

# Rute i terminali kontejnerskog prijevoza između Europe i Azije

---

Vranar, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:947986>

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

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



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 45/LIMKC/2024**

**Rute i terminali kontejnerskog prijevoza između Europe i  
Azije**

**Student**

Karlo Vranar,  
0108074200

Koprivnica, rujan 2024. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Logistiku i mobilnost

Završni rad br. 45/LIMKC/2024

## Rute i terminali kontejnerskog prijevoza između Europe i Azije

**Student**

Karlo Vranar,  
0108074200

**Mentor**

Ante Klečina, mag. ing. traff.

Koprivnica, rujan 2024. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	Logistika i mobilnost		
PRISTUPNIK	Karlo Vranar	MATIČNI BROJ	0108074200
DATUM	15. 09. 2024.	KOLEGIJ	Prometna logistika
NASLOV RADA	Rute i terminali kontejnerskog prijevoza između Europe i Azije		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Routes and terminals of the container transport between Europe and Asia
-----------------------------	---

MENTOR	Ante Klečina, mag. ing. traff.	ZVANJE	Predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv. prof. dr. sc. Predrag Brlek, predsjednik		
	2. Ivan Cvitković, predavač, član		
	3. Ante Klečina, predavač, mentor		
	4. prof. dr. sc. Krešimir Buntak, zamjenski član		
	5.		

## Zadatak završnog rada

BROJ 45/LIMKC/2024

OPIS

Rute globalne trgovine između Azije i Europe u današnje su vrijeme, porastom globalizacijskih procesa u poslovanju, posebno intenzivne i uključuju prijevoze velike količine tereta u oba smjera. Osim rasutih tereta i tekućina velike količine robe na tim rutama putuju pakirane u kontejnerima. Velika količina prijevoza zahtjeva da ove rute bude efikasne i što je više moguće održive.

Zadatak u radu jest ukratko povijest ruta trgovine i prijevoza roba između Europe i Azije kroz povijest, ali svakako staviti naglasak na suvremenu trgovinu i suvremen tokove roba.

Također, potrebno je istražiti i opisati modove prijevoza koji sudjeluju u tom transportu, multimodalnost te infrastrukturu i suprastrukturu tog multimodalnog transporta. Potrebno je još opisati i rute glavnih tokova prijevoza roba, uz prikupljanje osnovnih geografskih i statističkih pokazatelja, te glavne terminale na tom putu.

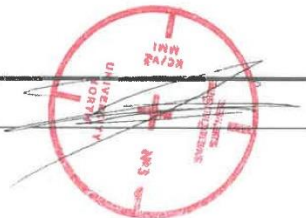
Na kraju, potrebno je opisati i suvremene trendove u razvoju trgovine i transporta između Europe i Azije, uz naglasak na održivost transporta u tim procesima.

ZADATAK URUČEN

15. 9. 2024

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



## **Predgovor**

Zahvaljujem se svojem mentoru Anti Klečini, mag. ing. traff., na velikoj podršci, strpljenju i stručnim savjetima tijekom izrade ovog završnog rada, kao i svim profesorima na Sveučilištu Sjever koji su mi bili od velike pomoći tijekom mog obrazovanja.

Zahvaljujem se i svojoj obitelji na nesebičnoj podršci i ohrabrenju.

## Sažetak

Multimodalni transport, kontejnerizacija i infrastruktura ključni su elementi koji povećavaju učinkovitost suvremenih transportnih sustava. Rute poput Sueskog kanala, Transsibirske željeznice i inicijative Pojas i put od presudne su važnosti za globalnu trgovinu, omogućujući brže i učinkovitije trgovinske tokove između kontinenata. Ključne luke poput Šangaja, Singapura i Rotterdama igraju značajnu ulogu u globalnom transportu tereta zahvaljujući svojoj infrastrukturi i kapacitetima, dok je luka Rijeka najveća kontejnerska luka u Republici Hrvatskoj. Trenutni trendovi u održivoj mobilnosti uključuju elektrifikaciju, automatizaciju, autonomna vozila i digitalizaciju, koji transformiraju kontejnerski prijevoz te smanjuju njegov negativni utjecaj na okoliš.

**Ključne riječi:** kontejnerski prijevoz, rute, terminali, Europa, Azija

## Summary

Multimodal transport, containerization and infrastructure are key elements that increase the efficiency of modern transport systems. Routes such as the Suez Canal, the Trans-Siberian Railway and the Belt and Road Initiative are of critical importance to global trade, enabling faster and more efficient trade flows between continents. Key ports such as those in Shanghai, Singapore and Rotterdam play a significant role in global cargo transport due to their infrastructure and capacities, while the port of Rijeka is the largest container port in the Republic of Croatia. Current trends in sustainable mobility include electrification, automation, autonomous vehicles and digitalization, which are transforming container transport and reducing its negative environmental impact.

**Keywords:** container transport, routes, terminals, Europe, Asia

## Popis korištenih kratica

- TMS** transportation management system (hrv. sustav za upravljanje prijevozom)
- 3PL** third-party logistics (hrv. logistika treće strane)
- TEU** twenty-foot equivalent unit (hrv. jedinica ekvivalenta dvadeset stopa)
- FEU** forty-foot equivalent unit (hrv. jedinica ekvivalenta četrdeset stopa)
- RTG** rubber tyred gantry (hrv. portalna dizalica s gumenim kotačima)
- RMG** rail-mounted gantry (hrv. portalna dizalica na tračnicama)
- TOS** terminal operating system (hrv. sustav upravljanja terminalom)
- LNG** liquefied natural gas (hrv. ukapljeni prirodni plin)
- AGV** automated guided vehicle (hrv. automatizirano vođeno vozilo)
- AMR** autonomous mobile robot (hrv. autonomni mobilni robot)
- AI** artificial intelligence (hrv. umjetna inteligencija)
- IoT** Internet of Things (hrv. Internet stvari)



## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Povijest.....	2
2.1.	Put svile.....	2
2.2.	Velika geografska otkrića i kolonijalne sile.....	3
3.	Multimodalnost, kontejnerizacija, prometna infrastruktura.....	4
3.1.	Multimodalnost.....	4
3.2.	Kontejnerizacija.....	7
3.3.	Lučka terminalska infrastruktura i suprastruktura.....	11
3.4.	Željeznička infrastruktura.....	14
4.	Glavne rute između Europe i Azije.....	18
4.1.	Sueski kanal.....	18
4.2.	Transsibirska željeznica.....	20
4.3.	Inicijativa Pojas i Put (Belt and Road Initiative – BRI).....	23
5.	Glavni terminali Europe i Azije.....	25
5.1.	Luka Shanghai.....	26
5.2.	Luka Singapur.....	28
5.3.	Luka Rotterdam.....	30
5.4.	Luka Rijeka.....	31
6.	Trendovi održive mobilnosti kontejnerskog transporta.....	34
6.1.	Elektrifikacija.....	34
6.2.	Automatizacija i autonomna vozila.....	35
6.3.	Digitalizacija.....	36
7.	Zaključak.....	39
8.	Literatura.....	42

# 1. Uvod

Cilj ovog završnog rada pružiti je sveobuhvatan uvid u složenu i dinamičnu mrežu kontejnerskog prijevoza između Europe i Azije. To uključuje razumijevanje povijesnog konteksta trgovine između ovih dvaju kontinenata, istraživanje različitih načina prijevoza i uloge multimodalnosti te ispitivanje najvažnijih suvremenih ruta i terminala u obje regije. Dodatno, rad nastoji ponuditi rješenje za problem usmjeren prema budućnosti održivog kontejnerskog prijevoza, identificirajući ključne trendove i inovacije koje će oblikovati ovu industriju u narednim godinama.

Rad započinje analizom povijesnih trgovinskih odnosa između Europe i Azije, ističući ključne aspekte kao što su Put svile te velika geografska otkrića kolonijalnih sila, koji su postavili temelje za modernu logistiku. Ova povijesna perspektiva omogućava razumijevanje kako su ti rani trgovinski putevi oblikovali sadašnji sustav kontejnerskog prijevoza.

Nakon uvodnog pregleda povijesti, analiza se usmjerava na dubinsko razmatranje ključnih aspekata multimodalnog prijevoza, kontejnerizacije i infrastrukture. Razmatraju se kako ti elementi kroz svoje specifične uloge u lukama i željeznicama doprinose povećanju učinkovitosti suvremenih transportnih sustava. Multimodalnost omogućava integraciju različitih načina prijevoza, dok kontejnerizacija standardizira rukovanje robom, a infrastrukturne investicije u luke i željeznice omogućuju brži i učinkovitiji prijevoz.

U sljedećim poglavljima, rad analizira glavne rute koje omogućuju kontejnerski prijevoz između Europe i Azije, uključujući Sueski kanal, Transsibirsku željeznicu i inicijativu Pojas i put. Ove rute su ključne za globalnu trgovinu, a njihova važnost u olakšavanju trgovinskih tokova između kontinenata detaljno je ocijenjena.

Nakon razmatranja ruta, slijedi detaljna procjena ključnih kontejnerskih terminala u velikim lukama poput Šangaja, Singapura, Rotterdama te u najvećoj hrvatskoj luci Rijeka. Ove luke igraju presudnu ulogu u globalnom transportu tereta, a njihova infrastruktura i kapaciteti istraženi su kako bi se ilustrirale njihove ključne uloge u premještanju robe.

Rad završava istraživanjem trenutnih trendova u održivoj mobilnosti kontejnerskog prijevoza, s posebnim naglaskom na napredak u elektrifikaciji, automatizaciji i autonomnim vozilima te digitalizaciji. Ovi trendovi značajno utječu na budućnost kontejnerskog prijevoza, donoseći inovacije koje povećavaju učinkovitost i smanjuju štetan utjecaj na okoliš.

Metodologija korištena tijekom izrade ovog rada jesu metoda analize i sinteze, preuzimanje podataka iz drugih znanstvenih izvora te statistička metoda tijekom korištenja podataka i donošenja zaključaka.

## 2. Povijest

Povijest trgovine između Europe i Azije bila je temelj globalnog ekonomskog razvoja, oblikujući carstva, kulture i čitave civilizacije. Protežući se tisućama godina unatrag, ova opsežna razmjena robe, ideja i inovacija ostavila je neizbrisiv trag na svijetu.

Od ranih kopnenih ruta Puta svile do pomorskih ekspedicija koje su otvorile nove trgovačke kanale, evolucija trgovine između ovih dvaju područja odražava ne samo težnju za bogatstvom, već i prožimanje kultura i tehnologija. Kroz povijest, europski i azijski trgovci tražili su dragocjene resurse – začine, svilu i plemenite metale – što je dovelo do dinamične međusobne interakcije Istoka i Zapada.

Sljedeća potpoglavlja istražuju Put svile te nakon toga razdoblje velikih geografskih otkrića i jačanje kolonijalnih sila.

### 2.1. Put svile

Put svile bio je široka mreža trgovačkih ruta koja je povezivala prostrana područja Euroazije, djelujući od 2. stoljeća prije Krista do sredine 15. stoljeća. Protežući se preko 6.400 kilometara, ovaj složen sustav puteva i veza bio je ključan ne samo u promicanju gospodarskih razmjena, već i kulturnih, političkih i vjerskih interakcija između Istoka i Zapada. Roba, ideje, tehnologije i sustavi vjerovanja prelazili su ove rute, oblikujući civilizacije na koje su utjecali [1].

Iako je izraz "Put svile" populariziran krajem 19. stoljeća, on donekle pojednostavljuje stvarnost ove složene mreže. Suvremeni povjesničari 20. i 21. stoljeća često preferiraju izraz "Putevi svile" kako bi točnije opisali raznolikost i složenost tih veza. Ova mreža kopnenih i morskih puteva protezala se kroz središnju, istočnu, južnu, jugoistočnu i zapadnu Aziju, dok je također povezivala istočnu Afriku i južnu Europu. Ove rute ne samo da su omogućile razmjenu luksuznih dobara, poput svile, začina i plemenitih metala, već su služile i kao kanali za intelektualne i kulturne razmjene koje su imale dubok utjecaj na razvoj društava diljem ovih regija [2].

Putevi svile bili su više od jedne ceste; bili su dinamična, promjenjiva mreža koja se prilagođavala političkim promjenama, regionalnim sukobima i usponima i padovima carstava. Ovaj sustav nije povezivao samo tržnice, već i čitave regije, omogućujući protok inovacija i ideja koje su definirale tijek svjetske povijesti [1, 2].

## 2.2. Velika geografska otkrića i kolonijalne sile

Tijekom doba istraživanja (15. i 16. stoljeće), europske kolonijalne sile, uključujući Portugal, Španjolsku, Nizozemsku, Veliku Britaniju i Francusku, dramatično su preoblikovale globalnu trgovinu uspostavljanjem izravnih pomorskih ruta do Azije, zaobilazeći tradicionalne kopnene puteve Puta svile. Portugal je prvi osigurao ključne pomorske rute, uspostavljajući trgovačke postaje u Indiji, jugoistočnoj Aziji i Kini, te monopolizirajući trgovinu začinima. Kontrola Portugalaca nad paprom, cimetom i drugim začinima donijela je veliko bogatstvo kraljevstvu. Španjolska je povezala svoje američke kolonije s Azijom, prvenstveno razmjenjujući američko srebro za kinesku svilu, porculan i druge luksuzne proizvode, stvarajući novu pacifičku trgovačku rutu koja je dodatno integrirala globalnu trgovinu [3].

U 17. stoljeću došlo je do uspona Nizozemske i Britanske istočnoindijske kompanije, koje su ubrzo dominirale europsko-azijskom trgovinom. Nizozemska istočnoindijska kompanija kontrolirala je indonezijsko Otočje začina, monopolizirajući trgovinu klinčićima, muškatnim oraščićem i drugim vrijednim začinima. U međuvremenu, Britanska istočnoindijska kompanija širila je svoj utjecaj u Indiji i Kini, trgujući pamučnim tekstilom, čajem i začinima. Međutim, suočena s rastućim trgovinskim deficitom s Kinom zbog velike potražnje za kineskom robom, Velika Britanija je počela izvoziti opijum iz Indije u Kinu, što je dovelo do raširene ovisnosti. Ova trgovina naposljetku je izazvala Opijumske ratove, tijekom kojih je Kina bila prisiljena otvoriti svoje luke europskim trgovcima i ustupiti značajna područja, poput Hong Konga, Velikoj Britaniji [4].

Francuska je slijedila sličan put, uspostavljajući kolonije u jugoistočnoj Aziji, formirajući Francusku Indokinu (Vijetnam, Laos, Kambodža) i iskorištavajući lokalne resurse poput riže i gume. Ove kolonijalne sile izvlačile su ogromno bogatstvo iz Azije, potičući europsku industrijalizaciju i ekonomski rast. Međutim, učinci na Aziju bili su duboko destabilizirajući. Kolonijalna trgovina potkopala je tradicionalne industrije poput indijskih tekstila, a azijska gospodarstva postajala su sve ovisnija o europskim tržištima i izvozu. Ova ekonomska eksploatacija često je izazivala društvene i političke nemire, što je pridonijelo pokretima za nacionalno oslobođenje i borbama za neovisnost u nadolazećim stoljećima [4].

U biti, europska kolonijalna trgovina ne samo da je potaknula uspon europskih imperija, već je i preoblikovala ekonomski i politički krajolik Azije, s posljedicama koje će odjekivati stoljećima.

### 3. Multimodalnost, kontejnerizacija, prometna infrastruktura

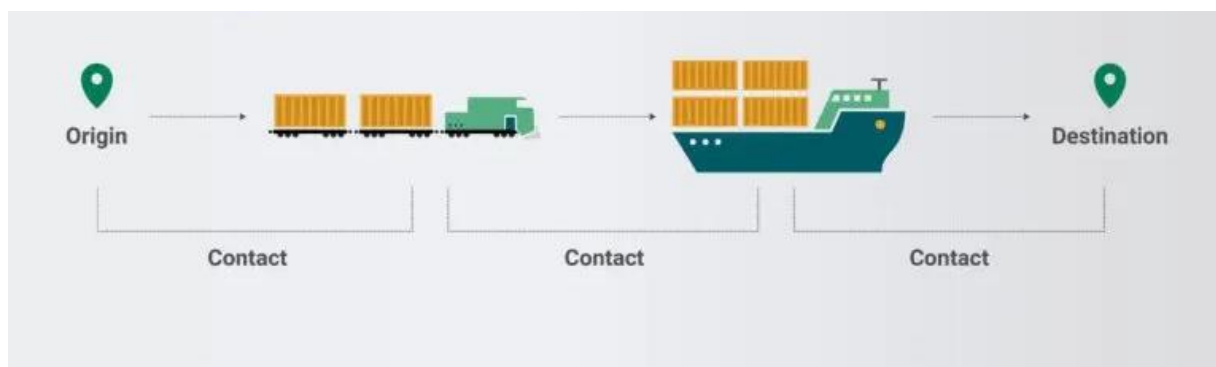
U slijedećim će se potpoglavljima istražiti pojmovi multimodalnosti i kontejnerizacije, nakon toga lučka terminalska infrastruktura i suprastruktura te na kraju željeznička infrastruktura. Multimodalnost se odnosi na integraciju različitih načina prijevoza, kao što su cestovni, željeznički, pomorski i zračni, u besprijekoran i učinkovit lanac opskrbe. Ovaj pristup optimizira kretanje robe iskorištavanjem prednosti svakog načina prijevoza, smanjujući troškove, skraćujući vrijeme prijevoza i poboljšavajući fleksibilnost.

Kontejnerizacija, s druge strane, predstavlja standardiziranu upotrebu intermodalnih kontejnera za prijevoz robe različitim vrstama prijevoza. Uvedena sredinom 20. stoljeća, kontejnerizacija je pojednostavila globalnu trgovinu olakšavanjem utovara, istovara i prijenosa tereta, značajno povećavajući učinkovitost i smanjujući rizik od oštećenja ili gubitka robe. Zajedno, ove su inovacije ne samo promijenile način na koji se roba premješta diljem svijeta, već su i potaknule gospodarski rast, preoblikovale trgovinske tokove i podržale širenje globalnih lanaca opskrbe.

#### 3.1. Multimodalnost

Multimodalni transport predstavlja ključnu gospodarsku djelatnost koja uključuje prijevoz, transportiranje i premještanje robe ili predmeta s jedne lokacije, preko drugih tranzitnih točaka, do konačnog odredišta, koristeći najmanje dva različita prijevozna sredstva. Ovaj proces odvija se na temelju jednog ugovora o multimodalnom transportu te jednog dokumenta koji potvrđuje tu vrstu transporta, a sve operacije organizira i izvršava jedan operator multimodalnog transporta [5]. Na shemi 1. pojednostavljeni je prikaz multimodalnog transporta.

*Shema 1. – Shematski prikaz multimodalnog transporta.*



Izvor: [6].

Multimodalni transport može biti nacionalnog ili međunarodnog karaktera, ovisno o relacijama i udaljenostima koje pokriva. Također, multimodalni transportni lanci mogu biti različitih razmjera: mikro, makro, globalni i megatransportni lanci, što ovisi o složenosti i obujmu logističkih operacija. Isto vrijedi i za multimodalne transportne mreže koje mogu varirati od lokalnih do globalnih razmjera, s mogućnošću povezivanja različitih regija i kontinenata [5].

Ovakav način transporta pruža brojne prednosti, uključujući optimizaciju troškova, smanjenje vremena transporta te veću fleksibilnost u prilagodbi promjenjivim zahtjevima tržišta. Korištenje različitih prijevoznih sredstava u sklopu jednog transportnog lanca omogućuje učinkovitije iskorištavanje resursa, što rezultira boljim upravljanjem opskrbnim lancima i povećanjem konkurentnosti na globalnom tržištu.

Učinkovita koordinacija u multimodalnom prijevozu ključna je za osiguranje nesmetanog prijenosa robe kroz različite vrste transporta, kao što su brodovi, vlakovi i kamioni, bez nepotrebnih kašnjenja ili neučinkovitosti. Kompleksnost multimodalnog prijevoza proizlazi iz potrebe za sinkronizacijom različitih prijevoznika, ruta i postupaka rukovanja jer svaki način prijevoza djeluje prema različitim rasporedima, propisima i operativnim zahtjevima [5].

Jedan od glavnih izazova u multimodalnom prijevozu je osiguravanje vidljivosti i kontrole nad pošiljkama u stvarnom vremenu dok prelaze s jednog načina prijevoza na drugi. Moderni logistički sustavi igraju ključnu ulogu integracijom podataka različitih prijevoznika, omogućujući dionicima praćenje pošiljki tijekom cijelog putovanja. Ovi sustavi pružaju ažuriranja o lokaciji, stanju i očekivanom vremenu dolaska robe, što omogućuje bolje donošenje odluka. Cloud platforme i sustavi za upravljanje transportom (TMS) postali su ključni alati za koordinaciju između prijevoznika, omogućujući jednostavniju komunikaciju, optimizaciju ruta i planiranje tereta [7].

Multimodalni prijevoz zahtijeva korištenje standardizirane dokumentacije, kao što je jedna multimodalna teretnica, koja pokriva cijelo putovanje. To pojednostavljuje carinsku obradu i administrativne procese, osiguravajući glatki prijenos između prijevoznika i smanjujući rizik od kašnjenja zbog papirologije na prijelaznim točkama, poput luka ili željezničkih terminala.

Učinkovita koordinacija zahtijeva usklađivanje rasporeda različitih vrsta transporta kako bi se izbjegla uska grla. Na primjer, kašnjenje u lukama može utjecati na utovar kontejnera na vlakove, što zauzvrat utječe na vrijeme isporuke kamionima do krajnjeg odredišta. Precizno usklađivanje i komunikacija između prijevoznika ključni su za održavanje učinkovitog protoka robe i minimiziranje skupih zastoja ili troškova demuraža. Napredni sustavi za planiranje i

prediktivna analitika pomažu prijevoznicima i logističkim tvrtkama u predviđanju mogućih kašnjenja i prilagođavanju planova prijevoza u skladu s time [7].

Ključne točke prijelaza u multimodalnom prijevozu, poput luka, željezničkih terminala i logističkih čvorišta moraju biti dobro koordinirane kako bi se osigurao učinkovit prijenos robe s jednog načina prijevoza na drugi. Intermodalni terminali posebno su dizajnirani za olakšavanje prijelaza kontejnera između brodova, vlakova i kamiona. Na ovim čvorištima teret se prenosi pomoću standardizirane opreme, poput dizalica i sustava za rukovanje kontejnerima, čime se smanjuje vrijeme i rad potreban za prijenos. Koordinacija na ovim čvorištima također uključuje planiranje dolaznih i odlaznih pošiljki, osiguravajući da se kontejneri pravilno iskrcavaju i utovaraju bez većih prekida [5].

Besprijekoran multimodalni prijevoz zahtijeva blisku suradnju između različitih prijevoznika, bilo da je riječ o pomorskom, željezničkom ili cestovnom prijevozu. Prijevoznici moraju uskladiti svoje usluge s cjelokupnim logističkim planom, često u suradnji s pružateljima logističkih usluga treće strane (3PL) kako bi osigurali glatke prijelaze. Suradnja također uključuje upravljanje zajedničkom infrastrukturom, poput luka ili željezničkih postaja, gdje istovremeno mogu poslovati različiti prijevoznici. Koordinacija među njima pomaže u izbjegavanju zagušenja i osigurava učinkovitu upotrebu resursa [8].

Različiti načini prijevoza podliježu različitim regulatornim zahtjevima, posebno kada roba prelazi međunarodne granice. Koordinacija carinskih postupaka na svim prijevoznim sredstvima ključna je za minimiziranje kašnjenja. To je osobito važno u lukama, gdje carinska tijela moraju pregledati i odobriti teret prije nego što se može prenijeti na drugi način prijevoza. Digitalne platforme za carinsku obradu i unaprijed pripremljene carinske deklaracije mogu ubrzati postupak, osiguravajući da pošiljke nesmetano prolaze kroz lanac opskrbe [8].

Učinkovita koordinacija također uključuje predviđanje i upravljanje rizicima koji mogu poremetiti multimodalni prijevoz, poput vremenskih kašnjenja, štrajkova ili kvarova opreme. Imati planove za izvanredne situacije omogućava pružateljima logističkih usluga da brzo promijene rute ili načine prijevoza ako je potrebno kako bi se održao tijek robe. Proaktivna komunikacija između prijevoznika i dionika osigurava da su svi svjesni mogućih problema i da mogu poduzeti mjere za ublažavanje kašnjenja [5].

Infrastruktura multimodalnih transportnih sustava ključna je za osiguravanje glatkog prijenosa robe između različitih vrsta prijevoza, poput brodova, vlakova i kamiona, bez nepotrebnih kašnjenja ili komplikacija. Ova infrastruktura obuhvaća složenu mrežu fizičkih objekata, opreme i tehnologija koje omogućuju nesmetan prijenos robe.

Lučki terminali ključne su točke gdje se roba prebacuje najčešće između preoceanskih brodova i drugih vrsta prijevoza, poput vlakova ili kamiona. Luke su opremljene kontejnerskim dizalicama, skladišnim prostorima i carinskim objektima za rukovanje velikim količinama tereta. Željeznički terminali omogućuju prijenos kontejnera između vlakova i kamiona i/ili brodova. Često su povezani s velikim lukama ili smješteni u logističkim čvorištima blizu industrijskih centara. Kopneni intermodalni terminali služe kao distribucijski centri, pomažući u premještanju robe s vlakova ili cesta do njihovih konačnih odredišta. Ovi terminali igraju ključnu ulogu u smanjenju zagušenja u lukama i osiguravanju učinkovite regionalne distribucije [5].

### **3.2. Kontejnerizacija**

Pojam "kontejner" potječe od engleske riječi "container" (eng. contain – sadržavati), koja se odnosi na bilo koji predmet koji može zatvoriti ili sadržavati druge predmete unutar sebe. U području transporta, kontejneri su postali ključni dijelovi opreme za rukovanje, obično u obliku standardiziranih zatvorenih posuda ili sanduka. Ovi kontejneri dizajnirani su za formiranje velikih, lako upravljivih jedinica tereta, čime se optimiziraju procesi rukovanja, skladištenja i prijenosa robe kroz različite faze transporta [9].

Kontejnerizacija je, u svojoj suštini, praksa standardizacije upotrebe ovih kontejnera za učinkovit prijenos robe. Ovaj proces uključuje primjenu različitih vrsta i oblika kontejnera koji mogu prihvatiti širok raspon tereta, od rasutih materijala do manjih, osjetljivijih predmeta. Kontejnerizacija je postala temelj modernih integriranih transportnih sustava, gdje se nesmetani prijenos robe između različitih vrsta transporta, poput brodova, vlakova i kamiona, omogućuje uz pomoć kontejnera. Ovi kontejneri osiguravaju da roba ostane netaknuta i zaštićena tijekom cijelog transportnog procesa, značajno smanjujući rizik od oštećenja ili gubitka [9].

Jedan od glavnih razloga brzog rasta kontejnerskog prometa je prijelaz s tradicionalnih metoda, koje su bile intenzivne u smislu ručnog rada, na mehanizirane i automatizirane operacije utovara i istovara robe u svakoj fazi transporta. Ova mehanizacija, u kombinaciji sa standardizacijom kontejnera, revolucionirala je globalnu logistiku. Na svakoj razini opskrbnog lanca, od lučkog rukovanja do željezničkog i cestovnog transporta, upotreba kontejnera omogućila je brže i učinkovitije operacije. Mogućnost brzog odvajanja i prijenosa tereta između različitih transportnih sredstava, bez potrebe za dugotrajnim ponovnim pakiranjem, dovela je do značajnih ušteda vremena i smanjenja troškova rada.



Nadalje, kontejnerizacija omogućuje istovremeni prijevoz većih količina robe, što povećava ekonomičnost obujma. Na primjer, brodovi, vlakovi i kamioni sada mogu prevoziti standardizirane kontejnere, bez obzira na vrstu tereta unutar njih. Ova uniformnost u veličini i dizajnu pojednostavljuje logističko planiranje, maksimizira iskorištenost prostora i poboljšava operativnu učinkovitost na svim razinama. Osim toga, kontejneri nude povećanu sigurnost jer se mogu zapečatiti i zaključati, štiteći teret od krađe i oštećenja tijekom transporta [10].

Kako se kontejnerizacija razvijala, potaknula je i razvoj sofisticirane infrastrukture koja podržava učinkovit prijenos kontejnera. Luke, željeznički terminali i distribucijski centri sada su opremljeni specijaliziranim dizalicama, transporterima i drugim automatiziranim sustavima koji s preciznošću i brzinom obrađuju kontejnerski teret. Ova infrastruktura, uz napredni logistički softver za praćenje i upravljanje kontejnerskim pošiljkama, omogućila je organizaciju globalnih opskrbnih lanaca s dosad neviđenom točnošću i pouzdanošću. Na slici 1. prikazan je kontejnerski brod s kontejnerima.

*Slika 1. – Kontejnerski brod s kontejnerima.*



Izvor: [11].

TEU (Twenty-foot Equivalent Unit) kontejneri su najčešće korišteni standard u globalnom pomorskom transportu i prijevozu. TEU se temelji na dimenzijama 20 stopa dugog (6,1 metar) kontejnera, koji je postao univerzalna mjera za brodske kontejnere. Koriste se za kvantificiranje kapaciteta tereta, posebno u pomorskom transportu. TEU kontejneri su standardizirani, što ih

čini kompatibilnima s različitim oblicima prijevoza (brodovi, vlakovi, kamioni), olakšavajući intermodalni transport. Njihova veličina omogućuje učinkovito utovarivanje i slaganje, maksimizirajući prostor za teret na kontejnerskim brodovima i drugim prijevoznim sredstvima [12].

Manja veličina (u usporedbi s većim 40-stopnim kontejnerima, poznatim kao FEU) čini ih svestranijima jer se lakše mogu prilagoditi različitim postavkama prijevoza i infrastrukture. TEU-ovi pružaju ravnotežu između veličine i troškova, omogućujući prijevoznicima da premjeste velike količine robe učinkovito uz kontrolirane troškove. Iako su 40-stopni kontejneri (FEU) također vrlo popularni, posebno za veće količine tereta, TEU ostaje standardna mjerna jedinica u globalnoj brodskoj industriji [12].

Pomorski terminali ključna su čvorišta gdje se ukrštaju pomorski i kopneni transport, igrajući središnju ulogu u razvoju i optimizaciji sustava kontejnerizacije. Ovi terminali su neophodni za učinkovito kretanje robe između različitih načina transporta, omogućujući globalnu trgovinu i logistiku. Međutim, unatoč svojoj kritičnoj važnosti, pomorski terminali mogu predstavljati izazove i ograničenja za moderne transportne tehnologije.

U posljednjim godinama, uloženi su značajni naponi u unapređenje i razvoj kontejnerskih terminala u velikim pomorskim lukama širom svijeta. Konkurentna priroda globalne pomorske industrije zahtijeva da ovi terminali kontinuirano napreduju. Ova evolucija uključuje usvajanje novih dizajna, ažuriranje struktura i ulaganje u najsuvremeniju opremu. Uspješno funkcioniranje velikih lučkih i kontejnerskih terminala u velikoj mjeri ovisi o njihovoj sposobnosti da se besprijekorno integriraju s okolnom infrastrukturom. To uključuje napredak u automatizaciji, koja pojednostavljuje procese rukovanja teretom, i informatičkoj tehnologiji, koja poboljšava koordinaciju i upravljanje podacima [13].

Učinkovita integracija terminala s njihovim okruženjem je ključna. Implementacija modernih informacijskih sustava postala je neophodna u tom pogledu. Tradicionalne metode dokumentacije, koje često usporavaju operacije i otežavaju učinkovitost, sve više se zamjenjuju naprednim sustavima. Moderni informacijski sustavi omogućuju komunikaciju u stvarnom vremenu između računalnih mreža na kopnu i na brodovima, omogućujući lakši protok informacija i poboljšavajući ukupnu operativnu učinkovitost.

Lučki kontejnerski terminal je specijalizirani objekt unutar lučkog sustava, dizajniran za upravljanje prekrcajem kontejnera između brodova i kopnenih transportnih sredstava.

Ovi terminali su opremljeni za rukovanje i izravnim i neizravnim metodama prijenosa kontejnera, povezujući pomorski transport s različitim kopnenim transportnim sustavima, kao

što su kamioni i vlakovi. Specijalizirana oprema, kao što su dizalice i transportne trake, koristi se za osiguranje i učinkovito rukovanje kontejnerima [13].

Širenje pomorskih kontejnerskih i multimodalnih centara na kopnu dovelo je do stvaranja opsežne mreže terminala. Ova mreža je sastavni dio kohezivnog transportnog sustava, dizajniranog prema logističkim načelima za optimizaciju protoka robe. Integracijom različitih transportnih načina i objekata, ovi terminali poboljšavaju učinkovitost globalnih lanaca opskrbe. Međutim, odsutnost ili nedostaci takve infrastrukture može stvoriti značajne izazove. Zemlje s istaknutim geopolitičkim transportnim pozicijama, koje se uvelike oslanjaju na učinkovitu logistiku za svoju ekonomsku stabilnost, posebno su ranjive na posljedice nedostatne ili zastarjele terminalske infrastrukture. Nedostatak modernih, dobro integriranih terminala može dovesti do uskih grla, povećanih vremena tranzita i viših troškova, što u konačnici utječe na konkurentnost njihovih ekonomija na globalnoj razini [13].

Dakle, pomorski terminali nisu samo logistička čvorišta već ključni sastavni dijelovi šire transportne i trgovinske mreže. Njihova uloga u olakšavanju besprijekornog prijenosa robe između različitih načina transporta čini ih neophodnima za učinkovito funkcioniranje globalne trgovine. Kako tehnologija i logistika nastavljaju napredovati, kontinuirani razvoj i unapređenje terminalske infrastrukture bit će ključni za ispunjavanje zahtjeva modernog transporta i očuvanje ekonomske konkurentnosti.

U svjetlu složenog sustava kontejnerizacije i njegovih ključnih komponenti, očito je da željeznički i cestovni promet igraju presudne uloge kao ulazne i izlazne točke procesa kontejnerizacije. Bez ovih ključnih elemenata, sveobuhvatan sustav kontejnerizacije ne bi bio potpun. Naglasak na standardizaciji različitih formata kontejnerizacije i osiguranje besprijekorne integracije svih komponenti ističe potrebu za usmjerenom pažnjom i stalnim istraživanjem u željezničkom i cestovnom prometu [5].

Kako bismo u potpunosti razumjeli ulogu željezničkog i cestovnog prometa, ključno je analizirati razvoj i unapređenje unutarnjih kontejnerskih terminala, kao i kontejnerskih vlakova. Većina unutarnjih kontejnerskih terminala strateški je smještena unutar ključnih čvorišta željezničkih i cestovnih mreža, što omogućava njihovu funkciju kao integriranih željezničko-cestovnih kontejnerskih terminala. Ovo strateško pozicioniranje je od suštinske važnosti za optimizaciju protoka robe i poboljšanje ukupne učinkovitosti prometa.

Moderni željezničko-cestovni terminali moraju biti dizajnirani kako bi zadovoljili trenutne zahtjeve i podržali progresivni razvoj kontejnerizacije.

Ovi terminali nisu samo logističke točke; oni su vitalni za nesmetano funkcioniranje i širenje kontejneriziranog transporta. Pored samih terminala, ključnu ulogu igraju i temeljna

infrastruktura, uključujući željezničke pruge i prateće strukture. Ovi elementi osiguravaju učinkovito kretanje kontejnera i moraju se stalno unapređivati kako bi se uskladili s promjenjivim zahtjevima [5].

Uspješna kontejnerizacija ovisi o standardizaciji, unifikaciji i integraciji glavnih elemenata. Bez ovih temelja, postizanje učinkovitog i efektivnog sustava kontejnerizacije bilo bi nedostižno. Visoka razina kontejnerizacije u razvijenim zemljama naglašava važnost ovih praksi i služi kao model za manje razvijene nacije. