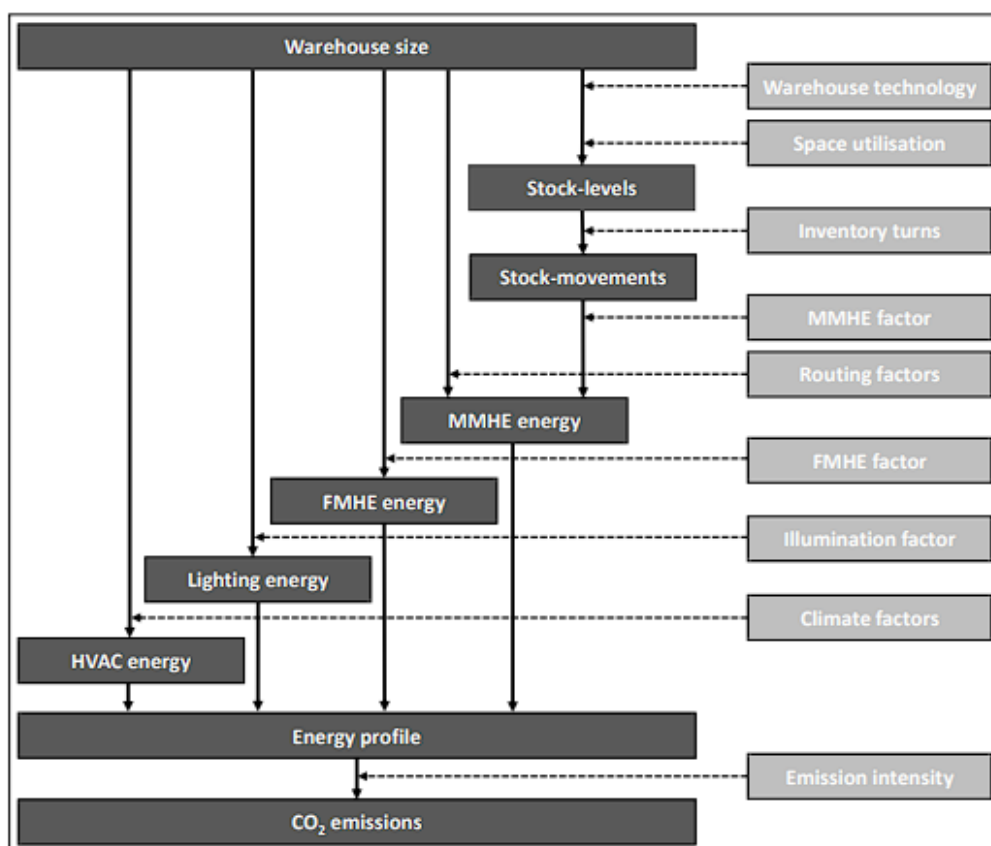
### 3.2. Utjecaj skladišta i aktivnosti rukovanja materijalom na okoliš

Skladišta imaju važnu ulogu u lancima opskrbe i njihovo upravljanje znatno utječe na efikasnost i uspjeh poduzeća. Zato postoje mnoga istraživanja na temu kvalitetnog upravljanja skladištima i aktivnostima skladištenja. No, jedna tema koja je u velikoj mjeri zanemarena u istraživanjima je utjecaj skladišta i vezane aktivnosti na okoliš [12]. Iako je prepoznato da su logističke aktivnosti glavni uzročnici emisija CO<sub>2</sub> na globalnoj razini, uglavnom se stavio fokus na transport. Istina je da transport najviše pridonosi globalnom zatopljenju sa 87% od ukupne emisije CO<sub>2</sub> gledajući samo logističke aktivnosti [10], ali je također potrebno prepoznati značajan utjecaj koji skladišta imaju na okoliš. Poznato je da skladišta zahtijevaju značajnu količinu energije za rad zbog rasvjete, grijanja, hlađenja, klimatizacije te opreme za rukovanje materijalom. Ta potrošnja energije posljedično ima značajan utjecaj na emisije ugljikovog dioksida. Pokazano je da aktivnosti rukovanja materijalom u skladištima su zaslužne za 13% od ukupne emisije CO<sub>2</sub> kada se gleda cijeli lanac opskrbe [12]. Još jedno istraživanje, koje je napravljeno u Ujedinjenom Kraljevstvu, pokazuje da su skladišta isпустиła oko 10.2 milijuna tona CO<sub>2</sub> u atmosferu [12]. A postoji i onaj indirektan utjecaj na okoliš koji je spomenut, potrebne su velike površine zemlje i velike količine materijala za izgradnju skladišta. Istraživanje u Ujedinjenom Kraljevstvu je pokazalo da skladišne površine zauzimaju 0.8% od ukupne ne obradive i šumske površine što je otprilike 23,500 hektara zemlje [10]. A potražnja za sve većim skladišnim prostorom i dalje raste. Još jedno istraživanje, ovaj put u Sjedinjenim Američkim Državama, pokazuje da skladišta čine oko 15% od ukupnog broja komercijalnih zgrada [Slika 16] te u periodu od 2003. do 2012. godine broj izgrađenih skladišta je porastao za jednu trećinu [12].



Slika 16. Broj komercijalnih zgrada i njihova podna površina [12]

Može se zatim povezati da povećanje ukupne površine dovodi do veće potrošnje energije i što je opet vezano sa emisijom ugljikovog dioksida. Ujedno je vidljivo iz navedenih primjera da su skladišta vrlo važna za poslovanje kad potražnja za skladišnim prostorom je u stalnom porastu. Zato ima smisla da poduzeća pokušaju napraviti svoja skladišta što učinkovitijim kako bi smanjili ukupne troškove i naravno smanjili na taj način utjecaj na okoliš. Prvo što bi trebali napraviti je procijeniti koliki je zapravo taj utjecaj kako bi mogli razraditi plan izrade održivog skladišta. Na [Slika 17] je ilustrirana metodologija koja upravo pomaže pri toj procjeni vezano za potrošnju energije i emisiju CO<sub>2</sub> gdje kratice MMHE (engl. *mobile material handling equipment*) i FMHE (engl. *fixed material handling equipment*) u prijevodu označavaju opremu za rukovanje materijalom, a kratica HVAC (engl. *heating, ventilation, air conditioning*) označava opremu za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju.

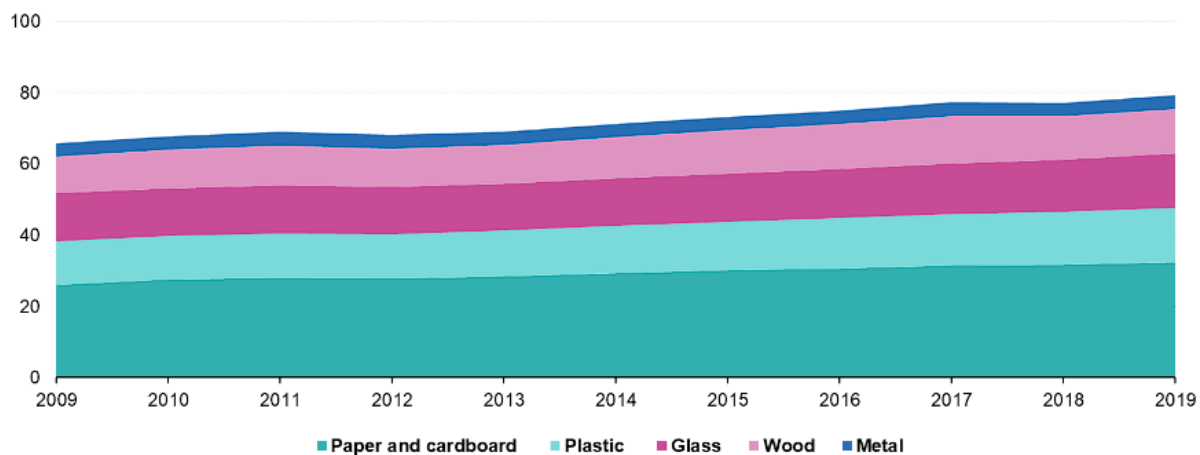


Slika 17. Metodologija za procjenu utjecaja jednog skladišta na okoliš [12]

Dalje, jedan od značajnih problema koji se pojavio na području logistike, a i općenito je prevelika količina generiranog otpada, posebice otpad koji nastane od pakiranja proizvoda. Mnoga su istraživanja pokazala da otpad pakiranja zastupa oko 30% ukupnog otpada. Zatim, istraživanja u Europskoj uniji, napravljena 2019. godine, navode da je po osobi generirano



178.1 kg otpada od pakiranja te je procijenjeno da je ukupno proizvedeno 79,6 milijuna tona i svake godine taj iznos raste. Točnije, od 2009. do 2019. godine taj broj je porastao za 13.6 milijuna tona što je po postotku 20.5% [Grafikon 1].



**Grafikon 1. Generiran otpad pakiranja po materijalu u EU, 2009-2019 (milijuni tona) [25]**

Vidljivo je da se papir i karton i dalje najviše upotrebljavaju kao materijal za pakiranja što bi se i trebalo promovirati jer se mogu reciklirati. Problem su plastična pakiranja koja su druga po redu što se tiče korištenja i po postotku su u većem porastu (oko 26%) u zadnjih deset godina nego ostali materijali [25]. Plastika i njeni derivati su zaslužni za 90% plutajućeg otpada u oceanu te se predviđa da će 99% ptica koje borave blizu mora konzumirati plastiku do 2050. godine [24]. S ovime je završeno ovo poglavlje jer u sljedećim poglavljima će biti detaljnije opisani načini i trendovi koje poduzeća implementiraju kako bi smanjila navedeni utjecaj na okoliš na području logistike. Uz to slijedi i objašnjenje spomenutih pojmova zelene logistike, održivosti i upravljanje zelenim lancima opskrbe.

#### 4. ZELENA I ODRŽIVA LOGISTIKA

Termin „zeleno“ se dodaje na postojeće pojmove kada se želi naglasiti da područje, koje opisuju ti pojmovi, je počelo implementirati pothvate koji su ekološki prihvatljiviji. Ujedno označava napredak u procesu iskorištavanja resursa na način da se zadovolje samo trenutne i buduće potrebe bez nanošenja dodatne štete što rezultira smanjenom utjecaju na okoliš, a i na ljudsko zdravlje. Dakle, teži se tome da se resurse poput vode, energije i materijala iskorištava samo onoliko koliko je potrebno i s time se smanjuju ukupni troškovi povezani sa korištenjem tih resursa. To je upravo i definicija pojma održivosti, konzervativno i razumno korištenje resursa kako bi se postigla zdrava, uspješna i raznolika okolina za ovu generaciju, a posebice i za generacije koje slijede [13]. Stoga se može zaključiti, kada se koristi termin „zeleno“ uz određene pojmove zapravo se misli na pojam održivosti. Kao pokretači trendova, velike korporacije su među prvima počele sa inicijativama održivosti, a postoje tri glavna razloga zašto poduzeća uvode okolišne komponente održivosti. Prvi razlog je taj jer su se morali prilagoditi okolišnim regulativama odnosno zakonima koje su vlade počele propisivati radi velike zabrinutosti javnosti. Drugi razlog bi bio radi stvarnog smanjenja utjecaja na okoliš jer su ekološki osviješteni. Zadnji razlog je informiranje kupaca svojih proizvoda o svojoj okolišnoj osviještenosti. Dakle koriste područje ekologije kao dio marketinga [14]. Uz to, primjenom metoda održivosti u svojim poslovnim sustavima ujedno se i umanjuje ukupni trošak tako što se koristi manje resursa, manja je količina otpada i reduciraju se nepotrebne aktivnosti. Manji troškovi automatski znači i veći profit što onda poduzeća čini konkurentnijim na tržištu pa im to isto može biti jedan od razloga da postanu „zelenije“. Mnogi skeptici upravo i smatraju da je poduzećima važan samo profit i kakav ugled imaju kada koriste termine „zeleno“ i „održivo“ u svojim reklamama novih proizvoda, a zapravo se ne trude toliko da smanje utjecaj na okoliš. Čak je jedno istraživanje [17] pokazalo da poduzeća i dalje ne mare na okolišne komponente pri odabiru dobavljača, već gledaju samo tradicionalne vrijednosti poput cijene, kvalitete i brzina dostave. No, točnije se može vidjeti iz rezultata triju anketa, prikazana na [Slika 18], kojima su autori htjeli vidjeti koji su to glavni razlozi koji potiču tvrtke da implementiraju aktivnosti zelene logistike. Postotci u zagradama na slici predstavljaju broj poduzeća koji je spomenuo određeni razlog. Iako su se ankete razlikovale po pitanjima i po uzorku poduzeća, vidljivo je da su važnost pridali pitanjima vezanim za ugled poduzeća, tržišnu konkurenciju, smanjenje troškova i pridržavanje regulacijama vlade. Nisu postavljali pitanja koja su točno vezana za zaštitu okoliša iako bi to trebalo biti temelj svake ekološke inicijative.

Eyefortransport (2007)	Aberdeen Group (2008)	Insight (2008)
'Key drivers for instigating green transport/logistics'	'Top five pressures driving the green supply chain'	'Main drivers for green logistics'
Improving public relations (70%)	Desire to be thought leader in sustainability (51%)	Optimize logistics flow (18%)
Improving customer relations (70%)	Rising cost of energy/fuel (49%)	Improve corporate image (16%)
Part of their corporate responsibility agenda (60%)	Gaining competitive advantage/differentiation (48%)	Reduce logistics costs (15%)
Financial return on investment (60%)	Compliance with current/expected regulation (31%)	Achieve regulatory compliance (15%)
Government compliance (60%)	Rising cost of transportation (24%)	Satisfy customer requirements (14%)
Decreasing fuel bills (60%)		Differentiation from competitors (11%)
Increasing supply chain efficiency (55%)		Develop alternative networks (10%)
Decreasing risk (50%)		
Improving investor relations (38%)		

**Slika 18. Glavni razlozi implementiranja aktivnosti zelene logistike [10]**

Međutim, može se reći da su tvrtke prepoznale da okolišne inicijative mogu podržavati njihove ciljeve uspješnosti u dugoročnom pogledu što je vidljivo i na [Slika 19] na kojoj su prikazani rezultati anketa provedene prije (Aberdeen Group i Insight) i nakon (APICS/PwC) implementacije aktivnosti zelene logistike u vlastito poslovanje. Stoga se zelena logistika sada smatra kao dobra strategija poduzeća jer ima pozitivan utjecaj na financijsku i operacijsku metriku.

