

# Optimizacija transportne mreže na primjeru tvrtke

---

**Cvjetko, Mihovil**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:543205>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

Diplomski rad  
Optimizacija transportne mreže na primjeru tvrtke  
Transport Network Optimization – Case Study

Mentor: prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Student: Mihovil Cvjetko

JMBAG: 0135247464

Zagreb, 2023.

*Mojim roditeljima, Iri i Tomislavu, koji su mi omogućili školovanje i svoj zajednički život podredili mojoj boljoj budućnosti.*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 25. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Prijevozna logistika II**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7331

Pristupnik: **Mihovil Cvjetko (0135247464)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Optimizacija transportne mreže na primjeru tvrtke**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati elemente transportne mreže i objasniti ulogu prijevozne logistike u unaprijeđenju poslovanja. Isto tako potrebno je analizirati trenutno stanje transportne mreže na primjeru tvrtke te navesti koji su prijedlozi optimizacije transportne mreže.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

## Sažetak

Ovaj diplomski rad fokusira se na dijelove prijevozne mreže, na dijelove prijevozne logistike i na dijelove distribucijske logistike koji su uključeni u protok gotovih proizvoda od njihovih logističko-distribucijskih centara do manjih skladišnih kapaciteta koji se nalaze bliže mjestu potrošnje i prodaje. Cilj istraživanja je analizirati načine i metode koje tvrtke koriste za distribuciju njihovih proizvoda kroz transportnu mrežu te dati prijedlog optimizacije sa naglaskom na smanjenje troškova prijevoza i skladištenja. Istraživanje analizira trenutno stanje distribucijske mreže u promatranom području (Zadarska županija RH), koji su ključni izazovi s kojima se prijevoznice tvrtke susreću i koji su to troškovi koji se mogu smanjiti da bi se ostvarila ušteda i pružila bolju profitabilnost tvrtke.

Ključne riječi: prijevozna logistika, distribucija proizvoda, smanjenje troškova, distribucijske mreže

## Abstract

This master's thesis focuses on the components of the transportation network, transportation logistics, and distribution logistics involved in the flow of finished products from their distribution logistics centers to smaller storage facilities closer to the point of consumption and sale. The aim of the research is to analyze the methods and techniques that companies use for product distribution through the transportation network and to provide optimization suggestions with an emphasis on reducing transportation and storage costs. The study examines the current state of the distribution network in the observed region (Zadar County, Croatia), identifying key challenges faced by transportation companies and pinpointing cost reduction opportunities to achieve savings and enhance the company's profitability.

Keywords: Transportation logistics, product distribution, cost reduction, distribution networks

## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Elementi transportne mreže.....	2
2.1.	Transportne mreže – ustroj i vrste .....	5
2.1.1.	Konvencionalne transportne mreže .....	5
2.1.2.	Multimodalne transportne mreže.....	6
2.1.3.	Mikrologističke mreže .....	7
2.1.4.	Makrologističke mreže .....	8
2.1.5.	Globalno logističke mreže .....	9
2.1.6.	Mega transportne mreže .....	12
2.2.	Transportni čvorovi.....	13
3.	Uloga prijevozne logistike u unaprjeđenju poslovanja.....	16
3.1.	Elementi prijevozne logistike – fizički elementi .....	16
3.2.	Aktivnosti pružanja prijevozne usluge .....	17
3.3.	Prijevozna logistika kao ključ unaprjeđenja poslovanja .....	18
3.4.	Informacija u prijevoznoj logistici.....	19
4.	Obilježja transportne mreže – distribucija.....	22
4.1.	Struktura sustava distribucije .....	22
4.2.	Koncepcije distribucijskih mreža .....	23
4.2.1.	Neposredna distribucija .....	23
4.2.2.	Posredna distribucija .....	24
4.2.3.	Cross dock koncept .....	25
4.3.	Kapilarna distribucija .....	29
4.3.1.	Kapilarna distribucija- značajke .....	30
4.3.2.	Kapilarna distribucija – Izazovi na tržištu .....	31
5.	Analiza transportne i distribucijske mreže na primjeru .....	32

5.1.	Uvod u zadatak .....	33
5.2.	Analiza rješenja .....	34
5.2.1.	Rješenje – Prva varijanta.....	34
5.2.2.	Rješenje – druga varijanta.....	37
5.2.3.	Rješenje – treća varijanta .....	38
6.	Zaključak .....	40
	Literatura .....	41
	Popis slika .....	43

# 1. Uvod

U današnje vrijeme optimizacija transportnih troškova, kao i efikasnije upravljanje distribucijskim aktivnostima vrlo bitan su čimbenik koji uvelike utječe na poslovanje i ostvarivanje konkurentske prednosti na tržištu. Distribucijska mreže, kao neizostavna karakteristika svakog distribucijskog i logističkog lanca ima ulogu povezivanja proizvođača i kupce.

Samo kroz efektivan način upravljanja transportnim aktivnostima, pritom pazeći na razinu učinkovitosti cijelog logističkog sustava distribucije, može rezultirati unaprijeđenjem usluga, smanjenjem ugljičnog otiska i u konačnici ostvarenje ušteda. Ovaj istraživački rad proučava načine kako bi se prijevozni i skladišni troškovi smanjili te su pojašnjene brojne definicije i metode poslovanja u tu svrhu.

Rad se sastoji od šest poglavlja koji su navedeni u nastavku:

1. Uvod
2. Elementi transportne mreže
3. Uloga prijevozne logistike u unaprijeđenju poslovanja
4. Obilježja transportne mreže – distribucija
5. Analiza transportne i distribucijske mreže na primjeru tvrtke
6. Zaključak

Nakon Uvoda, u drugom poglavlju su pojašnjeni elementi transportne mreže i njeni tipovi. U trećem poglavlju je opisano koja je uloga prijevozne logistike u unaprijeđenju poslovanja. U četvrtom poglavlju je pojašnjeno koja su to obilježja transportne mreže u pogledu distribucije proizvoda. Dok je u petom poglavlju prikazano rješenje zadatka logističkog poduzeća i u šestom poglavlju donesen je zaključak rada.



## 2. Elementi transportne mreže

Općenito, izraz mreža prema autorima [1] znači: napravu od različitih materijala isprepletenu na jednaka oka, npr. ribarska mreža, teniska mreža, odbojkaška mreža. Međutim, izraz mreža može imati i druga brojna značenja, primjerice: u prometu su to cestovne mreže, kanalske mreže, mreže brodskih linija, mreže željezničkih pruga, mreže koridora, telekomunikacijske mreže, računalne mreže itd., dok u obrazovanju su to mreže osnovnih škola, mreže srednjih škola, mreže veleučilišta, mreže fakulteta, mreže sveučilišta, u zdravstvu su to mreže bolnica, mreže ambulanti, mreže apoteka, mreže lječilišta, u elektroprivredi su to mreže dalekovoda, mreže trafostanica, mreže hidroelektrana, u komunalnim djelatnostima su to vodovodne mreže, kanalizacijske mreže, u špediterskim djelatnostima su to mreže poslovnih jedinica nekoga megašpeditera na određenome području. [1]

Transportne mreže pripadaju široj kategoriji prostornih mreža jer su njihov dizajn i razvoj fizički ograničeni u odnosu na neprostorne mreže kao što su internet, znanstvene suradnje, multinacionalni RMS, društvene mreže i biološki sustavi kao što su neuronske mreže. [2]

Već je navedeno na početku ovog poglavlja da su, kada je u pitanju europsko podneblje, problemu definiranja navedenih pojmova, zajednički pristupili Europska unija (EU), Europska konferencija ministara prometa (ECMT) i Europska ekonomska komisija pri UN-u (UN/ECE), koje su predložile sljedeće pojmovno definiranje i razgraničenje pojmova multimodalni, intermodalni i kombinirani prijevoz: [3]

"Multimodalni prijevoz podrazumijeva prijevoz robe s dva ili više prijevoznih modova".

"Intermodalni prijevoz podrazumijeva prijevoz robe uz primjenu dva ili više prijevoznih modova i teretnih jedinica, cijelog ili dijela cestovnog vozila, bez iskrcaja ili prekrcaja robe. Intermodalni prijevoz je sustav koji podrazumijeva prijevoz robe od vrata do vrata uz primjenu najmanje dva prijevozna moda i bez promjene teretnih jedinica kao što su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci, dijelovi ili kompletna vozila."

"Kombinirani prijevoz je intermodalni prijevoz gdje se glavni dio prijevoza obavlja željeznicom, unutarnjim plovnim putevima ili morem, a početno-završni prijevoz cestovnim putem".

Svaki element logističkih mreža ima svoje bitne karakteristike: [1]

1. Da logistička mrežna oka predstavljaju manja ili veća zemljopisna područja različitih oblika omeđena prometnicama, koridorima, kanalima, linijama. Više takvih područja (tj. oka) može predstavljati manje ili veće logističke gravitacijske zone oko većih ili manjih logističkodistribucijskih centara ili logističkih centara u sklopu logističkih mreža, u kojima funkcioniraju logistički i transportni lanci,
2. Da logistički mrežni uzlovi, odnosno logistički mrežni čvorovi predstavljaju najčešće veće ili manje logističke centre, a u sklopu takvih centara djeluju skladišta, terminali, slobodne zone, robno-trgovinski centri, robno-distribucijski centri, koji su povezani logističko-distribucijskim lancima, odnosno logističkim i transportnim lancima. Logistički mrežni čvorovi mogu biti i logističko-distribucijski centri, odnosno robno-distribucijski centri, koji funkcioniraju u određenim logističkim gravitacijskim zonama pomoću logističko-distribucijskih lanaca, odnosno logističkih i transportnih lanaca,
3. Da stranice logističkih mrežnih oka predstavljaju cestovne prometnice, željezničke kolosijeke (tj. pruge), zrakoplovne koridore, brodske linije, vodene kanale, rijeke, jezera, naftovode, plinovode, produktovodove. Isto tako, niti stranica logističkih mreža mogu biti transportni lanci, logistički lanci i logističko-distribucijski lanci, što ovisi o modelu, veličini, stupnju složenosti i zamršenosti pojedinih logističkih mreža.

Transportna mreža definira se kao sustav međusobno povezanih i interesno povezanih transportnih čvorišta, cesta, ruta, koridora, linija i transportnih lanaca koje omogućuju brze, sigurne i racionalne procese proizvodnje prijevoznih usluga. Svrha transportnih mreža je prijevoz određenog tereta ili robe, materijala ili putnika s jednog mjesta na drugo. Osnovni elementi su čvorovi i veze. Čvor je mjesto gdje se obavlja utovar ili istovar, proces sortiranja, skladištenje i promjena prijevoznog sredstva ili moda prijevoza. Dok veze između tih čvorova predstavljaju transportne aktivnosti koje povezuju čvorove te tako stvaraju transportnu mrežu. To je složen sustav i on kao sustav ima određene probleme. Ti problemi moraju biti optimizirani da bi se mogla

maksimizirati iskorištenost transportne mreže i da bi procesi transporta mogli biti što više učinkoviti. Posvećenost logističkih poduzeća prema ovim problemima je vrlo velika, a sa razvitkom logistike i računalnih tehnologija je postala još veća. Stoga se koriste razne matematičke metode i programski alati kako bi ti problemi bili optimizirani. Neki od problema su problem rutiranja vozila, problemi lokacija, problem putujućeg trgovca, problemi transporta, problem najkraće rute i drugi. [4]

Transportna mreža je sustav koji je definiran sa raznim vrstama veza između točaka duž kojih se odvija transport dobara ili robe. Sastoji se od robnih tokova i prometnih čvorišta. Pojam mreža odnosi se na sustav ruta koje su povezane sa čvorovima. Čvorovi u transportnim mrežama zapravo su manja ili veća skladišta, terminali (univerzalni ili specijalizirani), robno-trgovinski centri, robno-distribucijski centri, logistički centri, kolodvori (autobusni, željeznički), morske luke, riječna pristaništa. Sve logističke mreže moguće je, prema osnovnim karakteristikama, klasificirati u šest posebnih vrsta: konvencionalne logističke mreže, multimodalne logističke mreže, mikrologističke mreže, makrologističke mreže, globalnologističke mreže i megalogističke mreže. Ruta je jedinstvena veza između dva čvora koji su dio veće mreže koja se može odnositi na fizičke rute kao što su ceste i tračnice ili zračni i morski koridori. U daljnjem dijelu rada prikazane su i detaljnije opisane spomenutih šest vrsta mreža. [1]

## 2.1. Transportne mreže – ustroj i vrste

Transportna mreža se sastoji od toka tereta i prometnih čvorišta. Tokovi tereta predstavljaju putanje određenih tipova tereta koji se kreću duž specifičnih smjerova, ruta ili koridora. Tokovi tereta, zajedno s prometnim čvorištima, su integralni dijelovi transportne mreže. Raspored tokova tereta u svjetskom prostoru oblikuje se pod utjecajem brojnih čimbenika, pri čemu su ključni geoprometni i društveno-gospodarski čimbenici. Iz ovog strukturalnog okvira proizlaze bitni podčimbenici: položaj područja potrošača i proizvodnje, ekonomska razvijenost specifičnih dijelova svijeta i ekonomske povezanosti. Stoga, tokovi tereta nisu statična pojava u prostoru i vremenu, već dinamički proces čije oblikovanje, distribucija, struktura i intenzitet ovise o navedenim utjecajima. S obzirom na značajne promjene u prometnoj potražnji i usmjeravanju tokova tereta, ti čimbenici igraju ulogu u onemogućavanju preciznih i trajnih predviđanja vezanih za buduće tokove tereta. [5]

Dalje u tekstu su opisane vrste transportnih mreža, njihove karakteristike i kako su koncipirane.

### 2.1.1. Konvencionalne transportne mreže

Takve mreže dizajnirane su u konvencionalnoj logističkoj industriji, odnosno za takav tip mreža indikativno je da je njihov pripadajući logistički centar ili pojedin podsustav direktno povezan sa njihovim konalnim odredištima kao što su dobavljači, skladišta, terminali, aerodromi, robnotrgovinskim centrima, robnodistribucijskim centrima na ostalim lokacijama, logističkim centrima na ostalim lokacijama, kupcima i potrošačima. Za djelotvorno odvijanje transportnih procesa u mreži najveću ulogu imaju logistički operateri koji u ovom tipu mreže su najčešće isti gospodarski subjekti koji su i odredišta u transportnoj mreži. Takav prikaz mreže može se vidjeti na slici 1. [1]



Slika 1. Lokalne i međunarodne brodске linije na Jadranu [6]

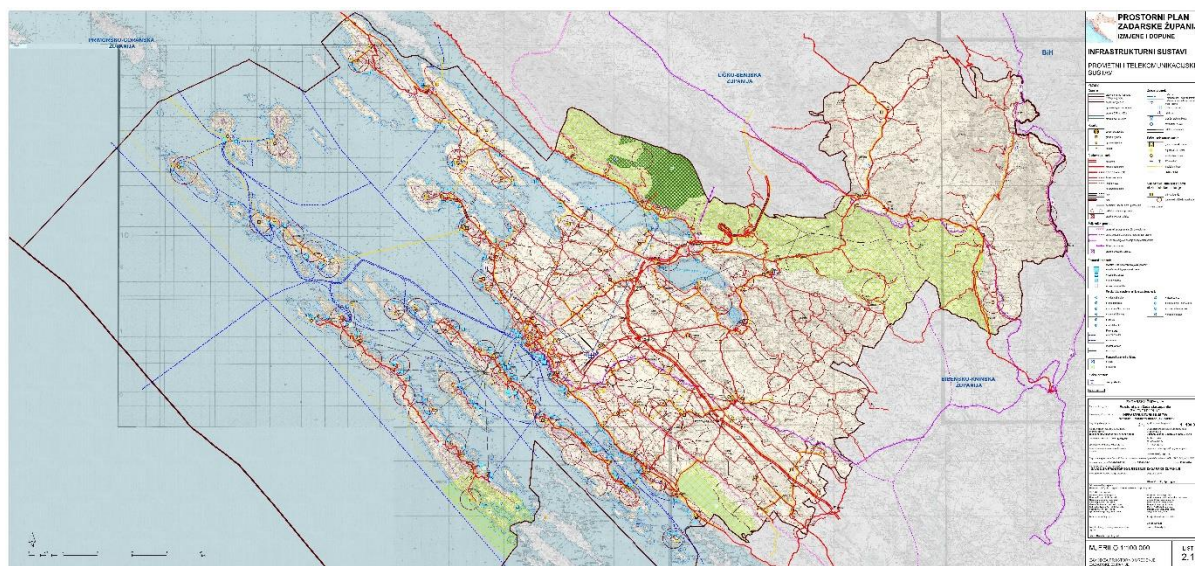
## 2.1.2. Multimodalne transportne mreže

Prema autorici i znanstvenici G. Nikolić, multimodalni transport definira se kao: „skup međusobno povezanih i među utjecajnih prometno-tehnoloških aktivnosti (procesa, funkcija i poslova), direktnih i indirektnih sudionika, prometnih i drugih kadrova i tehničkih pomagala u njihovome radu i drugih elemenata u stalnom kretanju, mijenjanju i razvoju: tehničko-tehnološkom, organizacijsko-ekonomskom i pravnom, koji omogućuju da se od proizvođača iz države “A” do potrošača u državu “B”, ili posredstvom države “C”, manipulacija i transport robe izvrši brzo, sigurno i ekonomično s najmanje dva različita prijevozna sredstva i na temelju jedinstvenoga ugovora o prijevozu, odnosno jedne prijevozne isprave, a cjelokupni transportni pothvat izvršava ili organizira jedan operator transporta”. [7]

Dizajnirane su za multimodalni tip prijevoza i najčešće za međunarodni tip transporta. Ako je riječ o međunarodnoj razini logističke industrije, odnosno za logističke procese gdje se koristi više zemalja za proizvodnju proizvoda i gdje je određen proizvod ovisan o tim dalekim državama, pojavljuje se više logističkih centara sa njihovim preferiranim dobavljačima sirovina, kupcima poluproizvoda ili cijelih proizvoda te potrošačima. Prema tome se dizajniraju multimodalne logističke mreže. Za ovakav tip transportnih mreža je karakteristično da je povezanost između više logističkih centara direktna i međusobno povezana kako na vertikalnoj, tako i na horizontalnoj razini povezivanja sa ostalim logističkim subjektima te da u njima sudjeluje više različitih prijevoznih sredstava iz više različitih grana transporta. [1]

### 2.1.3. Mikrologističke mreže

Dizajnirane su za relativno malo zemljopisno područje kao na primjer područje Zadarske županije kao na slici 2. Točnije za područje mikrogospodarskoga sustava. Za takav tip logističke mreže specifično je da se u fokusu nalazi manji, srednji ili veći logistički centar s kojim je povezano više logističkih subjekata na horizontalnoj ili na vertikalnoj razini. Mogu biti uključeni svi modovi prometa, ali najčešće su uključeni cestovni, pomorski, zračni i željeznički modovi transporta. Distribucija se vrši samo konvencionalnim načinom prijevoza, a veoma rijetko kombiniranim i multimodalnim prijevozom. U djelovanju takvih tipova mreža sudjeluju mnogi jednostavni prijevozni i logistički lanci. [1]



Slika 2. Prikaz mikro logističke mreže Zadarske županije [8]

#### 2.1.4. Makrologističke mreže

Makrologističke mreže su dizajnirane prema već utvrđenim tržištima. Za takav tip logističkih mreža uobičajeno je da se u njima nalazi više oblika logističkih centara s obzirom na veličinu i opseg djelovanja istih logističkih centara. Ti logistički centri su vertikalno i horizontalno povezani sa mnogobrojnim i preferiranim proizvođačima, dobavljačima, posrednicima, skladištima i općenito sa svim tipovima davatelja usluge dodatnih vrijednosti proizvodu. Na slici 3. vidljiv je takav tip mreže u Njemačkoj. [1]

Prilikom stvaranja i osmišljavanja ovakvih mreža, mora se voditi računa o brojnim faktorima. Na primjer kao što je: [1]

- prometna infrastruktura i suprastruktura,
- razina složenosti i razvijenosti ekonomije, odnosno gospodarstva gledanog područja,
- koncept rada i broj dobavljača, posrednika (npr. špediteri, prijevoznici itd.),
- koncept rada i broj kupaca i potrošača,
- razinu domaćeg bruto proizvoda u manjim mikrologističkim regijama, itd.



Slika 3. Prikaz makrologističke mreže unutarnjih plovnih puteva Njemačke [9]

Makrologističke mreže imaju mnogobrojne i različito dizajnirane čvorove koji su zapravo logistički centri, a između njih su povezani dobavljači, terminali, prijevoznici, potrošači i ostali davatelji usluga dodatnih vrijednosti za proizvod koji su isto povezani u istu veliku, makrologističku mrežu. [1]

### 2.1.5. Globalno logističke mreže

Ovaj tip mreže dizajniran je za globalnu i svjetsku trgovinu. Sastavljena je od više makrologističkih mreža, na primjer globalno logistička europska mreža. Za njih je specifično to da sadrže jako velike logističke centre koje se u literaturama još i nazivaju mega centri, a uz njih, globalno logističke mreže sadrže i makro i mikro logističke centre. Oni su mrežno povezani, horizontalno i vertikalno, sa njihovim pripadajućim dobavljačima, proizvođačima, terminalima, posrednicima, davateljima dodatnih usluga za proizvod te svim ostalim aktivnim subjektima u opskrbnom lancu. [1]



Prilikom kreiranja globalno logističkih mreža, logistički eksperti moraju znati i upravljati mnogim bitnim faktorima kako bi mreža mogla funkcionirati na optimalnoj razini. To su primjerice faktori poput: [1]

- razina razvijenosti i funkcionalnosti gospodarstva,
- struktura i stupanj razvijenostiprometne infrastrukture i suprastrukture,
- struktura i broj proizvođača, dobavljača, prerađivača, posrednika, potrošača, kupaca,
- visina BDP-a u određenim makro i mikro logističkim regijama ili zonama te
- razina razvijenosti modernih tehnologija i njezine uporabe u logističkom sektoru itd.

Zbog činjenice da globalne logističke mreže uključuju male i velike nacionalne te međunarodne logističke mreže, njihova struktura je izrazito komplicirana i izuzetno kompleksna i sa velikim zahtjevima i to s različitih aspekata kao što su tehnički, tehnološki, organizacijski, ekonomski, pravni, ljudski, upravljački te ekološki aspekt. Primjer takve mreže može se vidjeti na slici 4. koja prikazuje europsku mrežu za prijevoz tereta putem željeznice. [1]

U globalnologističkim mrežama, uz proizvođače, dobavljače, logističke centre, kupce i potrošače, itd., aktivnu ulogu imaju i drugi logistički subjekti. Primjerice, špediteri, prijevoznici, logistički operatori, veterinarski inspektorati, fitosanitarni inspektorati, carinske službe, morske luke, riječna pristaništa, cestovni terminali, željeznički terminali i kolodvori, cestovno-željeznički terminali, itd. aktivno sudjeluju na različite načine i u različitim misijama prilikom kreiranja i dizajniranja takvih mreža. Svaki dan, milijuni otpremnih i odredišnih mjesta povezuju različite prijevoznike - cestovne, željezničke, pomorske, riječne i zračne. Stalni ili povremeni transportni, logistički i distribucijski lanci etabliraju se između mnogih logističkih centara i drugih logističkih subjekata. Ti lanci su stvarani i dizajnirani od strane različitih klasičnih i logističkih operatora. U globalno logističkim mrežama može djelovati i više milijuna takvih operatora, pri čemu broj ovisi o veličini i kompleksnosti tih mreža. Globalnologističke mreže osiguravaju opskrbu mnogih mega, makro i mikrologističkih centara te njihovih podsustava, kao i svih logističkih subjekata na globalnom i

međunarodnom području. Stotine milijuna potrošača opskrbljuju se putem ovih mreža s raznovrsnim artiklima u stotinama milijuna primjeraka. [1]

U toliko dinamičnom okruženju, planiranje i operacionalizacija svih logističkih aktivnosti, uz ispunjenje različitih zahtjeva i potreba zahtjevnih potrošača te optimizaciju zaliha, nije jednostavan zadatak. [1]

Potrebno je pravilno regulirati pravno-ekonomske odnose između svih pravnih subjekata i izbjeći sve potencijalne zamke u logističkoj industriji. Visoko sofisticirane procese u logističkoj industriji mogu uspješno planirati, ostvarivati, nadzirati i optimizirati samo dobro educirani, kompetentni, vješti, iskusni i motivirani logistički menadžeri i stručnjaci koji posjeduju primjerena interdisciplinarna i multidisciplinarna znanja iz raznih znanstvenih područja, kao što su ekonomija, pravo, promet, logistika, informatika, tehnologija, organizacija, itd. Sve vrste i modaliteti logističkih mreža, uključujući globalnologističke mreže, ne mogu optimalno funkcionirati bez potrebnih robnih tokova, informacijskih i financijskih tokova. [1]



Slika 4. Željeznička mreža Europe i bojom označene relacije [10]

## 2.1.6. Mega transportne mreže

Megalogiističke mreže se razvijaju, modeliraju, proučavaju i istražuju na tri različite razine: [1]

- Megalogističke mreže u uskom kontekstu stvaraju se i koncipiraju unutar značajnog logističkog tržišta, gdje se masovno generiraju logistički proizvodi. To može obuhvaćati velike logistički napredne države, ekonomske velesile poput Europske unije ili čak cjelokupne kontinente poput Europe,

- Megalogističke mreže u širem smislu konstruiraju se na velikim logističkim tržištima koja su obuhvatnija od pojedinih kontinenata, znatnih ekonomskih integracija ili razvijenih država. Ovdje se radi o globalnom logističkom tržištu kao prema slici 5.,

- Megalogističke mreže u najopćenitijem smislu, s obzirom na suvremeni stupanj tehnologije, znanstvenog razvoja i društvenih relacija, samo teorijski mogu biti analizirane. Ove mreže bi se odnosile na proizvodnju logističkih proizvoda između komponenti Sunčevog sustava, primjerice između Zemlje i Mjeseca.

Temeljeći se na spoznajama o ključnim karakteristikama glavnih logističkih mreža - konvencionalnih, multimodalnih, mikrologističkih, makrologističkih i globalnologističkih mreža - moguće je realno razmišljati o značaju megalogiističkih mreža na Zemlji. To su mreže koje povezuju sve aktivne učesnike logističke industrije s kontinenta poput Sjeverne i Južne Amerike, Europe, Azije, Afrike, Australije i Antarktike. Megalogističke mreže su rezultat različitih mikro, makro i globalističkih mreža koje se neprestano konstruiraju i prilagođavaju putem brojnih procesa proizvodnje logističkih proizvoda. Očito je da su ove mreže golemih razmjera i da su suštinski samo teorijski promatrane i istražene. U stvarnosti, njihova praktična upravljivost u tehničkom, organizacijskom, ekonomskom, pravnom i ekološkom smislu nije izvediva. Stvarna potreba za cjelokupnim upravljanjem megalogiističkim mrežama je ograničena jer megalogiistički i specijalizirani logistički operatori te distributeri upravljaju pojedinim dijelovima takvih mreža, obično vodeći pojedine logističke lance ili specifične faze u procesu stvaranja logističkih proizvoda. [1]



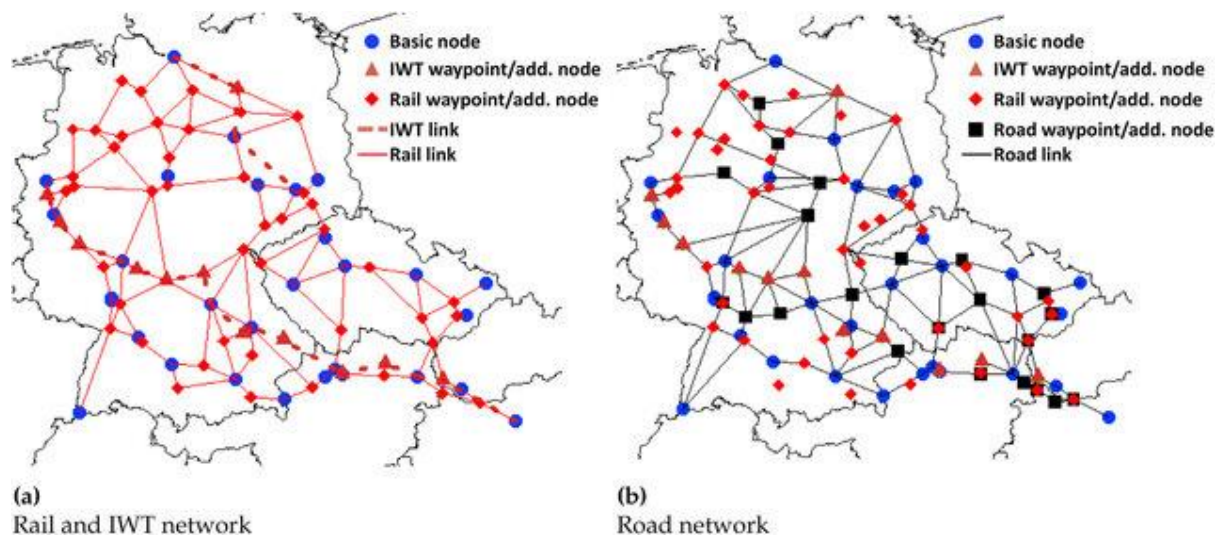
Slika 5. Prikaz glavnih teretnih svjetskih ruta i njihova mreža [11]

## 2.2. Transportni čvorovi

Formiranje transportnih mreža i rast gradova gdje se pojavljuju prometni čvorovi su zajedno određeni i imaju zajednička obilježja. Gospodarska prilika privlači rast stanovništva i potiče ulaganja u prometnu infrastrukturu kako bi se olakšala trgovina robama i kretanje ljudi. Početni odabir lokacije za transportni čvor obično ovisi o nekom prirodnom geografskom elementu koja pogoduje najjeftinijem trgovinskom putu. Međutim, mnogi faktori mogu utjecati na konkurentnost pojedinih gradova i trgovinskih koridora. Izum novih oblika prijevoza mogu promijeniti prednost određenih čvorišta. Slično tome, mnogi drugi utjecaji, od sigurnosnih pitanja do klimatskih promjena, mogu reorganizirati hijerarhiju gradova i trgovinskih ruta. [12]

Klasično shvaćanje prometnih mreža i čvorova usmjereno je isključivo na premještanje roba. U današnjem postmodernom svijetu, sve veći značaj dobiva trgovina uslugama. Ovaj trend također mijenja percepciju građana koji žive na središtima takvih mreža. Trgovinski sektori usluga prepoznaju prednosti potaknute trgovinom roba, dok stanovnici osjećaju negativne efekte zagušenja i buke koje oni generiraju. Važnost određenih ulaza i čvorišta može se povećavati ili smanjivati kako svjetska ekonomija evoluirala. Ono što je izvjesno jest ključna važnost konkurentnih

trgovinskih koridora. Globalni lanci opskrbe ovise o efikasnim transportnim mrežama, a ekonomski rast vjerojatno će se pojavljivati na centralnim točkama tih mreža koje se mogu vidjeti na slici 6. gdje su prikazana čvorišta transportne mreže na području Njemačke, Austrije, Slovačke i Češke. Primjer je odabran radi jake poveznice njemačke autoindustrije sa okolnim republikama gdje je većinski dio njihove proizvodnje u pogledu autodijelova. [12]



Slika 6. Transportna mreža sa glavnim i sporednim čvorovima [13]

Ulazi, čvorišta i koridori (lukovi) ključni su dijelovi transportnih mreža. Prijevoz uvijek teži najlakšim, najkraćim i najnižim troškovima, no većina ruta može ponuditi samo dva od ta tri zahtjeva. Naravno, putevi i čvorovi mogu se mijenjati tijekom vremena. Promjene mogu biti ekonomske, institucionalni razvoji, vojni sukobi i tehnološke revolucije. Gradovi smješteni na vodećim trgovačkim koridorima doživljavaju gospodarski rast, dok oni koji su smješteni na slabijim trgovačkim koridorima ulaze u relativni prometni pad. [12]

Trgovinski koridor se može opisati kao bilo koji put koji olakšava kretanje dobara između dvaju ili više gradova unutar šire mreže prometnih veza i čvorova koji tvore ekonomsku regiju. Gradovi koji čine trgovinske koridore natječu se za rast i tržišni udio. Najveći gradovi u hijerarhiji posjeduju infrastrukture i institucije koje koriste

ekonomiju obujma koje manji gradovi ne mogu postići. Dominantni gradovi mogu pružiti raznovrsne transportne veze poput međunarodnih zračnih luka i intermodalnih željezničkih kolodvora te usluge višeg stupnja poput žalbenih sudova, bankarstva i specijaliziranog obrazovanja. Na samom vrhu hijerarhije su gradovi koji su domaćini nacionalne i međunarodne industrije osiguranja, financijskih usluga i zabave. [12]

### 3. Uloga prijevozne logistike u unaprjeđenju poslovanja

Definicija prijevozne logistike ili transportne logistike je: „znanstvena disciplina i stručna djelatnost koja se bavi organizacijom i optimizacijom prijevoza robe i ljudi. Cilj joj je ispunjenje zahtjeva kupaca ili korisnika uz najmanje troškove. Obuhvaća proces planiranja, implementiranja te kontrole toka robe, informacija i financijskih sredstava pri dopremi robe do krajnjih korisnika. Omogućuje pokretanje proizvodnih procesa, otpremu gotovih proizvoda, povrat proizvoda. Djelovanje transportne logistike, s pomoću odgovarajućih elemenata, proizvodi transportno logističku uslugu i omogućuje obavljanje transportnih aktivnosti. Služi odabiranju odgovarajuće vrste prometa (cestovni, željeznički, zračni, pomorski ili riječni), pripremi prijevozne dokumentacije, dogovaranju termina prijevoza i dr.“ [14]

#### 3.1. Elementi prijevozne logistike – fizički elementi

Elementi u prijevoznoj logistici, oni fizički, su konkretni elementi i dijelovi prijevozne logistike koji su direktno povezani sa svim procesima što se tiče transporta tereta. Ti elementi predstavljaju infrastrukturu, suprastrukturu i ostale resure koji su nužni za uspješno izvođenje transportnih operacija u prijevoznoj logistici, a ti navedeni elementi su: [15]

1. Prijevozna vozila: sredstva koja se koriste za fizički prijevoz tereta, npr. kamioni, teretni vlakovi, teretni brodovi, zrakoplovi, itd.,
2. Roba: materijali, poluproizvodi ili proizvodi koji se dopremaju od jednog mjesta do drugog,
3. Infrastruktura: fizičke strukture kao što je cesta, autocesta, željeznička pruga, brodska teretna luka, robni terminali, zračne luke itd.,
4. Skladišta: prostori za skladištenje tereta,
5. Pakiranje: način kako je roba pakirana za transport kako bi se osigurala zaštita tijekom transporta te kasnije u bližoj budućnosti olakšalo rukovanje i skladištenje istim teretom,
6. Tehnologija praćenja: senzori, GPS uređaji i druge tehnologije koje omogućavaju praćenje teretne lokacije tijekom transporta,

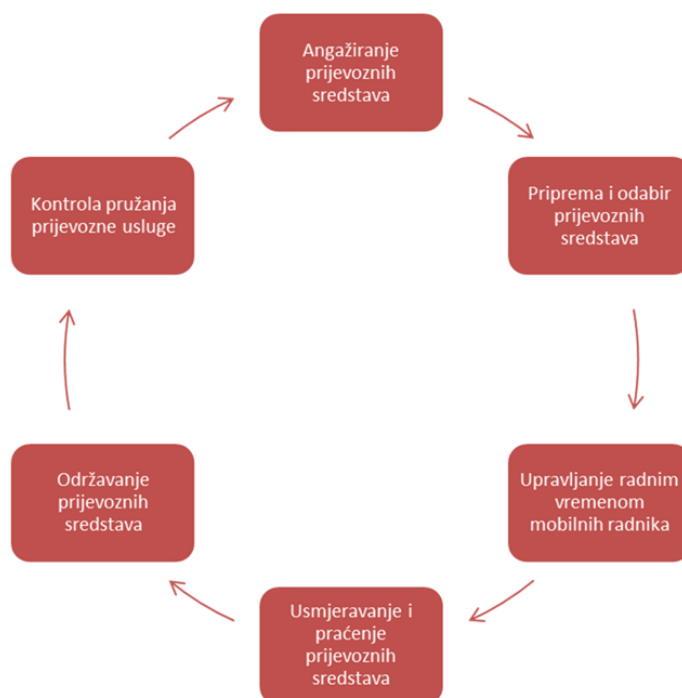
7. Manipulacijske aktivnosti: uključuju rukovanje teretom na terminalima, postupke utovara i istovara i sve aktivnosti koje se tiču fizičkog djelovanja sa teretom,
8. Transportni putovi: rute i koridori kojima teret putuje od izvora do svojeg cilja,
9. Utovarni i istovarni uređaji: alati i strojevi koji pomažu kako bi teret sigurno došao do skladišnih kapaciteta ili do krajnjeg cilja,
10. Sigurnosni elementi: mjere i tehnologije koje osiguravaju da je teret siguran tijekom prijevoza, a to uključuje i praćenje.

### 3.2. Aktivnosti pružanja prijevozne usluge

To su one aktivnosti prijevozne usluge koje sadržavaju korake kako bi se osigurala maksimalna razina efikasnosti i efektivnosti isporuke tereta kupcu. Te aktivnosti su opisane pa potom vidljive na slici 7., a one su: [15]

1. Angažiranje prijevoznih sredstava: prodaja prijevozne usluge, prikupljanje zahtjeva za prijevozom i ugovaranje prijevoza,
2. Priprema i odabir prijevoznih sredstava: standardizirane aktivnosti pripreme i tehnički pregledi prijevoznih sredstava,
3. Upravljanje radnim vremenom mobilnih radnika: praćenje radnog vremena (pomoću informacijskog sustava), obračuni dnevnicama i provjera radnog vremena vozača,
4. Usmjeravanje i praćenje prijevoznih sredstava: određivanje itinerara kretanja prijevoznog sredstva, praćenje kretanja prijevoznog sredstva u stvarnom vremenu i informacijsko-komunikacijska podrška za upravljanje voznim parkom,
5. Održavanje prijevoznih sredstava: preventivno i redovno održavanje, visoka razina ispravnosti voznog parka, a cilj je ostvariti pouzdanost i točnost u procesu prijevoza tereta,
6. Kontrola pružanja prijevozne usluge: financijska kontrola, eksploatacijska kontrola i kontrola zadovoljstva komitenata.





Slika 7. Aktivnosti pružanja prijevozne usluge [15]

### 3.3. Prijevozna logistika kao ključ unaprjeđenja poslovanja

Prijevozna logistika ima bitnu ulogu u unaprjeđenju poslovanja tako što pruža strategije i komplet raznih operativnih postupaka za efikasno upravljanje procesima kao što je transport tereta. Ona donosi niz prednosti koje u konačnici rezultiraju boljoj konkurentskoj prednosti na tržištu i povećano zadovoljstvo kupaca. Uvođenje planova kako organizirati transport, omogućuje tvrtkama da minimiziraju nepotrebne troškove, ali i da izbjegnu nepotrebno ulaganje u resurse koji ne rezultiraju ekonomskoj dobiti. Optimizacija prijevoznih ruta i prijevoznih kapaciteta doprinosi mnogobrojne uštede kao što su manje potrebnog goriva za prijevozna sredstva, rjeđe se pojavljuju kvarovi na vozilima, s time i potreba za održavanjem i popravcima, itd. [16]

Pažljivo koordiniranje kretanja prijevoznih sredstava, ali i komuniciranje sa vozačima i praćenje lokacije tereta u stvarnom vremenu povećavaju točnost isporuka, smanjuju rizike da se teret izgubi ili ošteti te omogućuju pravovremeno reagiranje na neke iznenadne situacije.

Brzo i sigurno isporučiti teret najbitnije je za stjecanje ugleda tvrtke i izgradnju lojalnosti prema kupcima. Učinkovita prijevozna logistika omogućuje tvrtkama da ispunjavaju visoka očekivanja kupaca za brzu dostavu i pouzdanost. To ima za posljedicu zadovoljnije kupce koji će se vraćati i preporučiti tvrtku drugima. Kontroliranje i upravljanje dokumentacijom i carinjenjem olakšava prijelaz granica i smanjuje rizike dobivanja kazni zbog kršenja razno raznih carnskih propisa. Svi potrebni dokumenti i isprave moraju biti točne i pravovremeno predane za to predviđenim institucijama kako bi se teret mogao prevoziti bez prijevoznih rizika. Ono što se time želi reći je da teret mora biti legalan i jasan u zakonskim okvirima svih država u kojim se teret prevozi.

Održivost je sve važnija za tvrtke, a prijevozna logistika služi za smanjenje ekološkog otiska. Racionalizacija ruta, bolja iskoristivost vozila te primjena ekoloških navika i praksi doprinose smanjenju emisija i negativnih utjecaja na okoliš, a time tvrtka ispunjava svoje društvene odgovornosti.

Jednako bitno je spomenuti i optimizaciju zaliha i precizno planiranje isporuka jer to tvrtkama omogućuje da smanje nepotrebne zalihe. U tom pogledu tvrtka će ostvariti uštede u skladišnim kapacitetima i skladišnim operacijama.

Kroz navedeno, uloga prijevozne logistike se ne fokusira samo na optimiranje transporta, nego pomaže tvrtki u dugoročnom uspjehu poslovanja i održava konkurentsku prednost nad ostalim tvrtkama na tržištu. Sposobnost tvrtke da isporuči svoje usluge ili proizvode na siguran i brz način je ključna kako bi se zadovoljile potrebe kupaca.

### 3.4. Informacija u prijevoznoj logistici

I dalje je uobičajeno da se sektor transporta unutar poduzeća promatra samo kao krajnji dio proizvodnog procesa te se od njega tako očekuje obavljanje isključivo operativnih zadataka unutar procesa nabave koji se pred njega postave. No, u modernom poslovanju, sektor transporta treba umjesto čisto servisnog sektora prerasti u dio integriranog procesa lanca nabave s ciljem usklađivanja cijelog procesa nabave i iskorištavanja svih mogućnosti uštede pri prijevozu tereta, bilo tijekom

narudžbi, skladištenja ili procesa isporuke. Sektor transporta trebao bi biti prepoznat kao informacijska i funkcionalna platforma koja je dostupna ostalim sektorima te bi trebao imati značajnu stratešku ulogu u usklađivanju cjelokupnog proizvodnog procesa s ciljem povećanja razine prodaje i pružanja informacija marketinškom sektoru o mogućnostima i visini troškova servisiranja pojedinih kupaca, kako bi se stvorila jasnija slika o strukturama kupaca na kojima bi se trebala bazirati i orijentirati poslovna strategija. [17]

Radi postizanja te razine unutarnje korporativne politike u pogledu transportnog procesa, poduzeće treba provesti raznovrsne inicijative, među kojima su najistaknutije: [17]

- Povećanje važnosti transportnih informacija: informacije vezane uz prijevoz sve se više koriste, kako od internih korisnika tvrtke (poput odjela prodaje, proizvodnje, skladištenja, financija), tako i od vanjskih partnera (transportnih tvrtki, posrednika, dobavljača, kupaca). Porastom korištenja informacija raste i njihova važnost. Ovako unaprijedene informacije primjenjuju se na različite načine, poput ubrzanja isporuka, koordinacije utovara i istovara, minimiziranja narudžbi s manjom dobiti itd., što dovodi do značajnih ušteda unutar poduzeća,

- Centralizacija i automatizacija izrade planova prijevoza: treba uspostaviti centralnu skupinu ili odjel čija je uloga pregovaranje s prijevoznicima i partnerima u ime cijelog poduzeća. Time se postiže veća pregovaračka snaga poduzeća, uvođenje jedinstvenih pravila i nabavni sustav, osiguranje bolje kontrole narudžbi i isporuka te čvršća veza i bolje razumijevanje potreba i poduzeća i pružatelja prijevoznih usluga,

- Povećanje brzine planiranja prijevoza: obzirom na potražnju kupaca za sve bržim isporukama i dostavama naručenih proizvoda, pritisak na transportne odjele sve je veći. Radi zadovoljenja tih zahtjeva, bitno je razviti strateški sustav stalnog planiranja, jer kratkoročni planovi više ne mogu pratiti dinamiku tržišnih potreba,

- Češće izdavanje prognoza potreba za prijevozom: prebacivanje na mjesečne ili tjedne prognoze potreba za prijevozom omogućava bolje kratkoročno predviđanje transportnih potreba, osigurava potrebne kapacitete za prijevoz i smanjuje nepotrebne dodatne troškove u trenucima neočekivanog porasta potražnje,

- Kreiranje poticajno temeljenih ugovora: zbog izazova na tržištu, kao što su ograničeni kapaciteti i rastući troškovi prijevoza, klasične ugovorne veze s prijevoznicima temeljene isključivo na nižoj cijeni treba preoblikovati u ugovore s poticajima. Kako bi se očuvala ili poboljšala kvaliteta usluge, ugovore s prijevoznicima treba obogatiti različitim dodacima, kao što su bonusi ili ubrzanje plaćanja prijevoznicima koji izvrše točnu dostavu tereta.

## 4. Obilježja transportne mreže – distribucija

Danas se distribucija najčešće sagledava s dva aspekta. S općeg gospodarskog aspekta, pod distribucijom se podrazumijevaju sve aktivnosti, koje služe raspodjeli proizvodnih dobara potrošačima, a s aspekta pojedinačnog gospodarskog subjekta, distribucija se odnosi na sve poduzetničke odluke i radnje koje su povezane s kretanjem proizvoda do konačnog kupca. Distribucija nije sinonim za trgovinu. Trgovina obavlja samo dio distributivnih funkcija, dok drugi dio obavljaju proizvodna, prometna i neka neproizvodna poduzeća. Učinkovito kretanje gotovih proizvoda od kraja proizvodne linije do potrošača, uključujući međuskladišno poslovanje, izbor lokacije skladišta i razne usluge kupcima, naziva se sustav integralne distribucije, koji je najuže povezan s poslovnom logistikom. Distribucija obuhvaća tijek gotovih proizvoda, od završetka procesa proizvodnje do konačne potrošnje. [18]

### 4.1. Struktura sustava distribucije

Strukturu sustava distribucije, čine kanali distribucije i fizička distribucija: [19]

- Kanali distribucije (marketinški kanali distribucije) su funkcionalni putovi, oblici i metode dostave robe od proizvođača do potrošača (kupca). Kanali distribucije mogu biti direktni (bez posrednika) i indirektni (sposrednikom). Nositelji kanala distribucije su gospodarski subjekti koji obavljaju funkcije prometa roba i usluga na tržištu,
- Fizička distribucija obuhvaća logističke procese u svezi otpreme, prijevoza, skladištenja, prekrcaja i dostave robe, što se u operativnom smislu odvijaju u skladištima gotovih proizvoda, logističko-distribucijskim centrima (LDC) i maloprodajnoj mreži. U širem smislu, fizička distribucija uključuje i kretanje sirovina i repromaterijala od izvora nabave do početka faze proizvodnje.

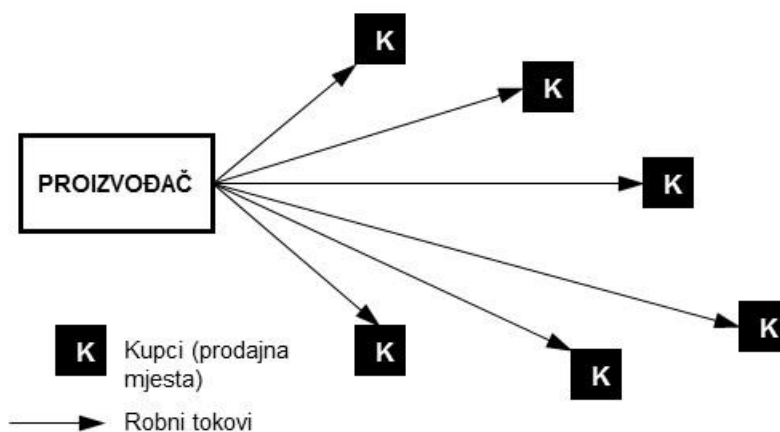
## 4.2. Konceptije distribucijskih mreža

S obzirom na način (tehnologiju) fizičke distribucije, postoje dvije osnovne koncepcije distribucijskih mreža. Na ovim se koncepcijama (i njihovim kombinacijama) baziraju sva praktična rješenja opskrbnog lanca u fazi distribucije: [19]

1. Neposredna distribucija (direktna ili ambulanta dostava robe),
2. Posredna distribucija (centralizirana distribucija),
  - 2.1. Distribucijsko skladište,
  - 2.2. Cross Docking.

### 4.2.1. Neposredna distribucija

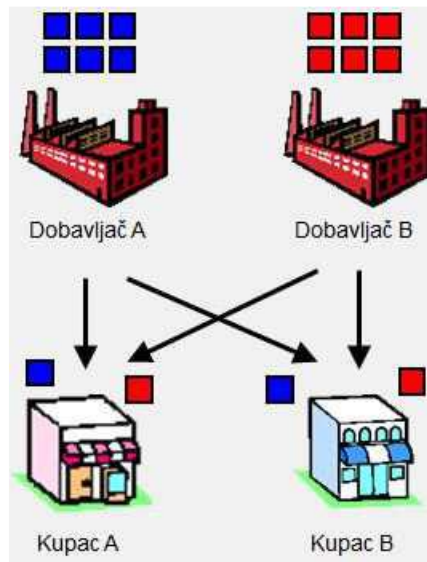
Neposredna ili direktna distribucija je način obavljanja distribucijskih aktivnosti gdje se proizvod kreće kroz distribucijsku mrežu bez posrednika, direktno kupcu iz tvornice od prodavatelja, odnosno proizvođača kako je prikazano na slici 8. i na slici 9.



Slika 8. Prikaz neposredne distribucije kupcima [18]

Prednosti neposredne distribucije su manji troškovi infrastrukture i transportno-manipulacijskih sredstava, nema troškova distributera i logističko-distributivnog centra

i kraći su rokovi isporuke. Dok su mane neposredne distribucije veća izloženost utjecajima neizvjesnosti potražnje, povećani su prijevozni troškovi i često se pojavljuju problemi vezano za povrat robe. [19]



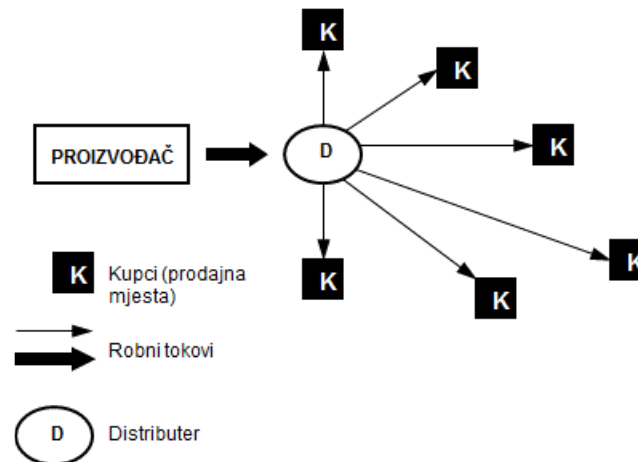
Slika 9. Prikaz neposredne distribucije [18]

#### 4.2.2. Posredna distribucija

Posredna ili centralizirana distribucija je način distribucije tereta ili proizvoda gdje postoji centralizirani sustav kretanja unutar distribucijske mreže, što je najčešće jedan logističko-distribucijski centar u kojem su objedinjene sve aktivnosti poput dodatnog pakiranja proizvoda, stavljanje u strožiji temperaturni režim tijekom prijevoza, sortiranje tereta, općenito svaka usluga vezano za dodavanje vrijednosti i osiguranja proizvodu ili teretu. Takav sustav sa centraliziranim objektom vidljiv je na slici 10.

Prednosti takvog sustava su smanjenje prijevoznih troškova, obavljanje završnih operacija što uključuje sve uslužne djelatnosti vezane za dodavanje vrijednosti proizvodu (eng. *value added services*) i pojednostavljen je povrat robe jer ujedno je takav centar najčešće i središte povrata proizvoda pa je tako kupcu olakšan sam povrat. Nedostatak ovakvog sustava distribucije je trošak infrastrukture uspostave

centra i trošak svih transportno-manipulacijskih sredstava za normalno odvijanje manipulacijskih radnji unutar centra, npr. viličari i ostali strojevi. [19]



Slika 10. Distribucijski centralizirani sustav [18]

#### 4.2.3. Cross dock koncept

Cross docking je logistički koncept i logistički sustav nastao kao reakcija na JIT (eng. *just in time*) sustave čija je zadaća ubrzati protok tereta i eliminirati zalihe u opskrbnim lancima, ali to nije jednostavno i povlači za sobom mnoge izazove. JIT sustav je rezultirao pojavom većeg broja robnih tokova i bilo je potrebno pronaći rješenje kojim će se tokovi optimizirati bez prekidanja. Cross docking u tom smislu ima prilično veliku ulogu. Radi se o pretovarnom terminalu u kojem se robni tokovi koordiniraju. Umjesto većeg broja pojedinačnih dostava maloprodajnicima, proizvedena se roba dovozi na jednu lokaciju — 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. Korisnici koriste ovu uslugu kako bi spojili pošiljke različitih dobavljača namijenjene zajedničkim destinacijama, sortirali robu prema različitim destinacijama ili promijenili tip prijevoza. [20]

Funkcioniranje cross-dock terminala funkcionira tako da na prijemnoj strani cross-dock terminala, gdje se nalaze rampe/vrata za prihvat vozila, roba se iskrcava



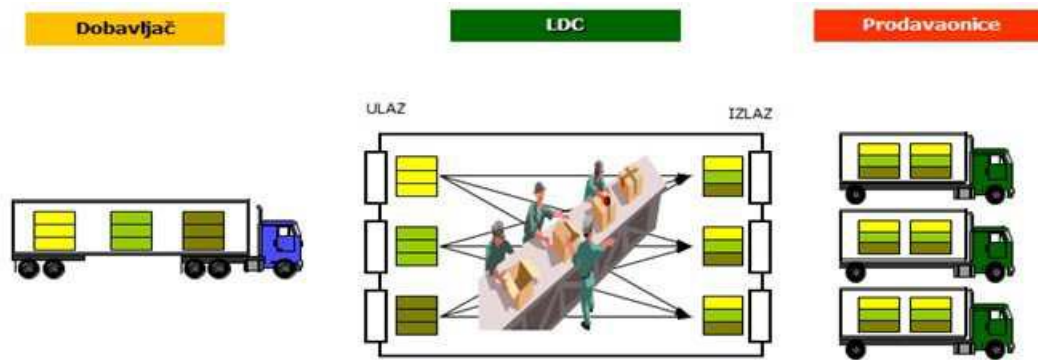
iz dolaznih vozila (prikolica, kontejnera ili vagona). Zatim se sortira prema narudžbama kupaca po određenim zonama (slaže u redove) te se na izlaznoj strani ukrcava na odlazna (dostavna) vozila zadužena za daljnu distribuciju. Primjerice, pristigla inozemna roba u cross-dock centru u Zagrebu može se pretovarivati odnosno okrupnjivati i sortirati po zonama za Dalmaciju, Slavoniju, Liku i Istru. Operacije rukovanja i prijevoza unutar terminala mogu biti manualne — radnici u prijemnoj, sortirnoj i izlaznoj zoni slažu palete pomoću viličara ili automatizirane — na pokretnim trakama. [20]

Ono što je najvažnije roba se kratkotrajno zadržava (do nekoliko sati) kako bi se sortirala ili se direktno utovaruje na odlazno vozilo. Tek proizvedena roba direktno se cross dockingom šalje u maloprodajne lance, što je odlično rješenje za lako pokvarljivu robu odnosno hranu; meso, ribu, voće i povrće, kojoj dugotrajno skladištenje može znatno smanjiti kvalitetu. Isto tako je rješenje za distribuciju medicinskih proizvoda koji također zahtijevaju temperaturni režim. Dakle, uloga cross dock terminala je koordinacija ulaznih i izlaznih tokova, a ne smještaj i čuvanje robe. [20]

Postoje dvije različita koncepta cross dockinga, a to je: [19]

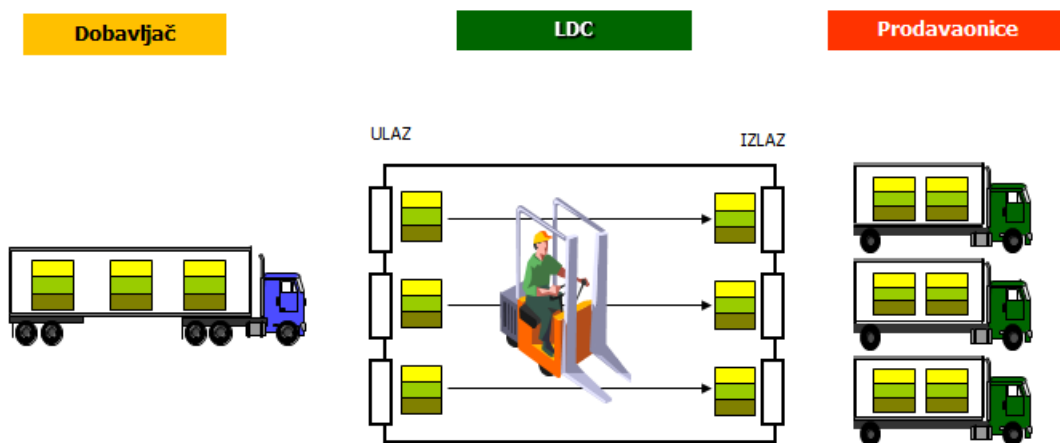
- Break Bulk Cross Docking (BBxD) i
- Pre Packed Cross Docking (PPxD)

Break Bulk Cross Docking (BBxD model) je način cross dockinga gdje dobavljači isporučuju robu u logističko distribucijski centar ili skraćeno LDC. U jednom cross docking ili cross dock terminalu unutar logističko distributivnog centra komisionira se zaprimljena roba prema prethodno zaprimljenim narudžbama kupaca. Tako formirane pošiljke dostavljaju se kupcima. Cijeli ciklus od narudžbe prema dobavljaču do otpreme kupcima obično ne traje dulje od 48 sati. Takav način cross dockinga prikazan je na slici 11. [19]



Slika 11. Prikaz BBxD modela [19]

Pre-Packed Cross Docking (PPxD model) je način cross dockinga gdje se pošiljke komisioniraju kod dobavljača prema već unaprijed stvorenim narudžbama kupaca. Nakon što se zaprimе narudžbe u cross docking terminalu se prebacuju u otpremnu zonu za konsolidaciju s pošiljkama drugih dobavljača za iste kupce. Najčešće se primjenjuje u slučaju kod velikog broja artikala koji isporučuje mali broj dobavljača za dostavu kupcima koji su manje veličine. Takav model cross dockinga prikazan je na slici 12. [19]



Slika 12. Prikaz PPxD modela [19]

Glavne prednosti cross dock sustava općenito, su manji troškovi manipulacija teretom, reduciranje zaliha, reduciranje skladišnih prostora i povećana je brzina isporuke kupcima. Mane ili nedostaci ovakvog sustava su visoka početna ulaganja za funkcioniranje takvog sustava i visoki zahtjevi koordinacije uključenih subjekata. [19]

Glavna zadaća Cross dockinga je optimalno iskorištenje prijevoznih kapaciteta. Često se dobavljačima događa da ne popune svoje kamione, već prevoze robu polupraznim kamionima. To stvara trošak jer je prostor kamiona neiskorišten. Cilj je svakog prijevoznika popuniti vozilo što je moguće više u jednoj vožnji odnosno maksimalno iskoristiti prostor vozila. [20]

Cross dockingom, umjesto da, primjerice tri različita dobavljača tj. tri poluprazna kamiona dostavljaju svoju robu istom maloprodajniku i vraćaju se prazni, ista tri kamiona ostavljaju robu u cross-dock centru. Tamo se nadalje njihove pošiljke okrupnjaju tj. spajaju sa sličnim pošiljkama drugih dobavljača u jednu zajedničku i ukrcavaju na jedan kamion koji vozi prema relaciji maloprodajnika. Sada se umjesto tri poluprazna kamiona na cesti nalazi jedan puni kamion. Time se smanjuje broj kontakata (manje vožnji), manji broj vozila na cestama u jutarnjim satima, manje je vrijeme i sama kompleksnost distribucije. [20]

Cross-docking operacije prvi puta su se pojavile u SAD-u 1930-ih i od tada se koriste u zbirnom LTL (Less-Than-Truckload) prometu. Vojska SAD-a koristila je cross-docking operacije u 1950-ima, a u maloprodaji se počeo koristiti 1980-ih. Prvi lanac prodaje koji je koristio cross-docking bio je američki Wal-Mart, koji je zaslužan i za niz drugih logističkih rješenja koja se danas koriste. Cross docking može obavljati sam distributer, a češće korištena varijanta je outsourcing (3PL dobavljači). Osim u cestovnom koristi se i u željezničkom prometu. Najvažnije je shvatiti koncept cross-dockinga jer jedino pravilnom implementacijom i dobrom organizacijom moguće je postići funkcionalnost. Bez dobre organizacije, cross-dock zone mogu se lako pretvoriti u još jedno skladište nagomilano robom. [20]

Naravno postoje izazovi. Kako bi se takav proces ostvario važno je pridržavati se rasporeda, odnosno da kamioni zakazani za dolazak na određena vrata ne kasne. Jedna greška može imati lančanu reakciju i poremetiti vremenske okvire istovara/utovara drugih kamiona. Dobra implementacija cross-docking sustava zahtjeva dobro planiranje, dinamične i fleksibilne rasporede te koordinaciju svih sudionika. Ponajviše ovisi o kontinuiranoj komunikaciji između dobavljača, distribucijskih centara i prodajnih mjesta. Nepoželjni scenariji mogu biti izazvani upravo nepridržavanjem plana tijekom izvršavanja operacija, primjerice prekasni

istovar iz kamiona, prekasni dolazak kamiona na zakazana vrata, dolazak kamiona na kriva vrata ili nedostupan izvor informacija. [20]

### 4.3. Kapilarna distribucija

Kapilarna distribucija odnosi se na posljedni korak u procesu isporuke proizvoda kada se paket premješta od najčešće lokalnog skladišta do svog konačnog odredišta koje je obično osobni dom kupca, njegovo radno mjesto ili maloprodajno mjesto. To je najkritičniji korak u procesu isporuke tereta i onaj za koji tvrtke žele osigurati da bude što brži i učinkovitiji. Dodatno, ovo je jedini korak u cijelom lancu distribucije gdje se pojavljuje kupac proizvoda i zbog toga ima veliku važnost. Svaki korak u procesu opskrbnog lanca je bitan, ali posljednji dio, odnosno kapilarna distribucija je korak gdje se može ostvariti najveći utjecaj na korisničko iskustvo. Ako proizvod kasni, ako je oštećen ili nikad nije isporučen, postoji velika vjerojatnost da će kupac sljedeći put kupovati kod konkurentne tvrtke. U suštini, posljednja milja je mjesto gdje tvrtka donosi svoje vrijednosti i svoj brend na vrata kupaca.

Kako bi se lakše prikazali bitni faktori u kapilarnoj distribuciji, oni su prikazani na slici 13., a ti faktori su brzina, točnost, pravovremenost i preciznost isporuke proizvoda. [21]

## KAPILARNA DISTRIBUCIJA



Slika 13. Koraci prilikom izvršavanja kapilarne distribucije [21]

### 4.3.1. Kapilarna distribucija- značajke

Jedna od vrlo bitnih značajka kapilarne distribucije je davanje sigurnosti i osiguranja na pošiljku. Uvijek postoji rizik kod manipuliranja robom kako na početku distribucijskog lanca pa tak o i na kraju kod kapilarne distribucije. No ako proizvođači, najčešće u sklopu kurirske tvrtke, prilikom dogovaranja dostavnih aktivnosti dodaju osiguranje i jamstvo da će pošiljka stići sigurno i u zadanom vremenskom periodu, u tom slučaju kupac ima određenu dozu sigurnosti i pouzdanja u dostavnu uslugu i time dobiva želju za poslovanjem. Danas je to uobičajena praksa kod svih kurirskih tvrtki. [21]

Dodatno, vrlo bitna značajka kod kapilarne distribucije je mogućnost slanja paketa na više načina. Točnije, kupac dostavne usluge unutar kurirske tvrtke mora imati razne načina da pošalje pošiljku ili da ju vrati ako nije zadovoljan proizvodom. Uspostava paketomata na ključnim lokacijama u urbanim područjima grada, odnosno mjesta sa velikim protokom ljudi u gledanom satu ili danu može biti jedan od dobrih alternativnih načina slanja ili vraćanja pošiljke. Još jedan primjer dobrog nastupa na tržištu kurirskih aktivnosti je da kurirska služba nudi prikup paketa na osobnim

adresama kupaca. Svime time korisničko zadovoljstvo se povećava i diže se ili održava visok standard poslovanja. [21]

Brza dostava bi trebala biti na vrhu prioriteta za rješavanje dostave kod kapilarne distribucije. Potrošači ubijek biraju najbržu opciju, a većina preferira dostavu isti ili drugi dan. Uz sve navedene značajke kapilarne distribucije, bitno je spomenuti i precizno praćenje pošiljaka ili narudžbi potrošača. O informacijama i bitnosti informacija već je pisano u radu, a to potrošači kapilarne distribucije vrlo dobro znaju jer uvijek žele znati aktualan status svoje pošiljke. Dok tradicionalne kurirske službe pružaju opću predodžbu gdje se pošiljka nalazi, modernije tvrtke pružaju preciznije lokacije pošiljke i njihove statuse. [21]

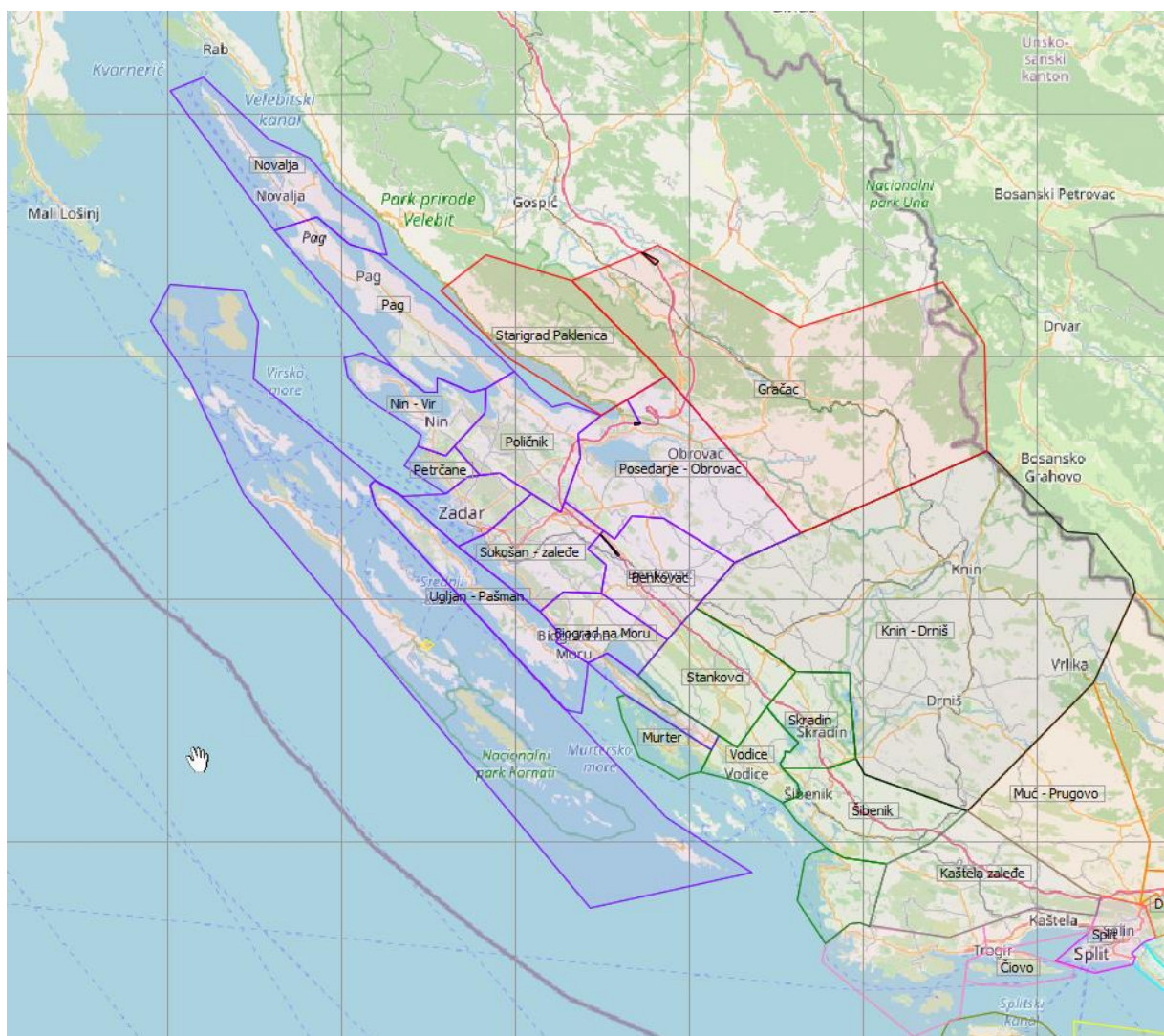
#### 4.3.2. Kapilarna distribucija – Izazovi na tržištu

Najučinkovitiji način za ostvarenje konkurentske prednosti na području kapilarne distribucije je da se prepoznaju izazovi i mjesta za napredak. Ti izazovi su: [21]

- Cijena (trošak) – kada je kapilarna distribucija neučinkovita, za sobom povlači nepotrebne i nagomilane troškove za tvrtku. To je ujedno i najveći izazov u kapilarnoj distribuciji,
- Učinkovitost – zbog velikog broja korisnika kojima pošiljke moraju biti isporučene, kapilarna distribucija pokazala se kao veliki izazov. Potreban je veliki broj vozila i zaposlenih,
- Transparentnost – zbog tehnološkog napretka i trenutnih navika potrošača, tvrtke koje obavljaju kapilarnu distribuciju, morale su dodati komponentu praćenja lokacije pošiljke u stvarnom vremenu,
- Glatko kretanje proizvoda kroz distribucijski lanac.

## 5. Analiza transportne i distribucijske mreže na primjeru

Trenutna distribucija proizvoda tvrtke na Zadarskom se području vrši izravno iz logističko - distribucijskog centra u Dugopolju. Na slici 14. prikazane su mikroregije zadarskog područja, a koje opskrbljuje logističko - distributivni centar u Dugopolju. S obzirom na lokacije koje se opskrbljuju, pojedina su dostavna mjesta udaljena i preko 200 km u jednom smjeru, npr. Dugopolje – Novalja. Navedeno generira nepotrebne vremenske i materijalne gubitke te neefikasnost, osobito tijekom turističke sezone.



Slika 14. Mikroregije opskrbe zadarskog područja [22]

## 5.1. Uvod u zadatak

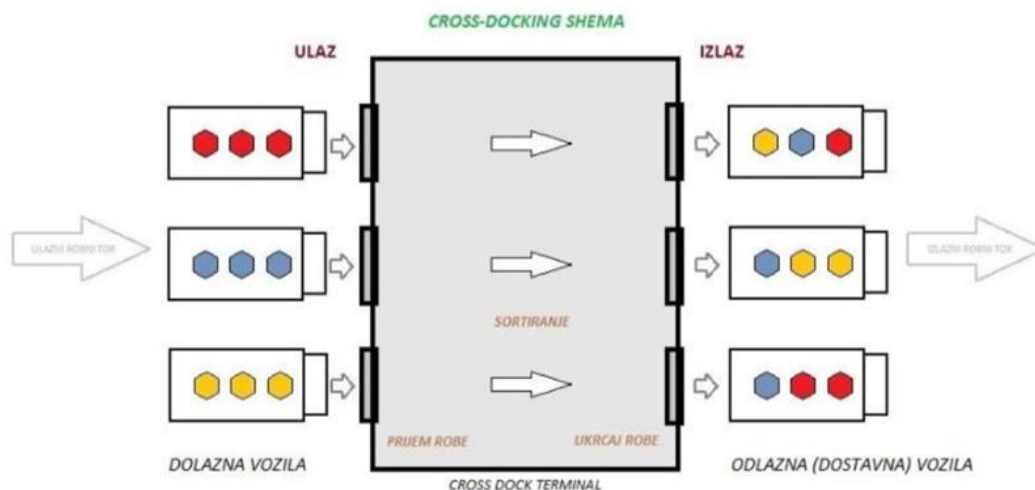
S obzirom da se opskrba logističko-distribucijskog centra Dugopolje u potpunosti vrši sa centralnog skladišta u zagrebačkoj regiji te potom Dugopolje opskrbljuje zadarsku regiju, dolazi se do ideje uvođenja cross – dock skladišta u Zadru. Razlozi uvođenja cross – dock terminala (shema na slici 15.) ili skladišta gotovo su uvijek neki od niže navedenih:

- osiguravanje centralnog mjesta za razvrstavanje i kombiniranje sličnih proizvoda za dostavu na više odredišta na najbrži i najefikasniji način;
- okrupnjavanje više manjih narudžbi u manje većih dostavnih vozila, radi popunjavanja prijevoznih kapaciteta i smanjenja troškova i praznih kilometara, odnosno konsolidacija;
- podjela veće količine proizvoda na više manjih pošiljaka, kako bi se olakšala isporuka kupcu, odnosno dekonsolidacija.

Kao što je ranije u radu pojašnjeno, to je logistički sustav nastao kao reakcija na just-in-time sustave, čija je funkcija ubrzati protok robe i eliminirati zalihe u opskrbnim lancima. Proizvedena se roba dovozi na cross–dock terminal, tamo se sortira s drugom sličnom robom, ovisno o relaciji za koju je namijenjena i bez dugotrajnog zadržavanja preusmjerava se prema dostavnim lokacijama.

Kao što je prikazano na shemi, roba se iskrcava na prijemnoj strani terminala iz dolaznih vozila, prekrca se i prepakirava prema narudžbama kupaca unutar terminala te se na izlaznoj strani ukrcava na odlazna (dostavna) vozila zadužena za daljnju distribuciju.





Slika 15. Primjer cross dock terminala [20]

## 5.2. Analiza rješenja

U radu su predstavljena tri rješenja za distribuciju proizvoda na gledanom području, odnosno na području Zadarske županije. Analizirajući distribucijsku i transportnu mrežu, odnosno određivanje svih bitnih ulaznih parametara koji su potrebni za izračun troškova (npr. jedinični trošak skladištenja, jedinični trošak manipulacije robom, itd.) te kasnije njihov zbroj, istraživanje pruža više varijanti rješenja zadatka. Izračunato je najpovoljnije rješenje te se ono nalazi u drugoj varijanti.

### 5.2.1. Rješenje – Prva varijanta

Prilikom proračuna troškova skladišta, za jednu je paletu uračunat trošak skladištenja od 5 € te trošak ulazne manipulacije 1 €, kao i trošak izlazne manipulacije 1 €. Dakle, trošak jedne palete u trošku skladišta možemo računati kao 7 €.

Pretpostavka po kojoj je dobiven potreban broj skladišnih radnika je da jedan skladišni radnik u jednome danu može komisionirati 240 stavki. To je podatak dan od strane tvrtke poučen empirijskim podacima. Broj stavki u mjesecu sveden je na broj stavki po tjednu te je na taj način dobiven okvirni broj potrebnih skladišnih radnika izvan sezone.

Isti je postupak primijenjen na razdoblje u sezoni. Navedenim postupkom izračunato je kako je izvan sezone u skladištu potrebno pet skladišna radnika (odnosno dva ili tri po smjeni, ako su u pitanju dvije smjene, jutarnja i popodneva). Tijekom sezone potrebno je sedam dodatnih skladišnih radnika, odnosno ukupno dvanaest (šest po smjeni), kao što je prikazano na slici 16.

BROJ RADNIKA IZVAN SEZONE U DUGOPOLJU	5
DODATAN BROJ RADNIKA U SEZONI U DUGOPOLJU	12
DODATAN BROJ RADNIKA U XD	12
MJESEČNA PLAĆA 5 RADNIKA IZVAN SEZONE U DUGOPOLJU	5.250,00 €
MJESEČNA PLAĆA 12 RADNIKA U SEZONI U DUGOPOLJU	12.600,00 €
MJESEČNA PLAĆA 12 RADNIKA U XD	12.600,00 €

Slika 16. Plaće ljudskih resursa

Izračun za cross – dock skladište u Zadru izrađen je pod pretpostavkom da se skladišni prostor uzima u najam. Prikaz troškova nalazi se na slici 17. Veličina potrebnog prostora je 400 m<sup>2</sup> te je prosječni trošak najma 6 €/1 m<sup>2</sup>. Prema prethodno izračunatom, potrebno je dvanaest skladišnih radnika u danu tijekom turističke sezone.

TROŠAK SKLADIŠTENJA U DUGOPOLJU	35.204,00 €
TROŠAK RADNIKA izvan SEZONE	36.750,00 €
TROŠAK RADNIKA u SEZONI	63.000,00 €
TROŠAK NAJMA XD u SEZONI	12.000,00 €
TROŠAK RADNIKA XD u SEZONI	63.000,00 €

Slika 17. Troškovi cross dock skladišta

Troškovi transporta za prijevoz od skladišta do mjesta distribucije izračunati su pomoću izlaza u paletama. Ukupan broj paleta podijeljen je sa brojem paleta koje svako pojedino vozilo može natovariti. Transportna sredstva koja su korištena u proračunu su šleper koji ima mogućnost prijevoza 33 palete, zatim šleper double s mogućnošću utovara 66 paleta, kamion solo s utovarom do 20 paleta i tandem s mogućnošću utovara 38 paleta.

Dijeljenjem ukupnog broja paleta sa brojem paleta koje pojedino vozilo može prevesti dobiven je broj vozila jednog tipa koji je potreban da se prijevoz izvrši.

Za daljnji izračun troška transporta pretpostavljene su cijene transporta na pojedinim relacijama prema uputama tvrtke, a to je prikazano na slici 18.

VOZILO/RELACIJA	ZG-DUG	DUG-ZD	ZD
ŠLEPER	750,00 €	270,00 €	- €
ŠLEPER DOUBLE	800,00 €	300,00 €	- €
KAMION SOLO	- €	270,00 €	200,00 €
TANDEM	900,00 €	350,00 €	- €

Slika 18. Cijene prijevoznih sredstava na relacijama

Kamion solo nije uključen u prijevoz na duže relacije zbog manjeg broja paleta koje može prevesti, dok se ostatak vozila smatra neprikladnim za distribuciju po zadarskom području zbog njihove veličine i neprilagodljivosti području dostave.

Na slici 19. prikazani su ukupni transportni troškovi za pojedine relacije. Troškovi su dobiveni na način da se ukupan broj potrebnih vozila pomnožio s jediničnim troškom prijevoza pojedine relacije iz tablice sa slike 18.

RELACIJE/VOZILA	ŠLEPER	DOUBLE	KAMION SOLO	TANDEM
ZG-DUG	114.297,00 €	60.800,00 €	- €	118.800,00 €
DUG-XD	41.040,00 €	22.800,00 €	- €	46.200,00 €
ZADAR IZVAN SEZONE	- €	- €	15.805,00 €	- €
ZADAR SEZONA	- €	- €	38.600,00 €	- €

Slika 19. Ukupan trošak prijevoza po relacijama

Zaključak ovog se prijedloga rješenja nalazi na slici 20., gdje su prikazani ukupni troškovi koji uključuju troškove skladištenja, plaće radnika, najam cross dock terminala i plaće radnika u sezoni. Uz navedene troškove još su uključeni i transportni troškovi.

Najpovoljnija kombinacija transporta je na relaciji Zagreb-Dugopolje sa šleperom double, iz Dugopolja u XD sa šleperom te na kraju kamionom solo iz XD-a po Zadru u i izvan sezone.

		KOMBINACIJE SA:
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	366.199,00 €	DOUBLE-ŠLEPER-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	419.696,00 €	ŠLEPER-ŠLEPER-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	405.959,00 €	TANDEM-DOUBLE-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	424.199,00 €	TANDEM-ŠLEPER-SOLO

Slika 20. Ukupni troškovi 1. rješenja

## 5.2.2. Rješenje – druga varijanta

Sljedeće rješenje prikazano je na način da se distribucija proizvoda vrši direktno iz Zagreba u cross dock terminal u Zadru. Najam 400 m<sup>2</sup> cross dock terminala se uzima u obzir kroz cijelu godinu te je na slici 8 vidljiv trošak najma kao i trošak radnika u i izvan sezone.

TROŠAK RADNIKA izvan SEZONE	36.750,00 €
TROŠAK RADNIKA u SEZONI	63.000,00 €
TROŠAK NAJMA XD	28.800,00 €

Slika 21. Trošak najma cross dock terminala i trošak plaća radnika

Trošak najma dobiven je na način da se površina cross dock terminala pomnoži sa cijenom najma jednog kvadrata koja iznosi 6 €. Ulaz paleta je isti što znači da će broj potrebnih skladišnih radnika biti jednak kao i u 1. rješenju, što iznosi 5 izvan sezone i 7 dodatnih u sezoni, odnosno ukupno 12 radnika u sezoni.

Distribucija u Zadru se vrši na način da ju obavlja kamion solo kao i u 1. rješenju. Na slici 22. prikazani su ukupni transportni troškovi za pojedine relacije. Troškovi su dobiveni na način da se ukupan broj potrebnih vozila pomnožio sa brojem jediničnog troška prijevoza pojedine relacije sa slike 23.

RELACIJA/VOZILO	ŠLEPER	DOUBLE	KAMION SOLO	TANDEM
TROŠAK ZG-XD	84.150,00 €	46.200,00 €	- €	93.100,00 €
TROŠAK ZD	- €	- €	50.400,00 €	- €

Slika 22. Ukupni trošak transporta

Zaključak ovog rješenja nalazi se na slici 11, gdje su prikazani ukupni troškovi koji uključuju najam cross dock terminala (skladišta) kroz cijelu godinu i plaće radnika. Uz navedene troškove još su uključeni i transportni troškovi.

VOZILO/RELACIJA	ZG-XD	ZD
ŠLEPER	550,00 €	
DOUBLE	600,00 €	
KAMION SOLO		200,00 €
TANDEM	700,00 €	

Slika 23. Cijena transporta po relaciji

Najpovoljnija kombinacija transporta je na relaciji Zagreb-cross dock terminal sa šleperom double te na kraju kamionom solo iz cross dock terminala po zadarskom području u i izvan sezone.

		KOMBINACIJE SA:
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	263.100,00 €	ŠLEPER-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	225.150,00 €	DOUBLE-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	272.050,00 €	TANDEM-SOLO

Slika 24. Ukupni troškovi 2. rješenja

### 5.2.3. Rješenje – treća varijanta

Treći način rješenja analize distribucije je da se distribucija zadarskog područja provodi direktno iz Dugopolja kamionom solo. Jedinične cijene prijevoza na relacijama Zagreb-Dugopolje i Dugopolje-Zadar prikazane su na slici 25. te su na slici 26. prikazani ukupni troškovi transporta.

VOZILO/RELACIJA	ZG-XD	DUG-ZD
ŠLEPER	750,00 €	- €
DOUBLE	800,00 €	- €
KAMION SOLO	- €	270,00 €
TANDEM	900,00 €	- €

Slika 25. Jedinična cijena transporta

Dimenzije prijevoznih sredstava su uzete kao i iz prethodnih varijanti te su one fiksnog karaktera.

RELACIJA/VOZILO	ŠLEPER	DOUBLE	KAMION SOLO	TANDEM
TROŠAK ZG-DUG	114.750,00 €	61.600,00 €		119.700,00 €
TROŠAK DUG-ZD			68.040,00 €	

Slika 26. Ukupa trošak transporta

Troškovi skladištenja uzeti su kao i u prethodnim rješenjima, prikaz se nalazi na slici 27. Cijena skladištenja je dobivena tako da je pomnožen trošak skladištenja palete sa brojem paleta. Trošak radnika izvan i u sezoni je izračunat kao i u prethodnim varijantama.

TROŠAK SKLADIŠTENJA	35.203,52 €
TROŠAK RADNIKA IZVAN SEZONE	36.750,00 €
TROŠAK RADNIKA U SEZONI	63.000,00 €

Slika 27. Troškovi skladištenja i plaće radnika

Na slici 28. prikazani su ukupni troškovi trećeg rješenja, odnosno opskrba zadarskog područja iz skladišta u Dugopolju. Uključeni su transportni troškovi, troškovi skladištenja i radne snage u sezonskom i izvansezonskom dijelu godine. Ovdje najisplativija varijanta je kombinacija prijevoza šlepera double i kamiona solo. Ponovno se šleper double pokazuje kao najisplativije prijevozno sredstvo zbog svojeg transportnog kapaciteta.

		KOMBINACIJE SA:
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	317.743,52 €	ŠLEPER-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	264.593,52 €	DOUBLE-SOLO
<b>UKUPNI TROŠAK</b>	322.693,52 €	TANDEM-SOLO

Slika 28. Ukupni trošak 3. rješenja

## 6. Zaključak

Transportna i distribucijska mreža kompleksan su dio, ali i neizostavan dio svakog poduzeća koje se bavi organizacijskim i logističkim aktivnostima. Optimizacija takvih mreža je jedan od temeljnih ciljeva svakog od tih istih poduzeća. Stvar koja je od ključne važnosti je poznavanje svakog ulaznog parametra i zadavanje njihovog točnog iznosa. Ukoliko je zbroj troškova svih aktivnosti (npr. skladištenje, manipulacija robom i slični) točan, utoliko se konačni trošak može smatrati relevantnim.

S obzirom da se opskrba logističko–distributivnog centra Dugopolje u potpunosti vrši sa centralnog skladišta u zagrebačkoj regiji te potom Dugopolje opskrbljuje zadarsku regiju, dolazi se do ideje uvođenja cross – dock skladišta u Zadru. Cross-dock je pretovarni terminal u kojem se robni tokovi koordiniraju. Umjesto većeg broja pojedinačnih dostava kupcima, proizvedena se roba dovozi na jednu lokaciju odnosno 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. Proizvođači, odnosno distributeri koriste ovu uslugu kako bi spojili pošiljke različitih dobavljača namijenjene zajedničkim destinacijama, sortirali robu prema različitim destinacijama ili promijenili tip prijevoza.

Nakon provedenih analiza zadatka i analize svih troškova koji su izračunati, ideja cross-dock skladišta i prije izračuna činila se najrealnija u ekonomskom smislu, a i nakon zbrajanja troškova jedna od tih varijanta pokazala se najisplativijom, točnije drugo po redu rješenje u drugoj varijanti izračuna.

Kada bi se uvodio cross-dock terminal u zadarskom području, ono što nije uključeno, a od velike je važnosti sigurno je dostupnost, pouzdanost i opremljenost skladišnih i manipulacijskih kapaciteta, kao i ljudskih resursa. Naime, to rješenje čini se preoptimistično s obzirom na razliku u uštedi, no to je posljedica određivanja ulaznih parametara. No ti isti parametri zadani su prema empirijskim podacima logističkog poduzeća i oni se kao takvi smatraju fiksnima i točnim.

# Literatura

[1] Zelenika, R.; Pupavac, D., Menadžment logističkih sustava, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka 2008.

[2] Ducruet, César & Lugo, Igor., Structure and dynamics of transportation networks: Models, methods, and applications. (2011).

[3] Brnjac N., Roso V., Maslarić M. Tadić S. Intermodalni sustavi u transportu i logistici. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu; 2022.

[4] Jakara M., Pašagić Škrinjar J., Brnjac N. Vehicle routing problem – Case study on logistics company in Croatia, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 2019, 9(4): stranice 456 - 470

[5] Poletan Jugović T, Kolanović I, Šantić L. SVJETSKI POMORSKI ROBNITOKOVI. NAŠE MORE [Internet]. 2010

[6] <https://tehnika.lzmk.hr/pomorski-promet/>, (pristup 6.8.2023.)

[7] Nikolić G., Multimodalni transport – Čimbenik djelotvornog uključivanja Hrvatske u europski prometni sustav, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci, 2003.

[8] <https://www.zadarska-zupanija.hr/images/prostorni/izmjene/2.1.jpg>, (pristup 6.8.2023.)

[9] <https://www.gdws.wsv.bund.de/DE/service/karten/karten-und-geo-node.html;jsessionid=C0B14349F6E595D055DF35CAAEF1842A.live21321>, (pristup 6.8.2023.)

[10] [https://www.bmk.gv.at/en/topics/mobility/transportation/international\\_eu/publications/rail-freight-corridors.html](https://www.bmk.gv.at/en/topics/mobility/transportation/international_eu/publications/rail-freight-corridors.html), (pristup 6.8.2023.)

[11] Asariotis, Regina & Benamara, Hassiba & Lavelle, Jennifer & Premti, Anila. Maritime piracy. Part I: An overview of trends, costs and trade-related implications, (2014).



[12] Adolf K.Y. Ng, Changmin Jiang, Paul Larson, Barry Prentice, David Duval: Poglavlje 2 - Transport Networks and Impacts on Transport Nodes, Transport Nodal System, 2018.

[13][https://www.researchgate.net/publication/346440166\\_Real-time\\_disruption\\_management\\_approach\\_for\\_intermodal\\_freight\\_transportation/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/346440166_Real-time_disruption_management_approach_for_intermodal_freight_transportation/figures?lo=1), (pristup 7.8.2023.)

[14] Hrvatska tehnička enciklopedija, Portal hrvatske tehničke baštine, autori: M. Šafran, M. Rihtarić: definicija pojma „transportne logistike“, pristupljeno: kolovoz 2023.

[15] Autorizirana predavanja prof. dr. sc. M. Šafran u sklopu kolegija Prijevozna logistika I na diplomskom studiju Fakulteta prometnih znanosti, 2021.

[16] Stanković, R.; Pašagić Škrinjar, J. 2015. Logistika i transportni modeli. Faculty of Transport and Traffic Sciences, Zagreb, Croatia.

[17] Kolaković M. Novi poslovni modeli u virtualnoj ekonomiji i njihov utjecaj na promjene u transportnoj logistici i upravljanju lancem opskrbe. Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu [Internet]. 2005

[18] Autorizirana predavanja prof. dr. sc. K. Rogić u sklopu kolegija Distribucijska logistika I na diplomskom studiju Fakulteta prometnih znanosti, 2021.

[19] Autorizirana predavanja prof. dr. sc. R. Stanković u sklopu kolegija Distribucijska logistika I na diplomskom studiju Fakulteta prometnih znanosti, 2021.

[20] D. Radošević, 2017., Cross-docking, internetski portal Medium, <https://dario-dr.medium.com/znate-li-%C5%A1to-je-cross-docking-f52055ed8b07>, (pristup 12.8.2023.)

[21] Internetski portal, <https://supplychaingamechanger.com/last-mile-delivery-explained-infographic/>, [8. Mjesec, 2023.]

[22] Podaci dobiveni od logističkog poduzeća, (2023.)

## Popis slika

Slika 1. Lokalne i međunarodne brodske linije na Jadranu .....	6
Slika 2. Prikaz mikro logističke mreže Zadarske županije.....	8
Slika 3. Prikaz makrologističke mreže unutarnjih plovnih puteva Njemačke .....	9
Slika 4. Željeznička mreža europa i bojom označene relacije.....	11
Slika 5. Prikaz glavnih teretnih svjetskih ruta i njihova mreža .....	13
Slika 6. Transportna mreža sa glavnim i sporednim čvorovima.....	14
Slika 7. Aktivnosti pružanja prijevozne usluge .....	18
Slika 8. Prikaz neposredne distribucije kupcima .....	23
Slika 9. Prikaz neposredne distribucije .....	24
Slika 10. Distribucijski centralizirani sustav .....	25
Slika 11. Prikaz BBxD modela .....	27
Slika 12. Prikaz PPxD modela .....	27
Slika 13. Koraci prilikom izvršavanja kapilarne distribucije .....	30
Slika 14. Mikroregije opskrbe zadarskog područja .....	32
Slika 15. Primjer cross dock terminala .....	34
Slika 16. Plaće ljudskih resursa .....	35
Slika 17. Troškovi cross dock skladišta .....	35
Slika 18. Cijene prijevoznih sredstava na relacijama .....	36
Slika 19. Ukupan trošak prijevoza po relacijama.....	36
Slika 20. Ukupni troškovi 1. rješenja.....	36
Slika 21. Trošak najma cross dock terminala i trošak plaća radnika.....	37
Slika 22. Ukupni trošak transporta.....	37
Slika 23. Cijena transporta po relaciji .....	38
Slika 24. Ukupni troškovi 2. rješenja.....	38
Slika 25. Jedinična cijena transporta .....	38
Slika 26. Ukupni trošak transporta.....	39
Slika 27. Troškovi skladištenja i plaće radnika .....	39
Slika 28. Ukupni trošak 3. rješenja .....	39

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ diplomski rad \_\_\_\_\_

(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom \_\_\_\_\_ optimizacija transportne mreže na primjeru \_\_\_\_\_, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

Miroslav Ajtko

(ime i prezime, potpis)

U Zagrebu, \_\_\_ rujan 2023. \_\_\_\_\_