Aberdeen Group (2008)	Insight (2008)	APICS/PwC (2014)
'Best-in-class goals for sustainability initiatives'	'Benefits of the green supply chain'	'Value realized from sustainable supply chain initiatives over past 2 years'
Reduce overall business costs (56%)	Improve brand image (70%)	Cost reduction (43%)
Enhance CSR (54%)	Satisfy customer requirements (62%)	Environmental impact (reductions in waste, carbon, energy savings etc) (35%)
Improve profits (48%)	Differentiate from competitors (57%)	Customer satisfaction (25%)
Reduce waste/improve disposal (43%)	Reduce logistics costs (52%)	Revenue gains (19%)
Improve visibility of green supply drivers (41%)	Establish a competitive advantage (47%)	Compliance improvements (19%)
Increase use of recyclables/reusables (37%)	Optimize logistics flow (40%)	Reduction in supply risk (17%)
Improve fuel efficiency (35%)	Expand to new markets (38%)	Market share gains (16%)
Reduce emissions (33%)	Optimize manufacturing (35%)	Employee acquisition, engagement and retention (9%)
Win new customers/develop new products (26%)	Reduce manufacturing costs (32%)	Brand protection and license to operate (8%)
Reduce use of toxic materials (19%)	Other (2%)	Market size gains (6%)
Improve employee satisfaction (9%)		None (22%)

Slika 19. Benefiti implementiranja aktivnosti zelene logistike [10]

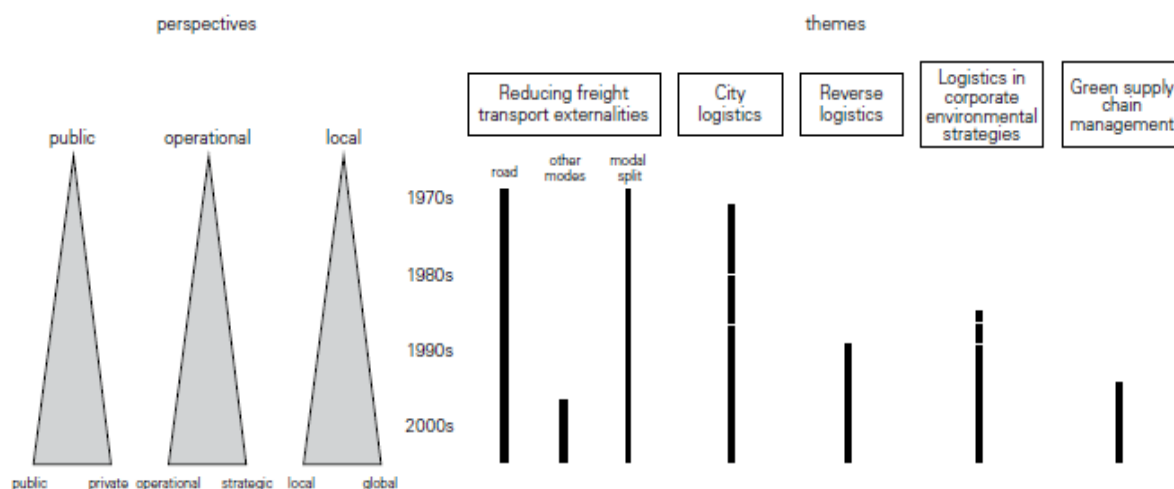
Iz navedenog je vidljivo da ne postoji razlog zašto poduzeća ne bi postale „zelenije“, ali svejedno kako se sve u svijetu kreće sporo tako i ovo. Zbog nedostatka sistematizacije područja održivog poslovanja, mnoga poduzeća djelomično uvode neke elemente u svoja poslovanja, a neka još nisu ni krenula uvodit. Stoga, tranzicija na potpunu okolišno održivu ekonomiju će potrajati još nekoliko desetljeća kako kažu mnogi autori. No, za sada su poznati mnogi koncepti koje su poduzeća počela koristiti poput [14]:

- Upravljanje zelenim lancima opskrbe (engl. *Green Supply Chain Management*, GSCM)
- Upravljanje životnim vijekom proizvoda (engl. *Product Life Cycle Management*, PLCM)
- Upravljanje životnim vijekom (engl. *Life Cycle Management*, LCM)
- Procjena životnog ciklusa (engl. *Life Cycle Assessment*, LCA)

Osim navedenih koncepata određeni su i neki standardi koji definiraju neke dijelove održivog razvoja. Najčešće se koriste standardi Međunarodne organizacije za standardizaciju (engl. *International Organization for Standardization*, ISO) [14]. Uz definiranje koncepata vezanih za održivi razvoj, u nastavku je navedena i kratka povijest istraživanja koja su prethodila nastalom „zelenom“ odnosno održivom trendu na području logistike.

#### **4.1. Povijest zelene logistike**

Ne zna se potpunom sigurnošću kada su točno započela istraživanja na temu zelene logistike. Cilja se na jedan članak koji je objavljen u poznatom dnevniku logistike u kojem su po prvi puta spomenute teme vezane za utjecaj na okoliš, oko 1950-e godine. No, onda se ignorira mnoštvo prijašnjih istraživanja vezana za utjecaj transporta na okoliš prije nego što se sistematizirao pojam logistike. Iako je postojala zabrinutost već tad, do otprilike sredinom 1960-e godine postojalo je pogrešno shvaćanje da okoliš može prihvatiti beskonačnu količinu otpada odnosno da može razgraditi taj otpad samostalno te da može obnoviti ekstrahirane resurse. Ono što danas zovemo „zelena logistika“ predstavlja dakle spoj mnogih područja istraživanja koja su započela u različito vrijeme posljednjih 50 godina. Na [Slika 20] je ilustrirana kronologija istraživanja na temu zelene logistike i njihova klasifikacija u pet tema: smanjenje utjecaja teretnog prometa, gradska logistika, povratna logistika, logistika u poslovnoj strategiji zaštite okoliša i upravljanje zelenim lancima opskrbe [10].



**Slika 20. Klasifikacija i kronologija istraživanja na temu zelene logistike [10]**

Uz to, prikazana su tri glavna trenda odnosno pravca razvoja koja su se pojavila poslije 60-ih godina te opisuju kontekst i prioritete istraživanja. Prvi trend (javno - privatno) opisuje kako je veliki broj istraživanja u početku bilo napravljeno radi zabrinutosti javnosti koji su vršili pritisak vladama u svijetu. Inzistirali su da se smanji negativan učinak teretnog prometa i javne institucije su prihvatile tu zabrinutost i odlučile pronaći rješenja navedenog problema. Kroz vrijeme, privatni sektor se počeo uključivati u istraživanja vezana općenito na temu zelene logistike jer su neka poduzeća počela formirati strategije za održivo poslovanje. Drugi trend (operativno – strateški) uglavnom opisuje sve više usvajanje koncepata zelene logistike u poduzećima, od malih promjena u operativnom djelu do potpunog korištenja ekoloških modela u strateškom planiranju vezano za budućnost poslovanja. Treći, a s time i zadnji pravac razvoja opisuje kako je u početku (od 60-ih do 70-ih) postajala zabrinutost samo na lokalnoj razini odnosno fokus je bio samo na lokalnoj zagađenosti zraka, buci, vibracijama i nesrećama koja su se zbivala. Još se nije spominjao globalni utjecaj koji logističke aktivnosti imaju. Tek u 80-ima, sa istraživanjima vezana za širenje kiselih kiša zbog emisija sumpora te s temom oštećenja ozonskog omotača zbog freona, se počeo stavljeti naglasak na utjecaj logističkih aktivnosti na globalnoj razini [10]. Uz sve to postoje i drugi razlozi razvijanja istraživanja na temu zelene logistike. U posljednjih 40 godina može se reći da logistika općenito se razvila kao disciplina koja se uz fizičku distribuciju sada bavi svim aktivnostima koja su spomenuta prije poput transporta, skladištenja i rukovanja materijalom. Taj razvoj područja logistike je automatski povlačilo iza sebe i razvijanje područja održive logistike. Zatim ovisno o području, na drugačije načine se razvijala zelena logistika. Primjerice u Ujedinjenom Kraljevstvu

pokretač ranijih istraživanja je bilo nezadovoljstvo javnosti sa velikim teretnim kamionima. U Njemačkoj su se prvo vodila istraživanja na temu povratne logistike zbog uvođenja zakona u 90-ima vezanih za problem otpada od pakiranja. Također i u Sjedinjenim Američkim Državama su se vodila istraživanja na tu temu, ali samo iz razloga smanjenja troškova i povećanja profitabilnosti, a ne iz razloga ekološke osviještenosti što je kasnije postalo motiv [10]. Navedeno je da su se istraživanja na temu zelene logistike grupirala u pet različitih tema [Slika 20]. U nastavku su detaljnije opisane te teme koje predstavljaju istraživanja u zadnjih 50 godina.

#### **4.1.1. Smanjenje utjecaja teretnog prometa na okoliš**

Najviše ranijih istraživanja su bila na temu utjecaja velikih teretnih kamiona na okoliš jer su u 70-ima kamioni bili bučniji i zagađivali više nego danas. Javnost je bila uglavnom zabrinuta na prognoze da će teretni promet samo nastaviti svoj rast u budućnosti pa su zahtijevali da vlasti poduzmu nešto na tu temu. U Ujedinjenom Kraljevstvu vlast je podržala javnost pa su napravili upitnik da se provjeri utjecaj teretnih kamiona na okoliš i koji su načini smanjenja tog utjecaja. Upitnik je predstavio mnoga rješenja da se smanji navedeni utjecaj, ali zbog drugih regulativa i već određenih planova ništa se nije pokrenulo. Unatoč tome, to je potaknulo druge države da reagiraju na isti problem i probaju ga riješiti. Tako su nastale mnoge regulacije odnosno restrikcije za emisije koje proizvode vozila te zbog samog napretka u tehnologiji je također smanjena količina emisija jer su motori postali efikasniji. No, više istraživanja su pokazala da to smanjenje nije značajno kada se gleda sveukupni rast u količini prometa na cestama u 80-ima. Bilo je jasno tad da treba prebaciti fokus na kontrolu rasta teretnog prometa bez da ima preveliki utjecaj na ekonomiju. Međutim, potražnja je bila sve veća. Jedno istraživanje, napravljeno 1994. godine, je pokazalo da prehrambena industrija je bila među najviše zaslužnima za rastuću potražnju. U 90-ima su se zatim pojavila mnoga istraživanja koja su pokušala dokazati da teretni promet ne mora biti povezan sa rastom gospodarstva. Čak je Europska komisija 2001. godine u bijeloj knjizi (dokument u kojem se javnosti iznosi stajalište vlade) objavili da je potrebno razmotriti opcije postepenog smanjenja povezanosti rasta teretnog prometa sa rastom gospodarstva. No, ironično u sljedećih deset godina teretni promet je rastao u većoj mjeri nego cijelo europsko gospodarstvo [10]. To je bila dakle prva tema na koju su se radila istraživanja na internacionalnoj i nacionalnoj razini, slijedeća tema je fokusirana na istraživanja koja su bila rađena na lokalnoj razini u određenim gradovima.

#### **4.1.2. Gradska logistika**

Kao što je vidljivo sa [Slika 20] istraživanja u gradovima na temu logistike su počela dosta rano, u 70-im i početkom 80-ih godina. London i Chicago su bili među prvim gradovima koji su provodili ankete na temu teretnog prometa koje su zatim mnogi fakulteti koristili za daljnja istraživanja. Kroz ta istraživanja su prepoznate tri glavne teme na području prijevoza robe. Prva je minimiziranje štetnih učinaka, druga je ekonomski razvoj i treća je efikasnost prevoženja. Pojmovi efikasnosti i zabrinutosti za okoliš su prvi puta zajedno spomenute sredinom 80-ih u jednom istraživanju u SAD-u koje je dokazalo da neefikasnost u načinima prevoženja tereta ima nepovoljan utjecaj na ekonomiju i okoliš. To istraživanje je potaknulo ostale znanstvenike da pronađu efikasnija rješenja u prijevozu robe poput osnivanja konsolidacijskih centara u gradu i oko njega gdje se onda teret lako mogao spojiti u određene cjeline i zatim poslati gdje je potrebno što pridonijelo smanjenju prometa na cestama, iskorištene energije, ukupnih troškova, a i štetnih emisija. Poslije toga, od 1980. do 1990. godine nije bilo puno istraživanja jer su se fondovi, koji su bili raspodijeljeni za to, potrošili. Tek sredinom 90-ih je Europska komisija kroz svoje programe potaknula nova istraživanja. Fokus je ostao i dalje na utjecaju teretnog prometa na okoliš, ali su uz to nastale i nove teme na području logistike poput značaja kućne dostave te ekonomskog doprinosa prodaje robe i uslužnog prevoženja robe velikim gradovima. Sve to utječe na planiranje gradske transportne mreže gdje je cilj svakom gradu danas da to bude napravljeno što efikasnije moguće.

#### **4.1.3. Povratna logistika**

Već je napomenuto u poglavlju 2.3.7 da povratna logistika je jedna od logističkih aktivnosti koja se bavi upravljanjem povratne robe, otpada i recikliranog materijala što je danas ključan dio zelene logistike. Može se reći da je povratna logistika sama po sebi „zelenija“, ali efikasnije upravljanje dovodi do toga bude još „zelenija“. Istraživanja na ovu temu su počela dosta kasno, oko 1990-ih kada su vlade i tvrtke počele razmišljati o adekvatnom zbrinjavanju otpada, smanjujući količinu otpada koja se palila ili bacala u zemlju i povećavajući udio koji se reciklirao i ponovno koristio. To je potaknulo mnoga istraživanja koja su se radila na temu efikasnog protoka povratnog materijala kroz lanac opskrbe. Kako količina otpada koju treba reciklirati iz godine u godinu raste, novi sustavi za zbrinjavanje otpada napreduju i uvode se stalno novi zakoni koji osiguravaju isto.

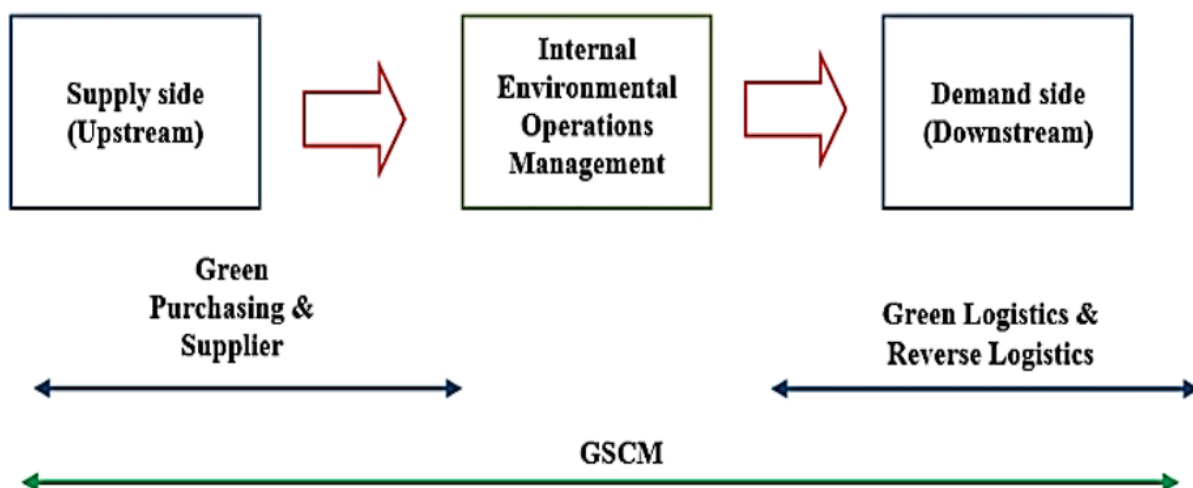


#### **4.1.4. Logistika u poslovnoj strategiji zaštite okoliša**

U počecima su poduzeća implementirala određene okolišne inicijative samo radi državnih regulativa i restrikcija. Sredinom 80-ih su tek počela formirati strategije vezane za zaštitu okoliša jer su prepoznala kroz istraživanja da ostavljaju negativan učinak. Anketa u 90-ima je pokazala da oko 60% poduzeća u SAD-u je imalo formalno napisanu politiku za zaštitu okoliša. Novi standardi od strane Međunarodne organizacije za standardizaciju su također u to vrijeme uvedeni što je dodatno potaknulo da poduzeća uvedu okolišnu komponentu u svoje strategije. Neke kompanije su krenule od svojih logističkih aktivnosti pa su napravile posebnu politiku vezanu za okoliš za odjel logistike. Jedna anketa u Ujedinjenom Kraljevstvu (1993. godine) je pokazala da upravo 19% je imalo ugrađeno takvu politiku. Mnogo logističkih menadžera je podržavalo od početka okolišne inicijative te su smislili načine kako poduzeća mogu smanjiti nepovoljan utjecaj u svim dijelovima lanca opskrbe, od nabave do distribucije što su nazvali okolišno odgovorna logistika (engl. *environmentally responsible logistics*, ERL). Još jedna anketa napravljena 2008. godine, koju je ispunilo oko 600 menadžera logistike diljem svijeta, je pokazala da prosječno 35% poduzeća u kojima rade je imalo formirane strategije da postanu „zelenije“. Ujedno je pokazala da je oko 81% od tih poduzeća prvo krenulo od logističkih aktivnosti jer su prepoznala da upravo one najviše ostavljaju utjecaj na okoliš. Uz to su krenula i istraživanja koja su pokazala da implementacijom tih strategija poduzeća će znatno smanjiti troškove, prodaja će porasti te će im dionice također porasti jer ljudi danas više investiraju u okolišno osviještene kompanije. No, ima tu i dosta nesložnosti između istraživača na temu koliko zapravo utječu određene logističke prakse na okoliš. Primjerice, oko centralizacije zaliha, just-in-time nadopunjavanja zaliha i globalizacije kao efikasna rješenja nekih problema u logistici, postoje različita mišljenja oko toga koliko to utječe odnosno ne utječe na okoliš.

#### **4.1.5. Upravljanje zelenim lancima opskrbe**

Iako autori imaju drugačije definicije pojma upravljanja zelenim lancima opskrbe, svi se slažu da se pod tim pojmom misli na uvođenje okolišnog razmišljanja u sve segmente poduzeća posebice u logističkom djelu. Naglasak je u početku bio na zelenoj nabavi, zelenoj proizvodnji te povratnoj logistici kako se može vidjeti na [Slika 21] koja točnije prikazuje koncept upravljanja zelenim lancima opskrbe prema autorici Holt.

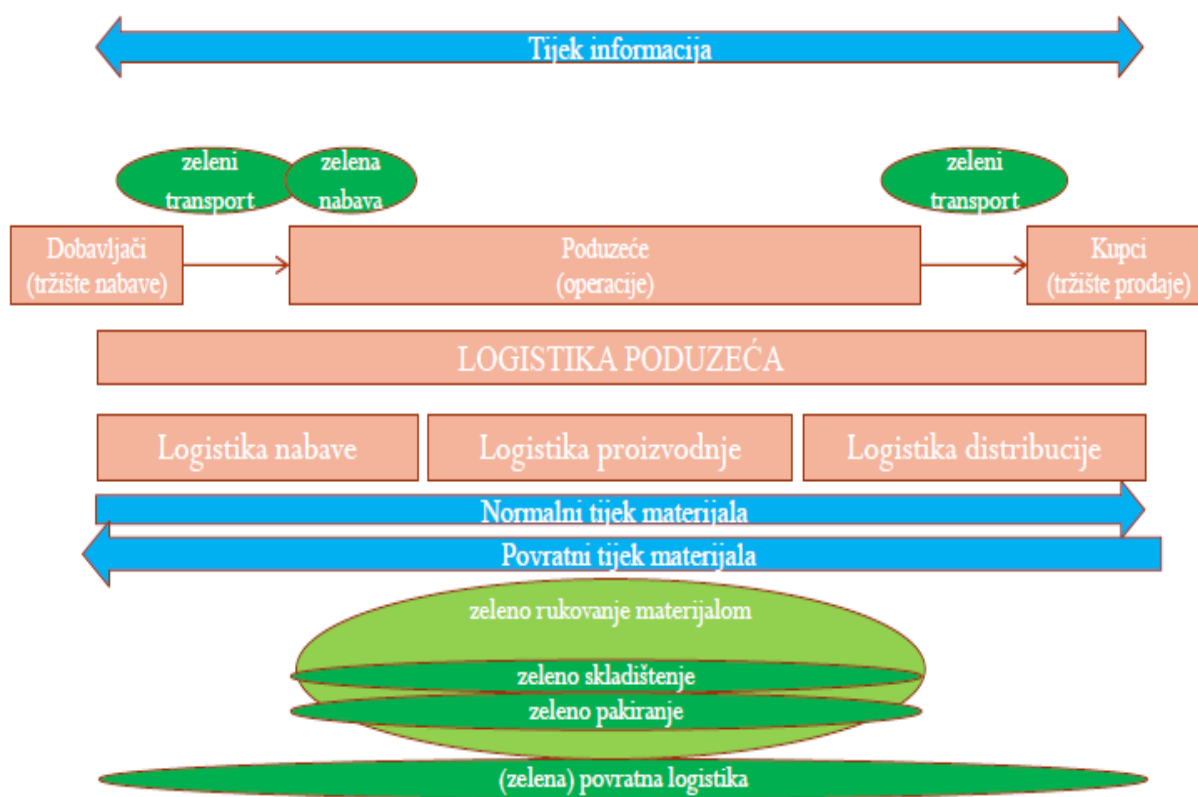


Slika 21. Koncept upravljanja zelenim lancima opskrbe prema Holt [15]

Poduzeća koja su počela implementirati načela održivosti u svoje unutarnje operacije ujedno su očekivale isto i od svojih dobavljača. Aktivnosti zelene nabave su od 2000. godine postale značajno područje za istraživanje s obzirom na kriterije koje su dobavljači morali poštivati kako bi druga poduzeća surađivala s njima. Mnoga istraživanja su pokazala upravo da je suradnja između poduzeća koja su povezana lancem opskrbe veoma važna da se ostvare ciljevi smanjenja utjecaja logističkih aktivnosti na okoliš. Ključni dio kolaboracije je da se smanji protok materijala između poduzeća [16]. Kako je vidljivo da je područje upravljanja zelenim lancima opskrbe danas veoma značajno počele su se koristiti razne statističke i matematičke metode za kvalitetniju analizu. Neki su počeli koristiti i već usvojena načela iz područja procjene životnog ciklusa (engl. *Life Cycle Analysis*) u procjeni utjecaja cijelog lanca opskrbe na okoliš, posebice pri procjeni ugljičnog utiska. Iako je područje upravljanja zelenim lancima opskrbe relativno nova tema, može se reći da je već dosta sazrijelo s obzirom na mnoštvo teorijskih i empirijskih istraživanja s naprednim metodama i modelima. Kako je sada opisan ukratko nastanak zelene logistike, u nastavku su dalje navedeni i objašnjeni koncepti zelene odnosno održive logistike.

#### 4.2. Koncepti zelene logistike

Područje zelene logistike mnogi autori stavljaju kao dio područja upravljanja zelenim lancima opskrbe. Shodno tome, gleda se da zelena logistika obuhvaća samo aktivnosti zelene nabave, zelenog transporta, zelenog skladištenja, zelenog pakiranja, zelenog rukovanja materijalom i zelene povratne logistike [Slika 22], dok upravljanje zelenim lancima opskrbe uključuje još i aktivnosti zelenog marketinga, zelene proizvodnje i zelenog dizajna odnosno zelene konstrukcije. U nastavku je stavljen naglasak samo na aktivnosti zelene logistike kako su one povezane s temom ovog završnog rada.



Slika 22. Shema aktivnosti zelene logistike [1]

Uspoređujući sa [Slika 12] vidljivo je da su područja logistike a i aktivnosti s obzirom na tijek materijala u poduzeću potpuno iste u zelenoj logistici, samo način na koji se izvršavaju te aktivnosti je drugačiji. Odnosno dodana je samo još okolišna komponenta u njihovo upravljanje. Detaljnije su te aktivnosti opisane u nastavku.

#### 4.2.1. Zelena nabava

Pod pojmom zelena nabava (engl. *green procurement*) se podrazumijeva dostava robe od strane dobavljača u poduzeće gledajući tijekom materijala, a ono što nabavu čini „zelenom“ je odabir odgovarajućeg dobavljača. Dakle pri odabiru, poduzeća uspoređuju različite dobavljače i donose odluku o suradnji s onima koji imaju najmanji utjecaj na okoliš, odnosno s onima koji zadovoljavaju sve unaprijed definirane okolišne kriterije. Jedan od kriterija može primjerice biti transport koji se koristi za nabavu, da što manje ispušta CO<sub>2</sub> u atmosferu. Uglavnom menadžeri logistike imaju važnu ulogu u poduzeću kada trebaju odabrati dobavljača koji će ujedno zadovoljavati tradicionalne kriterije poput troška, kvalitete, brzine isporuke, fleksibilnosti itd. te uz to još i ekološke kriterije koji su napisani na [Slika 23].

Kriterij	Atributi u kriteriju
Proizvodnja onečišćenja	Prosječna količina onečišćenja zraka, otpadne vode, kruti otpad, otpadni opasni materijali
Kontrola onečišćenja	Sanacija, kontrola na kraju cjevovoda
Potrošnja resursa	Potrošnja resursa (materijala, energije i vode)
Eko dizajn	Dizajn za bolju iskoristivost resursa, dizajn proizvoda za ponovno korištenje, recikliranje i oporabu, dizajn za reduciranje korištenja opasnih materijala
Sustavi upravljanja okolišem	Okolišni certifikati kao ISO 14000, kontinuirano praćenje i prilagođavanje regulativama, okolišna politika, planiranje zelenih procesa, interna kontrola procesa
„Zeleni“ odraz	Odnos „zelenih“ korisnika u odnosu na ukupne korisnike, društvenu odgovornost
„Zelene“ kompetencije	Materijali korišteni u nabavljenim dijelovima imaju mali utjecaj na okoliš, mogućnost mijenjanja procesa i proizvoda kako bi se smanjio utjecaj na prirodne resurse
„Zeleni“ proizvod	Korištenje recikliranih i netoksičnih materijala, „zeleno“ pakiranje, smanjenje viška pakiranja
Obuka osoblja vezana uz okoliš	Edukacija osoblja o okolišnim pitanjima
Angažman (podrška) menadžmenta	Privrženost menadžmenta ka podupiranju i unapređenju GSCM inicijativa

Slika 23. Ekološki kriteriji pri odabiru dobavljača [14]

Vidljivo je da uz direktan utjecaj na okoliš se gleda i društvena komponenta kod dobavljača. Točnije kakav im je postupak zapošljavanja, kako se brinu o uvjetima rada i pravima radnika odnosno kakva je sigurnost radnika [14]. Shodno tome, pri odabiru dobrog dobavljača koji zadovoljava sve kriterije, može se reći da ne samo da su poduzeća osigurala smanjen utjecaj na okoliš već i bolji ugled uzimajući u obzir društvene i socijalne probleme. Dodatno tome, „zeleni“ dostavljeni proizvodi uglavnom bi trebali i manje koštati uspoređujući sa tradicionalnim proizvodima jer je smanjena upotreba resursa. Primjerice, kupnja sto postotnog

recikliranog papira smanjuje potrošnju energije za 44%, smanjuje emisiju stakleničkih plinova za 37%, otpad je smanjen za pola kao i potrošnja vode te znatno smanjuje potrebnu količinu drveta [18]. Dakle „zeleni“ proizvodi su namijenjeni da traju dulje, zahtijevaju manje resursa pri proizvodnji te smanjuju utjecaj na okoliš, a i na ljudsko zdravlje. No, prije nego što poduzeća mogu implementirati program zelene nabave, svejedno je potrebna procjena utjecaja životnog ciklusa proizvoda kojeg nabavljaju na okoliš (engl. *Life cycle assessment*, LCA). Metoda LCA je alat kojeg poduzeća često koriste za analizu utjecaja proizvoda na okoliš u svim fazama njihovog životnog ciklusa, od vađenja resursa preko proizvodnje i korištenja proizvoda do njegovog zbrinjavanja [Slika 24].



Slika 24. LCA metoda [14]

I dalje postoje problemi kojima se poduzeća suočavaju pri implementaciji poput manjka zelenih proizvoda na tržištu, skupih alternativa, netočnih istraživanja na temu zelene nabave te netočnih tvrdnji od strane dobavljača, no s vremenom će se to riješiti kako je potražnja za okolišno prihvatljivim proizvodima sve veća. U nastavku su navedeni primjeri triju kompanija koje su implementirale zelenu nabavu u svoja poslovanja [19].

---

#### 4.2.1.1. Primjer – Fujitsu

Tvrtka Fujitsu u Japanu ima ugrađenu politiku zelene nabave koja odabire materijale, dijelove, proizvode i opremu za proizvodnju s obzirom na cijenu, okolišni utjecaj, kvalitetu i dostavu. Okolišne kriterije koje gledaju su: nekorištenje otrovnih tvari tijekom proizvodnje i odlaganja, očuvanje resursa i energije, recikliranost te jednostavnost rastavljanja za obradu i odlaganje.

#### 4.2.1.2. Primjer – Ikea

Proizvođač namještaja i kućanskih potrepština Ikea je implementirala pravila ponašanja za svojih dvije tisuće dobavljača. Pravila se uglavnom temelje na utjecaju na okoliš i radnim uvjetima. Ako se dobavljači ne drže tih pravila, od njih je zatraženo da to poprave i ako i dalje nastave sa kršenjem pravila budu maknuti sa liste dobavljača. Pravila uključuju: smanjenje štetnih emisija i otpada, efikasno rukovanje materijalom, skladištenje i odlaganje opasnih kemikalija, recikliranje, zabranjeno korištenje određenih kemijskih spojeva i supstanci itd.

#### 4.2.1.3. Primjer – JTB (japanska agencija za putovanja)

Japanska agencija za putovanja, JTB ( engl. *Japan Travel Bureau*) je implementirala standard ISO 14001 akreditirani sustav upravljanja okolišem još 1999. godine. Standard obuhvaća razvijanje politike za zelenu nabavu svog uredskog pribora i prodajnih kompleta.

Uspjeh programa zelene nabave kojeg promoviraju vlade ovisi o mnogim čimbenicima gdje je najvažnija podrška višeg menadžmenta kao i odjela nabave u poduzećima. Također dobavljači trebaju biti uključeni u donošenje odluka vezane za kriterije programa. Jedino se tako može osigurati dobra i kvalitetna povezanost poduzeća u lancu opskrbe. Dalje su opisani naponi kojima se pokušava aktivnost transporta učiniti održivom.



Može se zaključiti da samo efikasnije upravljanje aktivnostima transporta može znatno smanjiti utjecaj na okoliš te da nije potrebna kompletna rekonstrukcija poduzeća da bi se postiglo isto. Dalje su navedeni primjeri dvaju poduzeća koja su implementirala neke aktivnosti zelenog transporta [20].

#### 4.2.2.1. Primjer - DHL

DHL je međunarodna logistička organizacija koje posluje unutar 220 zemalja. Počeli su implementirati okolišne i održive inicijative od 2009. godine. S njihovim programom *PPGoGreen* su imali cilj postizanja održivosti te kontinuiranog napredovanja u razvoju zelenog transporta te tako smanjiti emisije stakleničkih plinova. Imajući na umu te ciljeve, uspjeli su postići efikasniji prijevoz robe i tako smanjili emisiju ugljičnih plinova za 50%. Također su pokrenuli usluge „čiste“ dostave i preuzimanja koristeći električne automobile i bicikle te su pokrenuli programe učenja svojih dostavljača i zaposlenika da podrže strategiju zelenog transporta.

#### 4.2.2.2. Primjer – Ikea

Tvrtka Ikea radi na principima održivosti u svim aktivnostima logistike i predani su obavljanju tih aktivnosti na ekološko prihvatljiv način kao što je već napomenuto kod zelene nabave. Što se tiče transporta stavljaju naglasak na optimiziranje prijevoznih ruta. Ujedno motiviraju svoje zaposlenike da za prijevoz koriste bicikle, javna prijevozna sredstva ili čak da se zajedno voze u automobilima do posla. Dalje, koristeći police za utovar pri transportu eliminiraju potrebno mjesto za drvene palete što smanjuje ukupne troškove transporta. Ikea si je postavila cilj da do 2030. godine smanje emisiju ugljičnih plinova za 70%.

Primjena zelenog transporta također dolazi s nekim problemima. Dva problema koja se ističu je nedovoljno obnovljive energije da obuhvati potražnju te proizvodnja goriva koja manje štete okolišu. Potrošnja energije pri transportu je u stalnom rastu što dodatno otežava usvajanje aktivnosti zelenog transporta. Uz to neka istraživanja pokazuju da poduzeća i dalje imaju strah od odvajanja kapitala za „zelenije“ pothvate i s time ne dobivanja željenog profita [20]. Mnogi menadžeri logistike jedino što pružaju je teoriju iza provođenja zelenih aktivnosti, a ne daju točne praktične primjene što rezultira i dalje nedovoljnom učinku vezanim za zaštitu okoliša.



### 4.2.3. Zeleno skladištenje

Zeleno skladištenje je relativno novi pristup primjene okolišne komponente u planiranje i upravljanje skladištima odnosno distribucijskim centrima. Spomenuto je u poglavlju [3.2] kako su skladišta uz transport isto problematična što se tiče emisija stakleničkih plinova. Time nije iznenađujuće što su istraživanja na temu održivih i zelenih skladišta u porastu. Najčešća proučavana tema je ušteda energije u skladištima gdje se nakon procjene utjecaja jednog skladišta [Slika 17] na okoliš počinju implementirati elementi koji će smanjiti potrošnju energije. Elementi koji se najčešće spominju u literaturi i koje su već neka poduzeća počela primjenjivati su:

- korištenje energetski učinkovitije rasvjete
- korištenje senzora za otvaranje/zatvaranje vrata
- korištenje solarne energije za zagrijavanje prostorija i proizvodnju električne energije
- korištenje ventilatora za učinkovitije grijanje prostora
- korištenje detektora kretanja za kontrolu rasvjete
- korištenje boljih izolacijskih materijala u gradnji
- korištenje opreme s manjom potrošnjom energije i manjom emisijom CO<sub>2</sub>
- korištenje spremnika, paleta i ambalažnog materijala koji se mogu reciklirati
- učinkovitija potrošnja vode i tretman otpadnih voda
- korištenje biogoriva, geotermalne energije, energije vjetra
- implementacija sustava upravljanja skladištem bez papira
- optimizacija transportnih tokova unutar skladišta
- korištenje automatiziranih skladišnih i transportnih sustava
- optimizacija prostornog rasporeda skladišta

Dakle, može se vidjeti da je naglasak na korištenju obnovljive energije, mehanizaciji i automatizaciji, smanjenu otpada, efikasnoj izgradnji skladišta te efikasnom upravljanju HVAC sistemima i rasvjetom. Implementacijom ovih elemenata poduzeća mogu znatno smanjiti troškove i očekivati brzi povrat uloženog. Neki primjeri poduzeća u ovom području su navedeni u nastavku.

#### 4.2.3.1. Primjer – Nike

Distribucijski centar tvrtke Nike [Slika 26] smješten u Belgiji je uspostavljen kao ekološki logistički kampus za europski opskrbni lanac. Uz solarne panele na krovovima, postavljeno je šest vjetrenjača kako bi koristili električnu energiju samo iz obnovljivih izvora. A i sama skladišta su izgrađena na način da energetska učinkovitost bude maksimalna i da se smanje emisije ugljičnih plinova.



Slika 26. Zeleni distribucijski centar tvrtke Nike

#### 4.2.3.2. Primjer – Amazon

Drugi primjer je tvrtka Amazon čiji distribucijski centri rade 24 sata na dan te ih stoga grade na što efikasniji mogući način kako bi uštedili energiju. Na [Slika 27] je prikazan njihov distribucijski centar u Engleskoj. Kako bi smanjili potrošnju električne energije napravili su krovne prozore da koriste dnevno svjetlo umjesto rasvjete tokom dana. Također navode, između ostaloga, korištenje konvejera opremljenih sa automatskim sensorima i efikasnim elektromotorima.



**Slika 27. Zeleni distribucijski centar tvrtke Amazon**

#### 4.2.3.3. *Primjer – Ikea*

Ikea, već poznata po svojim okolišnim inicijativama također gradi i efikasna skladišta kako bi smanjila potrošnju energije i time troškove, koristeći solarne panele kao glavne proizvođače električne energije [Slika 28].



**Slika 28. Zeleno skladište tvrtke Ikea**



#### 4.2.4. Zeleno pakiranje

Pod pojmom zeleno pakiranje (engl. *green packaging*) podrazumijeva se korištenje pakiranja napravljenog tako da se može ponovno koristiti, reciklirati ili razgraditi te ne sadrži materijale koji su štetni za ljude i okoliš. Simboli koji predstavljaju zeleno pakiranje se mogu vidjeti na [Slika 29], a što točno znače opisano je u literaturi [22].



Slika 29. Simboli zelenog pakiranja [22]

Uz rastući trend kupovine preko interneta, sve je veća potreba za pakiranjem proizvoda. Tvrtke poput Amazona, FedEx-a, UPS-a šalju milijune pakiranih proizvoda dnevno. Amazon sam šalje oko 13 milijuna pakiranih proizvoda dnevno [21]. Može se zamisliti koliki je broj kada se uključe sva poduzeća i industrije. Najčešće su pakiranja napravljena od kartona što ima mali ekološki učinak, ali plastična pakiranja i stiropor koji se često koristi u svim pakiranjima nisu biorazgradiva i ne mogu se reciklirati. Točnije pakiranje se dijeli na tri dijela [14]:

- Primarno ili prodajno pakiranje
- Sekundarno ili grupno pakiranje
- Tercijarno ili transportno pakiranje

Primarno je pakiranje koje je u doticaju s proizvodom i kojim rukuje krajnji korisnik te je najčešće napravljeno od papira, kartona, celofana i plastike. Sekundarno pakiranje podrazumijeva velike kartonske kutije u koje se onda stavljaju primarna pakiranja ili se koriste folije za grupiranje istih. Tercijarno pakiranje osigurava jednostavan utovar i istovar robe te se

uglavnom koriste palete ili plastične kutije. Dakle, može se zaključiti da je zaštita proizvoda vrlo bitna te je potrebno da proizvod dođe do krajnjeg korisnika bez ikakve štete. No, s tolikom količinom pakiranja nastane i velika količina otpada. Istraživanja su pokazala da 30% ukupnog otpada je upravo otpad pakiranja te predstavlja 65% ukupnog kućnog smeća [21]. Iz tih razloga većina ljudi zahtijeva da pakiranja budu okolišno prihvatljiva odnosno da se mogu lako razgraditi i reciklirati. Uz to, zelena pakiranja su jeftina i lako se implementiraju pa zato mnoga poduzeća od tud krenu kada žele smanjiti utjecaj na okoliš. Materijali koji se trenutno koriste za zelena pakiranja su [21]:

- biorazgradivi materijal na bazi škroba
- celuloza
- biorazgradiva plastika biljnog podrijetla
- reciklirani papir, karton i plastika
- organska tkanina poput konoplje, lana, recikliranog pamuka...

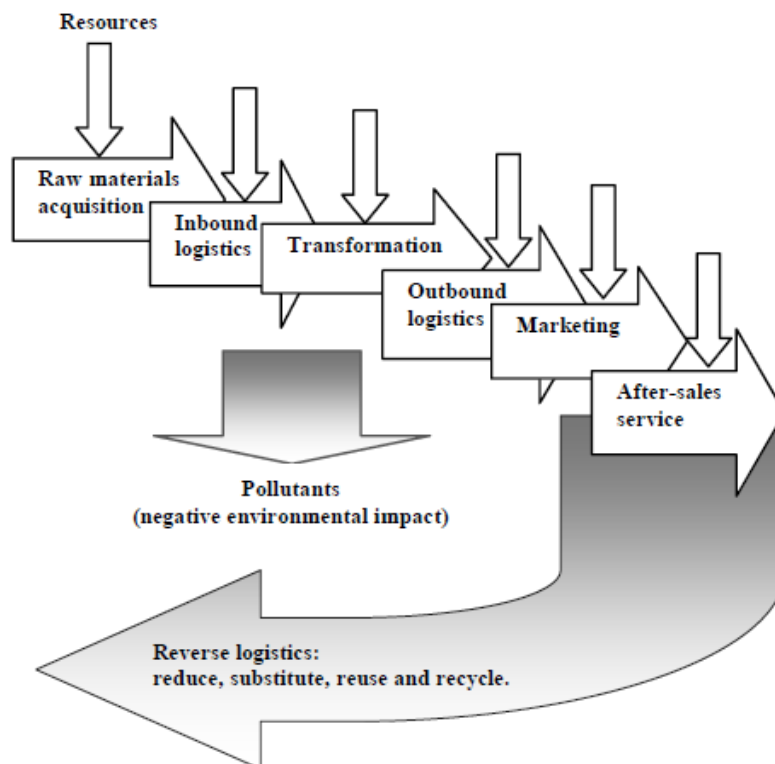
Uglavnom se sve više i više izbjegava korištenje proizvoda deriviranih od nafte odnosno plastike.

#### **4.2.5. Zelena povratna logistika**

Kao što je već napomenuto u poglavlju [4.1.3] povratna logistika je sama po sebi zelena kako je glavni cilj ponovna upotreba materijala i adekvatno zbrinjavanje otpada [Slika 30], ali s efikasnijim upravljanjem može biti još zelenija. Primjerice neki elementi koji se mogu implementirati:

- povrat neprodanih proizvoda radi ponovne uporabe
- povrat neiskorištenih resursa dobavljačima
- povrat rabljene robe radi ponovne uporabe, recikliranja ili adekvatnog zbrinjavanja
- povrat otpada pakiranja radi ponovne uporabe ili recikliranja
- optimizacija povratnih ruta

Uz te elemente, jedna od strategija poduzeća može biti i minimiziranje količine materijala koji se koristi pri proizvodnji što bi rezultiralo smanjenju proizvedenog otpada kojim treba upravljati. Dalje bolja povezanost između poduzeća u lancu opskrbe bi pridonijelo efikasnijim povratnim lancima te boljem zbrinjavanju nastalog otpada.

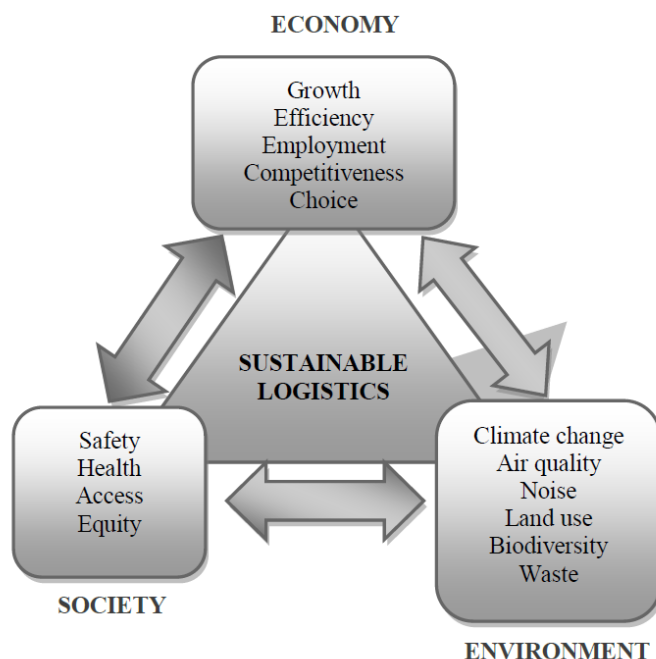


Slika 30. Uloga povratne logistike u poduzeću [11]

Sama sistematizacija povratne logistike je isto važna. Potrebno je točno znati od kuda i kako se vraća roba kako bi se lakše moglo odlučiti što s njom. Najčešće se uzimaju u obzir segmenti: načini povrata robe, krajnji korisnik i usluga koja je povezana sa trenutnim stanjem robe. Načini povrata podrazumijevaju komercijalni povrat, povrat od drugog poduzeća (engl. *business to business*, B2B), povrat zbog popravljivanja, povrat nakon isteka upotrebe ili povrat nakon kraja životnog vijeka proizvoda. Ovisno o krajnjem korisniku, može se podijeliti na proizvode internet trgovine, automobilske proizvode, farmaceutske proizvode, elektroniku, luksuzne proizvode i slično. Pod usluge se misli na transport, skladištenje, preprodaja, upravljanje zamjenama, upravljanje recikliranjem i druge. Kako su sada definirani osnovni koncepti te navedeni neki primjeri aktivnosti zelene logistike, u sljedećem poglavlju je prikazano trenutno stanje praktične primjene zelene logistike u svijetu, a i u Hrvatskoj. Uz to su navedeni još i neki trendovi koji su nastali u posljednjih deset godina.

## 5. TRENUTNO STANJE I TRENDOVI ZELENE LOGISTIKE

Danas poduzeća, kao što je već napomenuto, se suočavaju s unutarnjim i vanjskim pritiskom da implementiraju okolišno prihvatljive metode razvoja odnosno da povećaju svoju produktivnost koristeći održive i efikasne načine upravljanja kako bi smanjili štetu na okoliš i s time da zatvore lanac opskrbe. Tako je nastao novi model zvan kružno gospodarstvo (engl. *circular economy*) čiji je cilj stvoriti ciklus očuvanja resursa i energije [23]. Dakle, naglasak je na korištenju resursa koji se mogu reciklirati i ponovno su uporabivi kako bi se smanjila ukupna količina otpada i emisija stakleničkih plinova na području cijelog gospodarstva. Tako je logistika odnosno zelena logistika, kao jedna od najvažnijih djelatnosti unutar lanca opskrbe i čija djelatnost povratne logistike je osnova za zatvaranje tog lanca, dobila zadatak da bude predvodnik u prijelazu na održivi razvoj ekonomije. Većini poduzeća je danas cilj postići neometane protoke robe i održavati ravnotežu održivog logističkog sustava. Konceptualno se održiva logistika, samo da se nadopuni već spomenuto, danas uz brigu o okolišu gleda i kroz ekonomsku i društvenu komponentu [Slika 31].



Slika 31. Koncept održive logistike [11]

Okolišna održivost, kako se moglo već zaključiti, predstavlja mogućnost okoliša da nastavi ispravno funkcionirati neograničeno dugo. Dakle, cilj je zaustaviti i pokušati preokrenuti proces degradacije okoliša. Ekonomska održivost podrazumijeva postizanje ekonomskog rasta uz

poštovanje ekoloških ograničenja odnosno potrebno je pronaći načine poslovanja koji minimalno štete okolišu i koji koriste samo onoliko resursa ove planete koliko je potrebno. Društvena komponenta je također potrebna u razvoju održive logistike i općenito održive ekonomije jer promovira razvoj koji ne iscrpljuje zalihe društvenih i ljudskih resursa već pridonosi povećanju njihovog potencijala. To su dakle komponente koje poduzeća pokušavaju sve više i više implementirati, no i dalje postoje prepreke poput visokog poreza, nedovoljnog državnog poticaja, ekonomska nestabilnost u određenim regijama itd. U nastavku je upravo prikazano globalno iskustvo primjene aktivnosti zelene i održive logistike, no kako je uglavnom veći naglasak stavljen na okolišnu komponentu većinom će se koristiti termin zelena logistika.

## **5.1. Trenutno stanje zelene logistike u svijetu**

Mnogi recenzirani članci i znanstvena istraživanja koja raspravljaju o zelenoj logistici, njenim problemima, optimizaciji i rješenjima su se pojavila zadnjih 10 godina. Ekonomisti, ekolozi, sociolozi i drugi znanstvenici su ispitivali i dalje ispituju višestruke pristupe uspostavljanja zelene logistike u pojedinim regijama i industrijama. Gledajući blisku prošlost, početkom 2020. godine veliki broj tvrtki diljem svijeta su počele sa svojim ekološkim inicijativama i onda se dogodila pandemija COVID-19 virusom koja je zaustavila cijeli taj proces implementacije. Sve kompanije su za to vrijeme samo pokušavale preživjeti i prilagoditi se poremećajima u cijelom lancu opskrbe. No, kako je pandemija prošla tvrtke su se ponovno usredotočile na svoje okolišne pothvate i to stavile među glavnim ciljevima za budući razvoj.

### ***5.1.1. Istraživanja i implementacije zelene logistike u Europi i SAD-u***

Europski znanstvenici najviše stavljaju naglasak na uspješnost ekonomije primjenjujući politike zelene logistike. S jednim istraživanjem, provedenim 2017. godine, su evaluirali troškove logistike 27 europskih zemalja i zaključili da fokusiranje samo na profit dovodi do povećane potrošnje energije proizvedene izgaranjem fosilnih goriva [26]. S tim istraživanjem su htjeli predložiti da bi Europska unija trebala uvesti propise o zelenom opskrbnom lancu kako bi potražnja za energijom, okoliš i ekonomski uvjeti bili uravnoteženi. U istraživanju, provedenom u Ujedinjenom Kraljevstvu 2017. godine, su ispitali utjecaj vladinih ekonomskih i ekoloških inicijativa na logističke strategije te su tako htjeli procijeniti odnos između zahtjeva vlade i uspješnosti pri smanjenju utjecaja na okoliš. Rezultati su pokazali kako visoki porezi i uvozne carine sprječavaju poduzeća da implementiraju aktivnosti zelene logistike [27]. Upravo ovakva istraživanja pomažu znanstvenicima da dokuče može li se zelena logistika primijeniti na



zakonodavnoj razini. Europska unija se najviše fokusirala na rješavanje problema utjecaja prometa na okoliš tako da svi zakoni su uglavnom vezani za to. Objavili su Bijelu knjigu 2011. godine u kojoj navode ciljeve vezane za smanjenje emisija štetnih plinova u prometu za 60% do 2050. godine. Misije obuhvaćaju bolju energetska učinkovitost u svim granama prometa, upotreba održivih goriva, korištenje intermodalnih ili multimodalnih načina prijevoza te korištenje poboljšanih sustava za upravljanje prometom [31]. Točnije glavne misije su: nekorištenje konvencionalnih automobila u gradovima, smanjiti emisije za 40% u pomorskom prometu, 40% korištenje održivih goriva u zračnom prometu, 50% smanjenje cestovnog teretnog prometa korištenjem pomorskog i željezničkog prometa. No, bez obzira na općenite misije i ciljeve cijele Europske unije, svaka država odnosno svaki grad opet ima svoje ciljeve i svoju politiku na temu održivosti. Na području Europe i SAD-a su se pojavili tzv. pametni gradovi (engl. *Smart cities*), a tu titulu dobe gradovi koji pokazuju napore pri smanjenju utjecaja na okoliš. U sljedeće dvije tablice su prikazani primjeri gradova u Europi i SAD-u i točnije što ih čini pametnim gradovima.

**Tablica 1. Primjeri pametnih gradova u Europi [36]**

Pametni grad	Pristupi zelene logistike
London	U 2015. godini izgrađena je cestovna traka koja može puniti hibridne i električne automobile koristeći bežičnu tehnologiju. Projekt je proveden pod pokroviteljstvom državne organizacije Highways England i cilj joj je povećati udaljenost koju mogu prijeći električni automobili i kamioni koji prevoze teret.
Beč	Kako bi smanjio emisije povezane s prometom, koje čine jednu trećinu ukupnih emisija CO <sub>2</sub> u gradu, Beč potiče korištenje javnog prijevoza uvođenjem kraćih intervala vožnje autobusa, autobusne usluge preko noći i razgranatu mrežu biciklističkih staza. Svi bečki autobusi rade pomoću motora na ukapljeni naftni plin (LPG), koji ispuštaju dušikov oksid i ugljični monoksid u manjim količinama od dizelskih motora.
Stockholm	Stockholm ima najveći postotak „čistih“ vozila u Europi i 75% gradske mreže javnog prijevoza radi na obnovljivu energiju. Za smanjenje emisija, Clean Vehicles inicijativa promiče hibridna vozila i vozila na biogoriva.

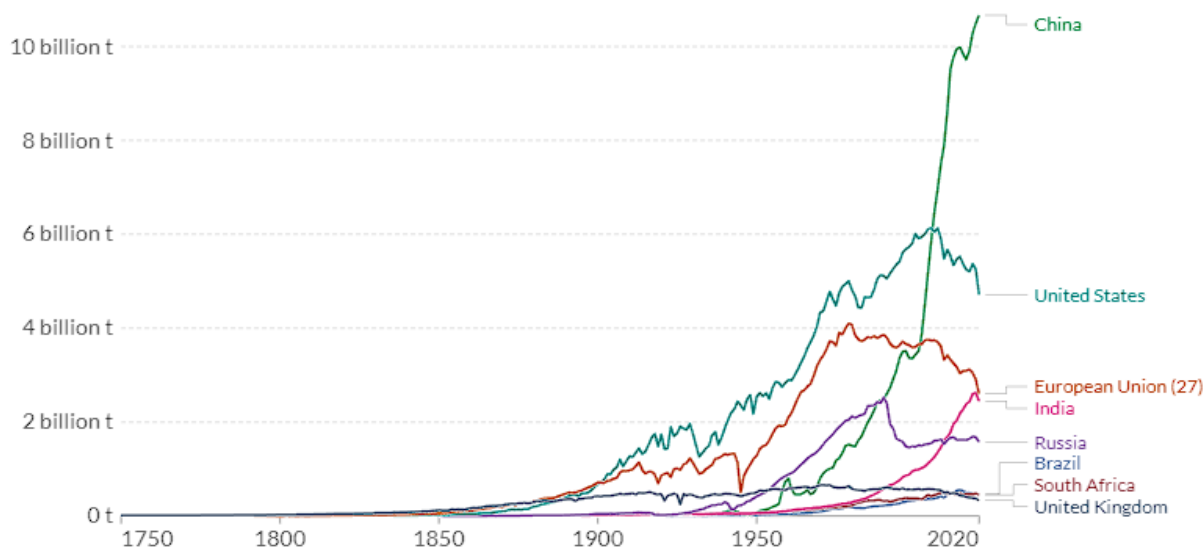
Tablica 2. Primjeri pametnih gradova u SAD-u [36]

Pametni grad	Pristupi zelene logistike
Pittsburgh	Pittsburgh planira revitalizirati poznatu čeličanu Almono tako što će ju pogoniti solarna i geotermalna energija, Ujedno želi učiniti grad zelenijim koristeći LED uličnu rasvjetu te postaviti stanice za punjenje električnih vozila. Pittsburgh kao bivši industrijski grad je sada spreman za prijelaz na zelenije tehnologije.
Austin	Gradsko vijeće Austina postavilo si je cilj da postane pametan grad. Na njihovoj web stranici opisuju planove za prijevoz, koji uključuju automatizirana vozila, inteligentne senzore, otvorene podatke i informacije o putnicima u stvarnom vremenu.
New York	New York je rangiran kao 2. vodeći pametni grad u svijetu implementirajući mnoge prometne inovacije. Najviše se ističe po njegovoj komunalnoj usluzi koja je najveća u svijetu te prikupe više od 10,500 tona smeća dnevno. Skupljanje otpada iz tisuća kanti za smeće i kanti za recikliranje može biti popriličan logistički izazov. Stoga su razvili pametne sustave gospodarenja otpadom kojima su smanjili broj odvoza smeća i omogućili učinkovitije zbrinjavanje tim otpadom. BigBelly sustav povećava učinkovitost sakupljanja smeća za 50% do 80% i također pridonosi kontroli emisija štetnih plinova smanjujući vrijeme koje kamioni za odvoz smeća provode na cestama.

U SAD-u također mnoge tvrtke implementiraju sustave zelene logistike kako su motivirane od strane vlade kroz nekoliko pokreta poput Clean Water Act kojim se regulira ispuštanje štetnih tvari u njihove rijeke i jezera, zatim Clean Air Act kojim se regulira količina štetnih tvari u zraku itd.

### 5.1.2. Azija i istraživanja na temu zelene logistike

Azija je regija sa značajnom logističkom ulogom jer mnogi lanci opskrbe uključuju isporuke iz njezinih zemalja. Unatoč tome studije su pokazale da još uvijek mnogi dijelovi azijskih zemalja nemaju dovoljno propisa i regulativa vezano za zaštitu okoliša te da postojeće politike čak i potiču emisiju stakleničkih plinova te ozbiljno utječu na okoliš i na zdravlje ljudi [28]. Zatim, Kina kao ključna zemlja za mnoge tvrtke te najveći zagađivač kada se gleda ukupna emisija stakleničkih plinova [Grafikon 2], njezino zakonodavstvo također trenutno ne uključuje posebne zakone za ograničenje emisija na području industrije i transporta kao što se može vidjeti iz grafikona dolje da je u stalnom porastu. No, svejedno prepoznaju važnost implementiranja zelenih aktivnosti u budućnosti jer su zajedno sa SAD-om vodeći u istraživanju na tu temu [34]. Kako je njihova ekonomija znatno narasla zadnjih godina, cestovni promet im je postao glavni način transportiranja robe i tereta tako da prvo što pokušavaju „ozeleniti“ je upravo to područje kroz političke inicijative [35].

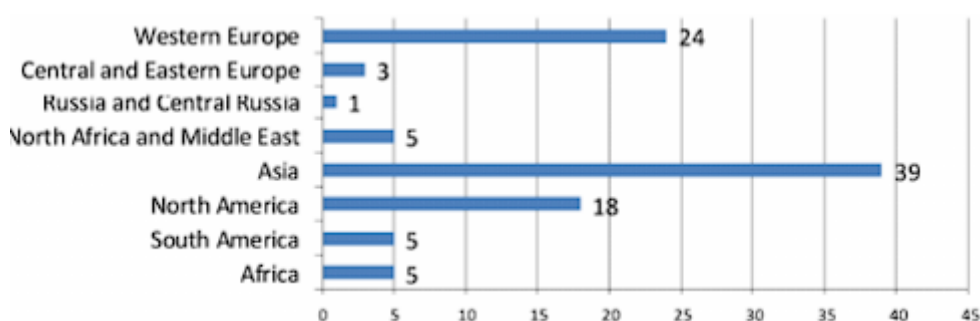


**Grafikon 2. Godišnja emisija CO<sub>2</sub> po zemljama [29]**

Empirijsko istraživanje [30] na temu čimbenika koji utječu na implementaciju zelene logistike navodi da je moguće koristiti sustav politike za ispravljanje tržišnih nedostataka te se stoga ne može prenamagati potreba za poboljšanjem regulatorne učinkovitosti, promicanjem socijalne skrbi i poboljšanjem zelene logistike u organizacijama. Dakle iskustva azijskih zemalja pokazuju važnost vladine regulative i promicanja zelene logistike te prisiljavanje globalnih tvrtki da uzmu u obzir faktor okoliša.

### 5.1.3. Rusija i utjecaj rata s Ukrajinom na zelenu logistiku

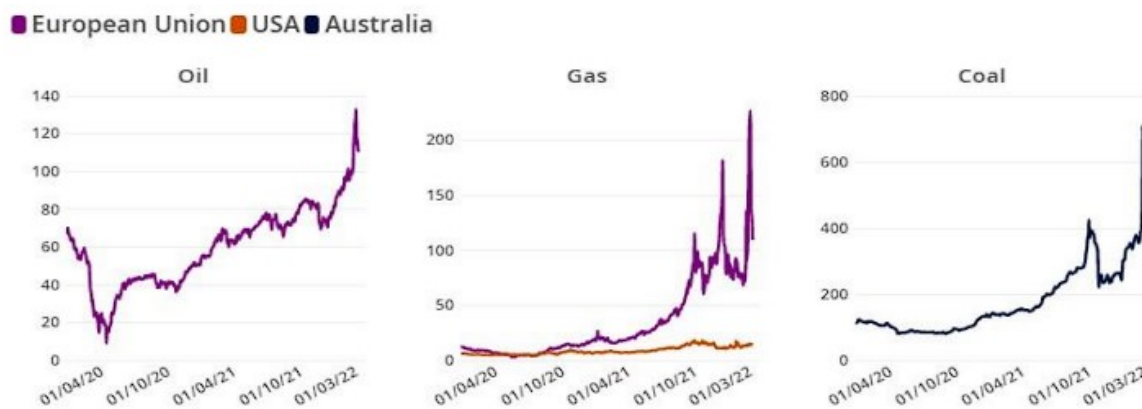
U Rusiji naglasak je stavljen na korištenje željezničkog teretnog transporta više nego ostalog, ali ne toliko radi okoliša koliko radi potrebe i efikasnosti jer su im autoceste zakrčene trenutno s prometom. Pokrenute su inicijative da se naprave novi proizvodi korišteni pri transportu i logistici primjenjujući zelene tehnologije. Primjerice željeznica zvana (engl. *October Railway*) kao podružnica tvrtke „Ruske željeznice“ razvija načine prijevoza komadne robe odnosno robe visoke izdašnosti kako bi konkurirali cestovnom prometu koji prevozi isto. Takvi projekti su podržani od strane menadžera željezničkog prometa jer znaju da će na taj način osigurati pravovremenu dostavu robe, eliminaciju potencijalnih zastoja te smanjenje utjecaja na okoliš [32]. Shodno tome u zadnjem desetljeću i tamo su nedavno uvedeni zakoni za smanjenje utjecaja na okoliš. Točnije uvedene su kazne za ne odvajanje otpada i nepotrebno iskorištavanje prirodnih resursa, uvedene su subvencije kao i u Europi koje potiču kompanije da koriste okolišno prihvatljive i inovativne tehnologije te okolišno prihvatljiva pakiranja u proizvodnji itd. Iako su započeli sa okolišnim inicijativama u zadnjih deset godina, zbog trenutne krize sa Ukrajinom mnoge tvrtke više ne mare za implementacijom istih jer više ne dobivaju spomenute poticaje od države te što je najveći problem, investiranja iz drugih zemalja su pala u velikom broju. Anкета provedena od strane medijskog tijela u području automobilske logistike (engl. *Automotive Logistics magazine, ALM*) je pitala predstavnike na području logistike u koju regiju bi htjeli investirati u sljedećih pet godina. Iz rezultata prikazanih na [Grafikon 3] je vidljivo da je Rusija trenutno na zadnjem mjestu što se tiče investicija u logističke aktivnosti [32].



Grafikon 3. Rezultati ankete provedene od strane ALM [32]

Ujedno sankcije od strane Europe i SAD-a dodatno guraju rusko tržište još niže. U takvim uvjetima razvoj zelene logistike postane značajan poduhvat, ali svejedno u ostalim državama nastavlja se razvijati, kako jedna anketa inicira da velike tvrtke poput Volkswagen-a, DHL-a, General Motors-a i dalje razvijaju svoje standarde za zelene tehnologije [32]. Zatim, kako je

Rusija među najvećim proizvođačima prirodnog plina i nafte te kako su njihove cijene i općenito cijene energenata zbog rata znatno porasle [Slika 32], mnoge države, a i poduzeća su se počele prebacivati na korištenje energije proizvedene iz obnovljivih izvora.

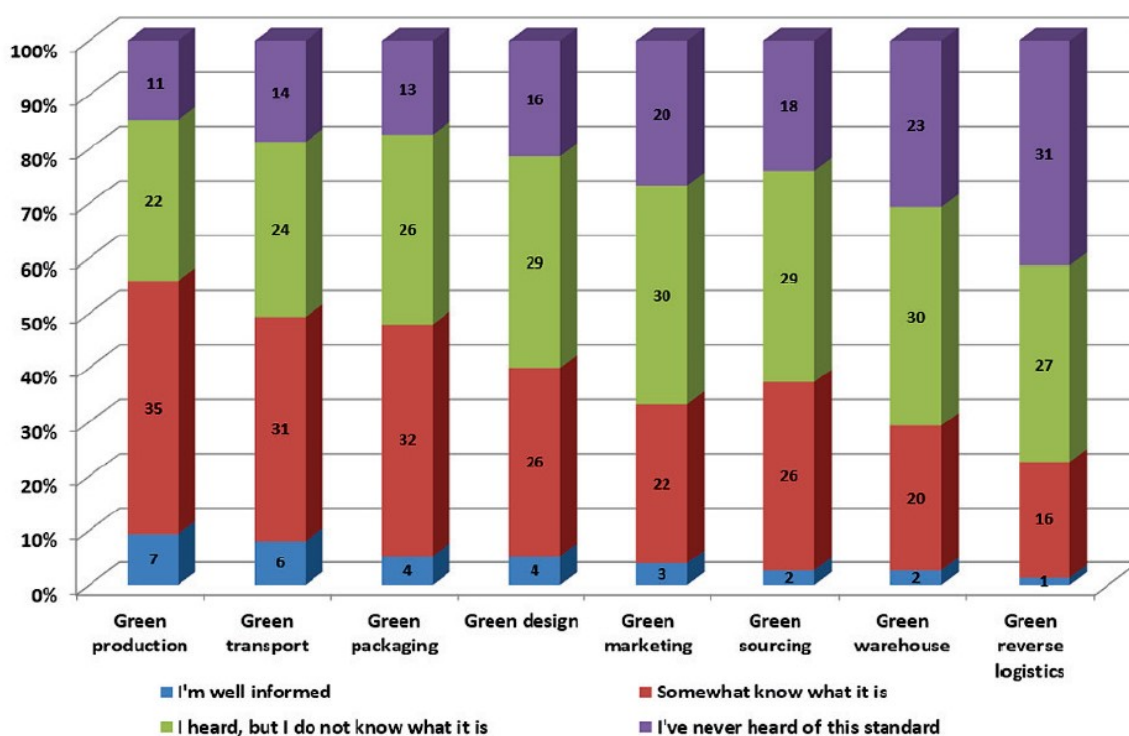


Slika 32. Cijene energenata u zadnje dvije godine [33]

Europa koja je do sada bila ovisna o ruskom plinu želi smanjiti tu ovisnost posebice kada je Rusija uvela da plaćanje energenata mora biti u njihovoj valuti. Iako to neće mnogo smanjiti izvoz energenata jer je Rusija, kako neki izvori kažu, počela izvoziti više u azijske države, svejedno ova kriza može biti poticaj svijetu da prijeđe na alternativne odnosno zelene izvore energije te da implementiraju efikasnije načine upravljanja gdje god je to moguće. Političari trebaju biti u tom slučaju prvi sa formiranjem zakona s kojima će potaknuti taj prijelaz i s time osigurati zelenu i održivu budućnost. Dalje, u nastavku je opisano trenutno stanje zelene logistike u Hrvatskoj kroz nedavna istraživanja bazirana na ispunjenim upitnicima od strane poduzeća kako bi se provjerila praktična primjena aktivnosti zelene logistike, no važno je napomenuti da rezultati mogu biti pristrani.

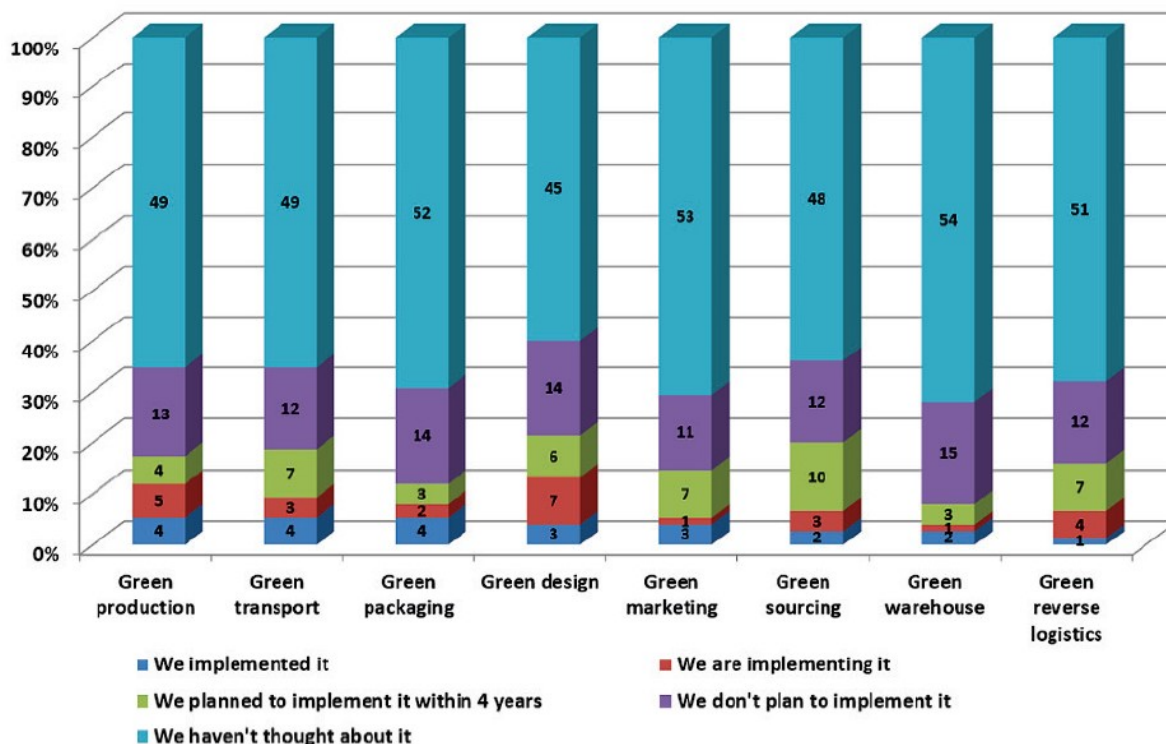
## 5.2. Trenutno stanje zelene logistike u Hrvatskoj

Zelena logistika i upravljanje zelenim lancima opskrbe su relativno novi koncepti koji su se pojavili u hrvatskoj industriji. Stoga je napravljeno jedno istraživanje 2018. godine kojim se htjelo provjeriti koliko su poduzeća upoznata s konceptima, metodama i modelima održivosti te koliko je od njih implementiralo ili je u procesu implementacije istoga. Uz to, provjereno je koji su to faktori koji motiviraju poduzeća da počnu koristiti određene zelene elemente [37]. Istraživanje je bazirano na ispunjenim anketama od strane 75 hrvatskih poduzeća. Na [Grafikon 4] su prikazani rezultati ankete kojom se točnije htjelo provjeriti upoznatost poduzeća s GSCM modelima odnosno aktivnostima.



Grafikon 4. Rezultati ankete upoznatosti s GSCM modelima [37]

Vidljivo je da je jako mali broj potpuno upoznat sa navedenim modelima te da je većina samo čula ili uopće nije čula o njima, ali dosta veliki broj je čulo za zelenu proizvodnju, te zajedno s rezultatima prikazanim na [Grafikon 5] koji navode razinu implementacije GSCM modela, može se zaključiti da poduzeća koja su informirana o modelima te ih planiraju implementirati su stavili značaj upravo na zelenu proizvodnju. Također su stavili i na zelenu nabavu jer od 28 poduzeća koji znaju za tu aktivnost, 15 od njih je implementiralo, implementira ili ju planira implementirati. A, po njima najmanje značajne su aktivnosti zelenog marketinga i zelene povratne logistike.



Grafikon 5. Rezultati ankete implementacije GSCM modela [37]

U svakom slučaju rezultati iniciraju da hrvatske tvrtke još nisu predale važnost aktivnostima zelene logistike, posebice kada se pogleda koliki broj od njih nije ni razmišljalo o provođenju navedenih modela. No, kako je Hrvatska dio Europske unije te kako su im povezani određeni zakoni posebno oni na temu okoliša i sve ih je više, poduzeća će se morati početi prilagođavati njima kad tad. Ujedno konkurencija će isto biti jedan od motivatora jer što će više poduzeća u ostalim državama implementirati zelene elemente tako će i ovdje morati, s time da su neka hrvatska poduzeća povezana s njima u lancu opskrbe. Iz [Tablica 3] se mogu točnije vidjeti koji su to faktori koji motiviraju poduzeća da primjene GSCM modele rangirani od najznačajnijih (označeni crvenom bojom) do najmanje značajnih (označeni plavom bojom).

Tablica 3. Rezultati ankete rangiranih pokretača uvođenja GSCM modela [14]

Pokretač uvođenja upravljanja zelenim lancima opskrbe		Prosječni rang
Kompetitivni faktori	Bolje poslovanje od konkurencije	15,75
Kompetitivni faktori	Držanje koraka s konkurencijom	15,66
Zakonske regulative	Potrebe prilagođavanja poduzeća postojećim EU okolišnim regulativama	15,36
Unutarnji faktori	Izvršni (glavni) direktor je zagovornik očuvanja okoliša	14,81
Kompetitivni faktori	Omogućavanje stvaranja novog profita na tržištu	14,59
Zakonske regulative	Prilagođavanje poduzeća predstojećim (dolazećim) okolišnim regulativama	14,44
Financijski faktori	Smanjenje operativnih troškova	14,25
Rizik	Smanjenje rizika vezanih uz zdravlje i sigurnost, a povezanih s proizvodnjom	14,21
Zakonske regulative	Potrebe prilagođavanja poduzeća postojećim hrvatskim okolišnim regulativama	13,87
Unutarnji faktori	Odgovornost prema okolišu (dio društvene korporativne odgovornosti)	13,57
Rizik	Smanjenje rizika vezanih uz zdravlje i sigurnost, a povezanih s odlaganjem proizvoda ili materijala koji se koristi na kraju njihovog životnog vijeka	13,37
Faktori lanca opskrbe	Pritisak ili poticaji poduzeća kojima dostavljate robu ili usluge	12,60
Profesionalna i industrijska tijela	Pritisak od profesionalnih tijela, trgovinskih udruga	11,85
Društveni pritisak	Pritisak grupa za očuvanje okoliša (npr. Zelena akcija, Greenpeace)	11,51
Društveni pritisak	Mišljenje javnosti u lokalnoj zajednici	11,36
Rizik	Smanjenje zamijećenog javnog rizika povezanog s poduzećem	11,35
Faktori lanca opskrbe	Pritisak od pojedinačnih potrošača ili korisnika usluge	11,30
Društveni pritisak	Postizanje ili očuvanje odraza društveno odgovorne kompanije	11,26
Financijski faktori	Pritisak dioničara i investitora	11,10
Društveni pritisak	Društvena očekivanja/javno međunarodno mišljenje	11,07
Financijski faktori	Pritisak osiguravajućih kuća	10,54
Društveni pritisak	Društvena očekivanja/javno mišljenje u Hrvatskoj	10,47
Unutarnji faktori	Pritisak zaposlenika	8,09
Profesionalna i industrijska tijela	Pritisak sindikata	7,61

Vidljivo je da su najznačajniji upravo kompetitivni faktori što inicira da postoji želja za većim uspjehom kako bi poduzeća ostala konkurentna na tržištu. Drugi faktor koji motivira poduzeća su zakonske regulative kojima će se morati prilagoditi pa je logično zašto je faktor značajan. Zatim, kada se pogledaju najmanje značajni faktori vidljivo je da prevladava faktor društvenog pritiska, a i općenito pritiska ljudi (investitora, zaposlenika i sindikata) što govori da javnost u Hrvatskoj ne stvara toliki pritisak poduzećima da postanu „zelenije“. Iako je ovo istraživanje provedeno 2018. godine, mnogo se nije promijenilo od tada kako je nastupila COVID-19 pandemija koja je zaustavila sve napore vezane na ovu temu. No, kako više ne vlada pandemija od proljeća 2022. godine, mnoge tvrtke se sada oglašavaju da su sve više počele provoditi održive aktivnosti u svojim poslovanjima jer su shvatile koliko je to potrebno kako bi normalno poslovale kroz nastale krize pa su brojke vjerojatno malo pozitivnije uspoređujući s 2018. godinom. S time je zaključen ovaj dio vezan za trenutno stanje zelene logistike, dalje su navedeni neki trendovi, uz one koji su već napomenuti u prijašnjim poglavljima, koji su se pojavili pri implementaciji zelene logistike te koji opisuju njen pravac razvoja.



### 5.3. Trendovi u zelenoj logistici

Do sada se moglo vidjeti da logistika i njene aktivnosti znatno utječu na okoliš i da postoje već mnogi faktori koji motiviraju industriju da smanje taj utjecaj. Tako su se pojavili mnogi trendovi i inovacije na području zelene logistike koji pokazuju u kojem smjeru se ono razvija. Slijedeći trendovi su podijeljeni po pripadajućim logističkim aktivnostima.

#### 5.3.1. Trendovi u transportu

Već je spomenuto u poglavlju [4.2.2] sve više korištenje intermodalnog ili multimodalnog načina prijevoza robe gdje se koriste različita prijevozna sredstva kako bi se spojile njihove prednosti i povećala efikasnost. S time da se sve veća prednost daje prevoženju robe pomorskim i željezničkim putevima sa željom da se smanji cestovni promet pa je to navedeno kao prvi glavni trend u transportu.

##### 5.3.1.1. Intermodalni ili multimodalni način prevoženja robe

Istraživanja su pokazala da se tako znatno smanje troškovi, a i utjecaj na okoliš kako je upotreba goriva puno manja. Dakle, manje se ispuštaju štetni plinovi u atmosferu. Ujedno omogućuje bržu dostavu jer su izbjegnute gužve na cestama. Korištenje više prijevoznih sredstava se pokazalo kao pametna odluka i u slučaju projekta zvan „WestMed Bridge“ prikazan na [Slika 33].



Slika 33. „WestMed Bridge“ projekt [9]

Cilj projekta je bio prebaciti prijevoz robe s autocesta na korištenje pomorskog puta od Barcelone do Rima. S time su postigli prevoženje puno veće količine robe, bržu dostavu te smanjenje troškova za 40%. Za projekt je dano 4,5 milijuna eura, a procjenjuje se da je to pridonijelo oko 66,5 milijuna eura kada se gleda korist okoliša. Za planiranje ovakvih projekata i općenito za planiranje prijevoznih ruta potrebno je to napraviti na efikasan način, stoga se danas često koriste određeni software programi koji pomažu pri optimiziranju ruta.

#### *5.3.1.2. Optimizacija ruta pomoću software programa*

Više nije uopće diskutabilno da su računala bolja od ljudi kada su u pitanju algoritmi pa tako i pri pronalaženju najbolje rute za prijevoz robe. Cilj svakog poduzeća je maksimizirati broj dostava u najkraćem mogućem vremenu i to će postignuti odabirom najbolje rute. Ujedno se s time postiže manja potrošnja goriva i energije što je zapravo najvažnije. Softveri za optimizaciju rute mogu uzeti u obzir puno varijabli poput dostupnosti vozila, prometnih uvjeta, kapaciteta vozila, raspoloživosti radne snage za utovar i istovar itd. te tako doći do najbolje opcije. Kako bi se dodatno smanjio utjecaj na okoliš programi također mogu pri svakoj dostavi dati prednost električnim ili hibridnim vozilima koji se sve više i više proizvode.

#### *5.3.1.3. Zelena vozila*

Pod pojmom zelena vozila ne spadaju samo električna i hibridna vozila, iako ona jesu najbolja opcija kada se gledaju emisije stakleničkih plinova, već tu spadaju sva vozila koja su na neki način tehnički poboljšana da se ta emisija smanji. Primjerice, u cestovnom prometu za prijevoz robe na dulje rute i dalje se koriste kamioni s dizel motorima zbog ograničenog dometa električnih motora i težine baterija. Stoga, dok se ta tehnologija ne poboljša trenutno se gledaju bilokakve opcije poboljšanja poput korištenja efikasnih dizel motora, korištenje automatskih mjenjača koji osiguravaju da prijenos okretnog momenta bude kvalitetno izvršen što rezultira smanjenoj potrošnji goriva te korištenje senzora koji automatski isključuju motore kada to nije potrebno. To je trenutno stanje, ali definitivno se u bliskoj budućnosti cilja sve većoj upotrebi hibridne tehnologije u kamionima koji koriste dizel i električni motor kako bi se poboljšala ekonomija goriva. Uz to se sve više pazi i na konstrukciju samih kamiona da se nepotrebno ne gubi energija pri vožnji te da se i na taj način uštedi gorivo. Što se tiče željezničkog prijevoza, tu je stavljen naglasak na maksimalno korištenje vlakova na električni pogon. Zatim, zračni prijevoz je i dalje ograničen na korištenje mlaznih motora, no i oni se pokušavaju konstruirati na učinkovit način te općenito zračna industrija cilja na smanjenje utjecaja na okoliš kroz efikasno upravljanje cjelokupnim životnim ciklusima zrakoplova i optimizaciji zračnih linija.

U pomorskom prijevozu koji se, kako je napomenuto, sve više koristi za prijevoz robe, brodovi se dizajniraju da im maksimalni kapacitet bude sve veći. Uz to, teretne brodove se pokušava „ozeleniti“ korištenjem jedra [Slika 34] odnosno energije vjetra kao glavni pogon što bi smanjilo emisiju teretnih brodova za 90% [38].

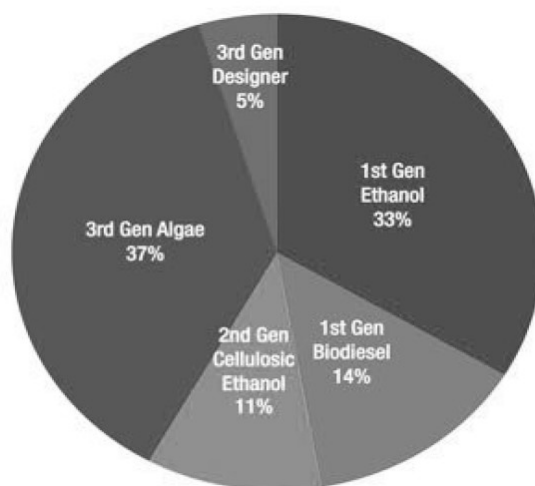


**Slika 34. Koncept teretnog broda s jedrima [38]**

No, dok to ne postane realnost trenutno da se smanji utjecaj teretnih brodova na okoliš pojavio se trend zvan „slow steaming“ kojim se brodovi voze na znatno smanjenoj brzini što rezultira smanjenoj potrošnji goriva. Jedno istraživanje provedeno 2012. godine je pokazalo da se tako emisija ugljičnih plinova od 2007. godine smanjila za oko 90 milijuna tona [20]. No, glavni razlog je ovdje zapravo bio da se smanje troškovi jer je tad cijena nafte bila dosta visoko zbog financijske krize što se može povezati s trenutnim stanjem danas kada je cijena nafte isto u ekstremima kao posljedica velike potražnje nakon pandemije COVID-19 virusa te zbog trenutnog rata u Ukrajini. Ovaj trend nije optimalan jer na taj način dostava robe je znatno sporija što povećava troškove na drugi način zato se u zadnje vrijeme, uzeći to u obzir, više koristi strategija „smart steaming“ gdje se brzina broda podešava ovisno o trenutnim podacima koji su dostupni kapetanu poput vremenskih prilika, zakrčenosti luke, trenutnoj ruti itd. Dalje, sva ova vozila kako se efikasnije koriste i konstruiraju tako se rade i goriva za njihove motore koja su više okolišno prihvatljiva od poznatog dizela i benzina u slučajevima kada se ne može koristiti elektromotor.

#### 5.3.1.4. Biogoriva

Biogoriva predstavljaju odličnu alternativu uobičajenim gorivima jer njihovim korištenjem su znatno smanjene emisije CO<sub>2</sub> i smanjena je ovisnost o drugim državama koji proizvode naftu. Ona su napravljena od biomase, točnije od biljaka ili od poljoprivrednog, kućnog i industrijskog biološkog otpada koji se može razgraditi i obnoviti. Najpoznatija biogoriva su bioetanol i biodizel gdje se bioetanol uglavnom radi iz šećernih i škrobnih biljaka poput kukuruza i šećerne trske procesom vrenja, a biodizel od ulja i masti biljnog ili životinjskog podrijetla procesom transesterifikacije [39]. Danas se biodizel u velikoj količini proizvodi od ulja algi gdje je ove godine proizvedeno 37% od ukupne količine biogoriva te se zato stavlja u posebnu klasu kao biogorivo od algi [Slika 35].



**Slika 35. Globalna proizvodnja biogoriva u 2022. godini [11]**

Jedina zabrinutost koja postoji pri proizvodnji biogoriva je što će to zahtijevati velike zemljišne površine, što može uključivati šume i staništa životinja gdje će se saditi biljke samo za biogoriva kako bi se zadovoljila potražnja. U svakom slučaju, za sada se može iskoristiti silan biootpad kojeg generiramo svakodnevno i proizvoditi biogorivo iz toga u što bi se trebala uključiti svaka zemlja kako bi se postigao cilj kojeg je postavila međunarodna agencija za energiju (engl. *International Energy Agency*, IEA) koja želi da biogoriva zastupaju više od četvrtine potražnje za gorivima koja se koriste u transportu do 2050. godine. To su dakle bili najpoznatiji trenutni trendovi kod aktivnosti transporta, u nastavku su dalje navedeni neki od trendova kod aktivnosti skladištenja.

### 5.3.2. Trendovi kod zelenog skladištenja

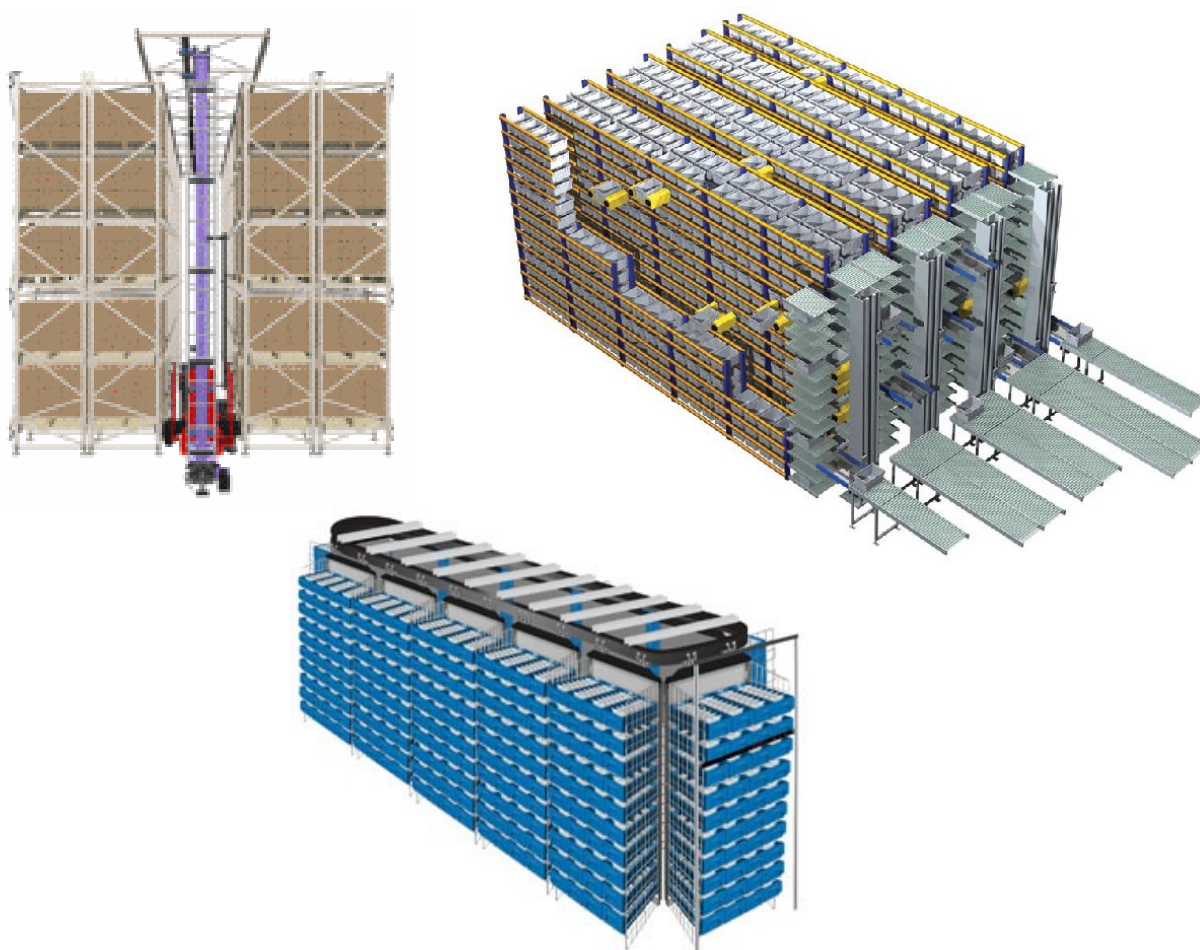
Uzeći u obzir sve aktivnosti zelenog skladištenja sve se može sumirati u dva glavna trenda, a to bi bila izrada samih zelenih skladišta i učinkovito upravljanje procesima skladištenja unutar skladišta gdje je glavna zadaća ušteda energije i smanjenje otpada. Pri izradi mnoga poduzeća ciljaju da to bude što efikasnije napravljeno kako bi dobili certifikat za kvalitetno i učinkovito konstruirano skladište gdje je najbitniji LEED certifikat (Leadership in Energy and Environmental Design) od strane američke neprofitne organizacije U.S. Green Building Council kako bi to mogli koristiti kao dio marketinga. Dalje su navedeni trendovi koji prikazuju na što poduzeća danas najviše paze kada grade svoja zelena skladišta.

#### 5.3.2.1. Značaj lokacije skladišta

Prva stvar koja je najbitnija pri izradi zelenog skladišta je lokacija za koju se danas najviše gleda da bude blizu luka ili blizu potrošača kako bi se uštedila potrošnja energije na transportu. Neke online trgovine su počele stavljati svoja skladišta u trgovačke centre kako bi bili blizu velikom broju kupaca i mogle brzo isporučiti svoje proizvode jer više ljudi danas kupuje preko interneta nego što dolaze do dućana uživo. Kompanije FedEx i Amazon su upravo to napravile tako što su pronašle trgovačke centre za koje se očekivalo da će se zatvoriti te su ih kupili i pretvorili u svoje distribucijske centre.

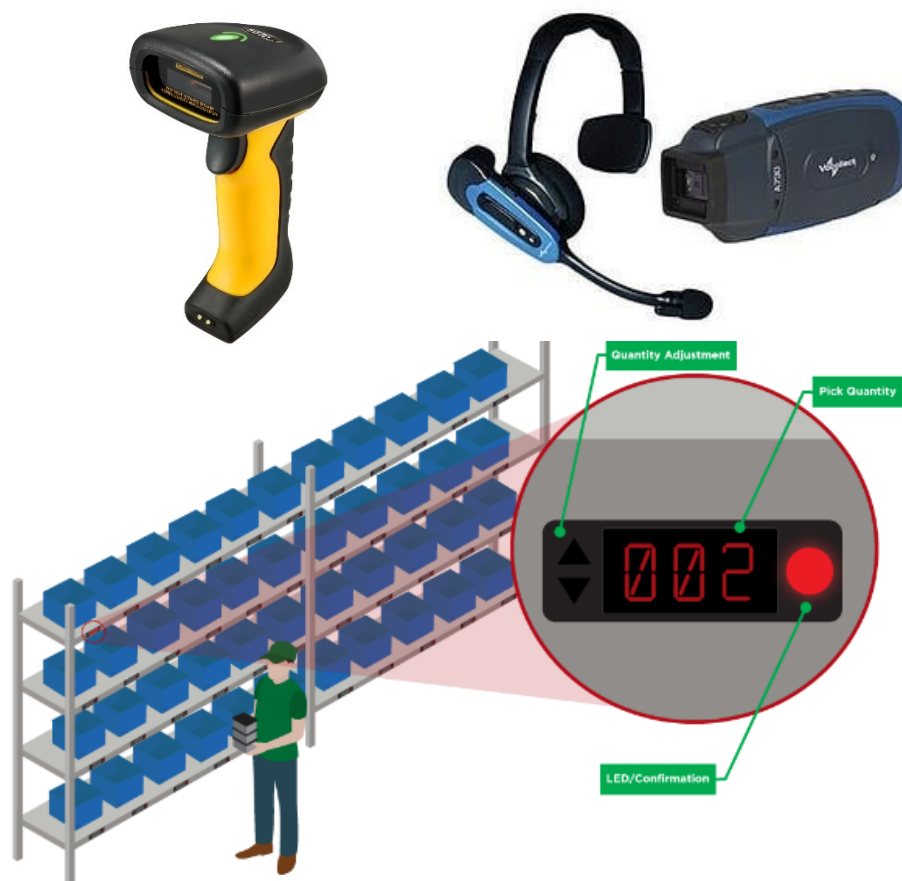
#### 5.3.2.2. Pametna skladišta

Dalje, danas je najbolja praksa da skladišta imaju nekakve sisteme koji automatski upravljaju potrošnjom energije i daju bolji pregled voditeljima zgrade kako se energija raspodjeljuje i gdje je najveća potrošnja. To uključuje instaliranje uređaja za mjerenje na strojeve i opremu kako bi se vidjela potrošnja struje, plina, vode i ostalih komunalija. Ti podaci se dalje šalju na analizu softveru za upravljanje skladištem koji automatski identificira prilike za uštedu energije i troškova. Pametna skladišta još uključuju korištenje svakakvih senzora kako bi se uštedila energija poput senzora za otvaranje i zatvaranje vrata te najbitnije senzora za kontrolu rasvjete gdje se najviše energije može uštediti. Korištenjem LED svijetla zajedno sa detektorima pokreta ili detektorima danjeg svijetla je danas najbolja opcija. Također, korištenje ventilatora sa sensorima za grijanje prostora je odlična opcija. Zatim, automatizirani skladišni i transportni sustavi se sve više postavljaju kao dio pametnih skladišta jer su precizniji od ljudi što rezultira manjem potrebnom prostorom za skladištenje te se tako znatno smanje i troškovi energije. Na [Slika 36] su ilustrirani primjeri takvih sustava.



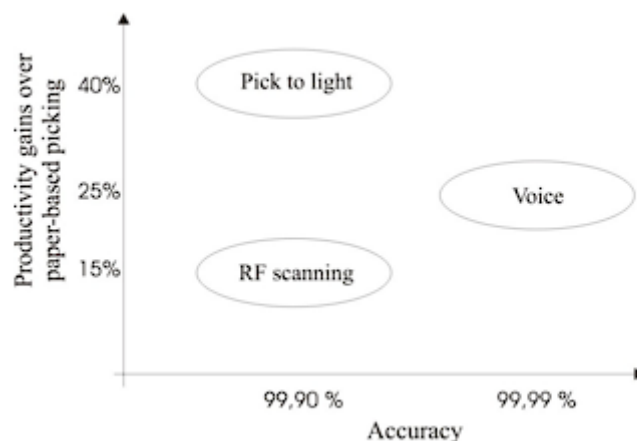
**Slika 36. Primjeri automatiziranih skladišnih sustava**

Vidljivo je na [Slika 36] kako se pri korištenju automatiziranih dizalica (prva slika), automatiziranih vozila (druga slika) te automatskog okretnog regala (treća slika) za skladištenje i izuzimanje robe može znatno uštediti na prostoru, a i na vremenu što je dobro uzeti u obzir. Također, u pametnim skladištima često se koriste sustavi odnosno automatski programi koji pomažu pri praćenju toka materijala i proizvoda kroz skladište i osiguravaju da se kretanje tih materijala i proizvoda izvedu na efikasan i efektivan način. To su takozvani WMS sustavi (engl. *warehouse management systems*) s kojima se može osigurati optimalan broj zaliha i tako maksimizirati skladišni prostor. Zajedno s tehnologijama komisioniranja poput barkod skenera, korištenje slušalice i mikrofona (engl. *voice picking*) te korištenje LED svjetla na policama i regalima koji indiciraju koju robu treba izuzeti (engl. *pick-to-light*) znatno se može smanjiti upotreba papira, efikasnije odraditi proces izuzimanja robe te tako povećati produktivnost i uštediti na energiji. Na [Slika 37] su prikazani primjeri navedenih tehnologija.



Slika 37. Primjeri tehnologija komisioniranja

Kada se usporede WMS sustavi koji su povezani s tehnologijama na slici iznad sa uobičajenim WMS sustavima koji koriste papir za ispisivanje potrebnih zadataka vidljivo je sa [Slika 38] da je produktivnost i točnost znatno povećana posebice korištenjem tehnologije *pick-to-light*.

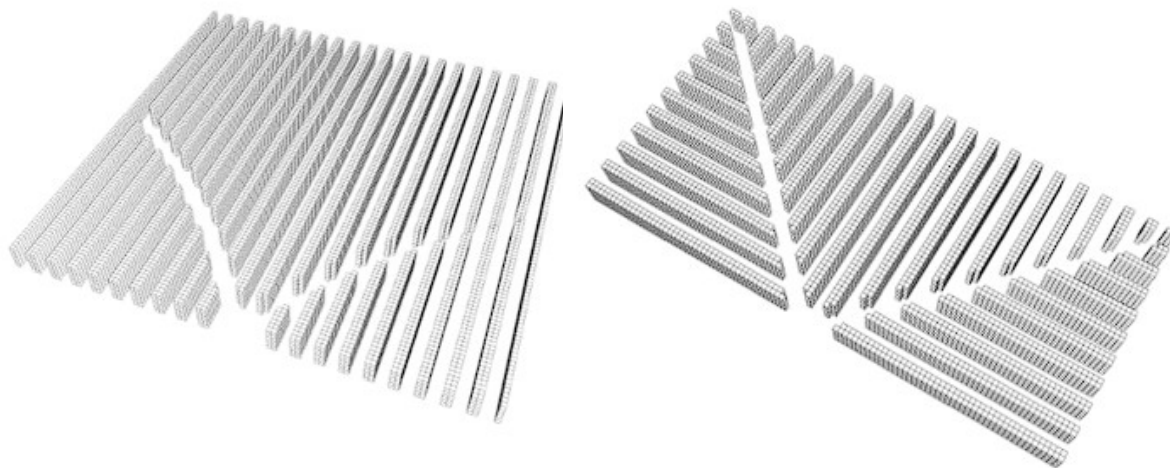


Slika 38. Povećanje produktivnosti i točnosti pri usporedbi s uobičajenim WMS sustavima [1]



### 5.3.2.3. Optimizacija prostornog rasporeda skladišta

Također se sve više stavlja značaj na kvalitetnom prostornom rasporedu unutar skladišta kako bi se procesi skladištenja odradili što efikasnije i tako se opet uštedilo na energiji. Tako su se pojavili inovativni prostorni rasporedi koje su programi izračunali da bi bili najefikasniji što se tiče vremena [Slika 39].



**Slika 39. Inovativni prostorni rasporedi u skladištima [1]**

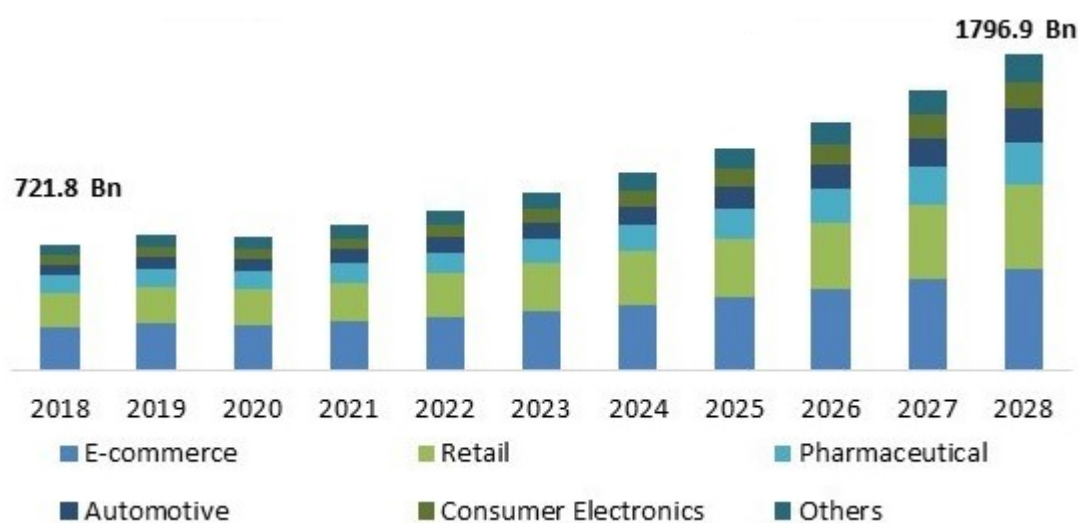
### 5.3.2.4. Proizvodnja i korištenje obnovljive energije u skladištima

Poznato je već da korištenje obnovljive energije je jedan od općenito najvećih trendova danas kako bi se smanjile emisije stakleničkih plinova. Potražnja za njom je sve veća pa su i troškovi postavljanja tehnologija poput solarnih panela i vjetrenjača na skladišta znatno manji nego što su bili prije. A nakon implementacije poduzeća imaju i znatno manje troškove koji su povezani sa energijom. Najčešće se koriste izvori energije sunca i vjetra, ali sve češće se koristi energija biomase, geotermalna energija i tamo di je moguće hidroenergija. Idealni slučaj kojem se teži je potrošiti samo onu energiju koja je proizvedena od navedenih obnovljivih izvora. Dakle, više se ne uzima u obzir toliko korištenje energije od gradske mreže nego se grade skladišta koja će sama sebi proizvoditi energiju za svoje potrebe. To su bili neki od glavnih trenutnih trendova vezanih za skladišta i procese skladištenja. U nastavku su navedeni pravci razvoja u zelenoj povratnoj logistici koje je vrijedno spomenuti, dok su uz objašnjenje pojmova zelene nabave i zelenog pakiranja bili napomenuti i njihovi glavni pravci razvoja u pripadajućim poglavljima 4.2.1 i 4.2.4 pa ih nije potrebno ovdje ponovno navoditi.



### 5.3.3. Trendovi u povratnoj logistici

Rastući trend poslovanja internet trgovina je povećalo potrebu za svim logističkim aktivnostima pa tako i za povratnom logistikom. Sve je veći broj povrata proizvoda kako kupac u bilo kojem trenutku može odustati od kupnje, može biti nezadovoljan proizvodom kada ga prvi puta vidi, ili se proizvod možda ošteti prilikom transporta, ili se više ne koristi pa ga kupac vraća, u svakom slučaju potreba za učinkovitim upravljanjem povratnom logistikom nikad nije bila veća. Predviđa se da će potreba za povratnom logistikom samo nastaviti rasti i to u svim vrstama industrije, točnije se očekuje da će do 2028. godine tržišna vrijednost povratne logistike dosegnuti 1796,9 milijardi dolara [Slika 40].



Slika 40. Procjena tržišne vrijednosti povratne logistike po industrijama [40]

Kako bi se zadovoljila potražnja poduzeća su se počela više povezivati te su počeli koristiti razne tehnologije kako bi se proces povrata robe izvodio na efikasan i efektivan način.

#### 5.3.3.1. Korištenje blockchain tehnologije

Jedna od tih tehnologija je tzv. blockchain tehnologija koja omogućava bolje praćenje i transparentnost cijelog ciklusa proizvoda, od nabave sirovina do zadnjeg odlaganja proizvoda. Logističke tvrtke su počele istraživati i implementirati ovu tehnologiju najviše kako bi poboljšali procese povratne logistike posebice kod obnove, recikliranja i odlaganja. Primjerice, Walmart tvrtka koristi blockchain da automatski generira fakture što omogućava lakše praćenje robe kroz navedene procese te tako uštede na vremenu pošto nema potrebe za revizijom svakog dostavnog papira [40]. Dakle, korištenjem ove tehnologije smanjuje se općenito korištenje papira, povećana je sigurnost, lakše je pratiti proizvod i svi podaci su automatizirani.

### 5.3.3.2. Bolja povezanost između poduzeća

Važan trend koji pomaže općenito lancu opskrbe, ali i aktivnostima povratne logistike je bolja povezanost između poduzeća što omogućava efikasniju izvedbu zbrinjavanja povratne robe i nastalog otpada. Ujedno pojavljivanje poduzeća koja se samo bave povratnom logistikom dodatno ubrzava proces i kvalitetnije se odrađuje kako su specijalizirani za to. Primjerice tvrtka UPS (United Parcel Service) je sklopila partnerstvo s tvrtkom Stericycle koja se bavi zbrinjavanjem medicinskog otpada. Cilj partnerstva je zajedno rješavati procese povratne logistike medicinskog otpada gdje je UPS zadužen za transport, a tvrtka Stericycle za odlaganje i tretiranje. Još jedan primjer partnerstva je između poduzeća Deutsche Post DHL i ReverseLogix koji nudi usluge softverskih rješenja za povrat robe (engl. *returns management systems*, RMS). Te primjer partnerstva FedEx kompanije i pružatelja usluga povratne logistike Happy Returns koji su postavili svoje usluge u urede od FedEx-a gdje je sada moguće uživo vratiti proizvode bez ikakvog problema [40]. Kako su sada opisani glavni pravci razvoja aktivnosti zelene logistike, u nastavku su navedene neke projekcije kako će izgledati područje logistike u budućnosti.

## 5.4. Budućnost zelene logistike

Nadolazeći dani se čine obećavajućim za sustave zelene logistike bez obzira na neke male probleme s kojima se industrije susreću i trenutne krize u svijetu. Vidjeli smo da su se većina zemalja donekle aktivirala na temu očuvanja okoliša i da je trenutno veliki broj tvrtki diljem svijeta usvojilo bar neke okolišne elemente, bilo to korištenje učinkovitijih vozila, efikasno upravljanje poslovima, izgradnja učinkovitih skladišta i ureda, korištenje recikliranih materijala itd. Definitivno se očekuje nastavak ovog velikog zelenog trenda u području cijele industrije pa tako i na području logistike kako bi se nastavili boriti protiv okolišnih nepogoda koje smo sami izazvali. Kompanija Deutsche Post/DHL je konstruirala pet scenarija kako bi život mogao izgledati nakon 2050. godine gdje su dva scenarija vezana za logistiku. Jedan scenarij opisuje stanje u velikim gradovima gdje je naglasak na novim, održivim urbanim strukturama i visokoj učinkovitosti proizvodnje i logistike. Drugi, ne tako lijepi scenarij govori kako bi moglo doći do nekontrolirane potrošnje resursa, odbijanja održivog razvoja i ogromnoj potražnji za uslugama transporta te da svijet od 9 milijardi ljudi ide u smjeru ekološke katastrofe s porastom temperature za 6°C do 2100. godine [10]. „Ozelenjavanje“ logistike u sljedećih 40 godina, kao dio većeg poriva za održivošću, bi trebalo pomoći da se ta katastrofa ne dogodi pogotovo ako navedeni trendovi i dalje budu aktualni te ako se nastave razvijati i novi trendovi.

## 6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio upoznati se s osnovnim konceptima zelene i održive logistike kao odgovor na nepovoljan utjecaj područja logistike na okoliš te općenite zabrinutosti javnosti na isto. Ujedno je cilj bio prikazati trenutno stanje i trendove implementacije koncepata zelene i održive logistike u svijetu kroz dostupna istraživanja kako bi se dobio realan uvid u načine izvedbe država i poduzeća istoga. Prvo su bile objašnjene osnove područja logistike te kako se sistematizira u poglavljima [2.1] i [2.3] radi lakšeg razumijevanja cijelog rada. Također je bilo potrebno navesti koliku važnost zapravo logistika i njene aktivnosti imaju u današnjem svijetu u poglavlju [2.2] gdje se moglo zaključiti kroz primjer tvrtke WalMart da kvalitetno upravljanje odjelom logistike znatno pridonosi uspješnosti poduzeća te da je potrebno konstantno ulagati u njega. Isto, kod objašnjenja pojma lanca opskrbe u poglavlju [2.1.1] smo mogli vidjeti koliko važnu ulogu logistika ima povezujući poduzeća s jednog kraja lanca s poduzećima na drugom kraju. Zatim, znajući osnove logistike i koliku važnost ima, u poglavlju [3] je opisano kakav utjecaj logistika i njene aktivnosti imaju na okoliš radi postojećeg trenutnog trenda okolišne osviještenosti ljudi koji su zabrinuti da se prirodni resursi planete iskorištavaju u prevelikim količinama te da ispuštanje stakleničkih plinova u atmosferu će imati nepovoljne posljedice. Moglo se vidjeti da logističke aktivnosti imaju znatan utjecaj na okoliš posebice aktivnosti transporta, skladištenja i pakiranja. Aktivnosti transporta uz probleme stvaranja buke, vibracija i uzrokovanih nesreća, su jedne od aktivnosti što najviše pridonose globalnom zatopljenju kroz ispuštanje velike količine stakleničkih plinova. Skladišta također utječu na okoliš kroz navedeno, ali se uz to i ističe velika potrošnja energije te indirektan utjecaj izgradnje skladišta. Što se tiče pakiranja, najveći je problem nastali otpad nakon upotrebe proizvoda i korištenje plastike koja se teško razgrađuje. Kao odgovor na sve te probleme su uvedeni koncepti i metode „ozelenjavanja“ logistike koji su objašnjeni u poglavlju [4]. Dalje, u poglavljima [5.1] i [5.2] iz opisanog trenutnog stanja implementacije navedenih koncepata i metoda u svijetu i u Hrvatskoj se može vidjeti kako tu ima još mjesta za napredak te ima dosta vremena prije nego što države i poduzeća potpuno usvoje aktivnosti zelene i održive logistike u svoja poslovanja. Unatoč tome iz trendova opisanih u poglavlju [5.3] se može vidjeti kako se ova tema razvija u dobrom smjeru te se očekuje da će tako i nastaviti, samo je pitanje hoće li to biti dovoljno brzo. Može se reći da trenutni cilj bio trebao svima nama biti smanjenje ljudskog utjecaja na okoliš koliko god je to moguće i na koje god načine možemo da buduće generacije ne moraju razmišljati o popravljivanju naših pogrešaka.

---

**LITERATURA**

- [1] Đukić, Goran. Tehnička logistika – predavanja. Fakultet strojarstva i brodogradnje. Zagreb, 2021/2022.
- [2] Waters, D. Logistics: An Introduction to Supply Chain Management. Palgrave Macmillan, 2003.
- [3] *Logistika* URL: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Logistika> (Pristupljeno: 2022-08-12)
- [4] *Logistics for Business Defined: Importance Role & Benefits* URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/logistics.shtml#:~:text=Importance%20of%20Logistics&text=In%20business%2C%20success%20in%20logistics,and%20an%20improved%20customer%20experience>. (Pristupljeno: 2022-08-14)
- [5] *Case Study: Wal-Mart's Distribution and Logistics System* URL: <https://www.mbaknol.com/management-case-studies/case-study-of-walmart-logistics-management/> (Pristupljeno: 2022-08-14)
- [6] *Znate li što je Cross-docking?* URL: <https://dario-dr.medium.com/znate-li-%C5%A1to-je-cross-docking-f52055ed8b07> (Pristupljeno: 2022-08-14)
- [7] *Material Handling* URL: <https://www.sketchbubble.com/en/presentation-material-handling.html> (Pristupljeno: 2022-08-16)
- [8] *Što je industrija 4.0?* URL: <https://www.happtory.hr/post/industrija-4-0> (Pristupljeno: 2022-08-17)
- [9] Abdullah Emre Keles, Gokhan Gungor. Overview of Environmental Problems Caused by Logistics Transportation: Example of European Union Countries. Tehnički glasnik 15, 2021.
- [10] Alan Mckinnon, Sharon Cullinane, Michael Browne, Anthony Whiteing. Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics. British Library Cataloguing, 2010.
- [11] Helena Vidova, Dagmar Babčanova, Krzysztof Witkowski, Sebastian Saniuk. Logistics and its environmental impacts. Slovak University of technology in Bratislava, 2012.
- [12] Joerg Ries, Eric Grosse. Environmental impact of warehousing: A scenario analysis for the United States. International Journal of Production Research, 2016.
- [13] *What is Sustainability?* URL: <https://www.sustain.ucla.edu/what-is-sustainability/#:~:text=Sustainability%20presumes%20that%20resources%20are,world%20we%20will%20leave%20them>. (Pristupljeno: 2022-08-22)

- [14] Opetuk, Tihomir. Model uvođenja upravljanja zelenim lancima opskrbe. Fakultet strojarstva i brodogradnje. Zagreb, 2016.
- [15] Holt, D.L. (2005). The Development and Empirical Testing of a Pressure/Response Model of Green Supply Chain Management amongst a cross-sectoral sample of members of The Chartered Institute of Purchasing and Supply, *Doctoral Theses*, Middlesex University, London.
- [16] Vachon, S., Klassen, R.D. (2006). Extending green practises across the supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [17] Wolf, C., Seuring, S. (2010). Environmental impacts as buying criteria for third party logistical services, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*.
- [18] *Green Purchasing and the Supply Chain* URL: [https://louisville.edu/purchasing/sustainability/greenpurchasingsupplychain#:~:text=Environmentally%20Preferable%20Purchasing%20\(EPP\)%20or,that%20serve%20the%20same%20purpose](https://louisville.edu/purchasing/sustainability/greenpurchasingsupplychain#:~:text=Environmentally%20Preferable%20Purchasing%20(EPP)%20or,that%20serve%20the%20same%20purpose). (Pristupljeno: 2022-08-26)
- [19] *Green Procurement* URL: <https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/14-gproc.html> (Pristupljeno: 2022-08-26)
- [20] *Green Transportation in Green Supply Chain Management* URL: <https://www.intechopen.com/chapters/72772> (Pristupljeno: 2022-08-27)
- [21] *What is green packaging?* URL: <https://bulkbagreclamation.com/what-is-green-packaging/#:~:text=Green%20packaging%2C%20also%20called%20sustainable,materials%20like%20plastic%20and%20Styrofoam>. (Pristupljeno: 2022-08-28)
- [22] *Decoding 20 common green packaging symbols* URL: <https://www.zenpack.us/blog/decoding-20-common-green-packaging-symbols/>. (Pristupljeno: 2022-08-28)
- [23] Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppala, J., 2018. Circular economy: the concept and its limitations
- [24] Souza, E.D., Kerber, J.C., Bouzon, M., Rodriguez, C.M.T. Performance evaluation of green logistics: Paving the way towards circular economy. Florianopolis, 2022.

- [25] *Packaging waste statistics* URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Packaging\\_waste\\_statistics#Waste\\_generation\\_by\\_packaging\\_material](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Packaging_waste_statistics#Waste_generation_by_packaging_material) (Pristupljeno: 2022-08-29)
- [26] Zaman, K., Shamsuddin, S. (2017). Green logistics and national scale economic indicators: Evidence from a panel of selected European countries. *Journal of Cleaner Production*.
- [27] Khan, S.A.R., Qianli, D. (2017). Does national scale economic and environmental indicators spur logistics performance? Evidence from the UK. *Environmental Science and Pollution Research*.
- [28] Khan, S.A.R., Jian, C., Zhang, Y., Golpira, H., Kumar, A., Sharif, A. (2019). Environmental, social and economic growth indicators spur logistics performance: From the perspective of the South Asian Association For Regional Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*.
- [29] *CO<sub>2</sub> emissions* URL: <https://ourworldindata.org/co2-emissions> (Pristupljeno: 2022-08-29)
- [30] Li, A., Chen, Y., Wang, D. (2020). An empirical study of the factors influencing the willingness to implement green logistics in China. *Journal of Cleaner Production*.
- [31] WHITE PAPER: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=celex%3A52011DC0144> (Pristupljeno: 2022-08-29)
- [32] Gromov, V. *Green logistics in Russia*. Saimaa University of Applied Sciences, 2014.
- [33] Orhan, E. The effects of the Russia – Ukraine war on global trade. Istanbul Commerce University, Turkey. *Journal of International Trade, Logistics and Law*, 2022.
- [34] *Green Logistics in the World Analysis* URL: <https://studycorgi.com/green-logistics-in-the-world-analysis/> (Pristupljeno: 2022-08-30)

- [35] Zhang, Y., Thompson, R.G., Bao, X., Jiang, Y. Analyzing the promoting factors for adopting green logistics practises: a case study of road freight industry in Nanjing, China. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, China, 2014.
- [36] Paskannaya, T., Shaban, G. Innovations in green logistics in smart cities: USA and EU experience. *Marketing and Management of Innovations*, 2019.
- [37] Opetuk, T., Đukić, G., Cajner, H., Kolar, D. Green Supply Chain Management in Croatian Companies. *Technical Journal* 12, 211-220, 2018.
- [38] *Oceanbird's huge 80-meter sails reduce cargo shipping emissions by 90%* URL: <https://newatlas.com/marine/oceanbird-wallenius-wing-sail-cargo-ship/> (Pristupljeno: 2022-09-01)
- [39] *Biofuel* URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Biofuel> (Pristupljeno: 2022-09-03)
- [40] *Reverse logistics market* URL: <https://www.kbvresearch.com/reverse-logistics-market/> (Pristupljeno: 2022-09-05)

---

**PRILOZI**

1. CD-R disk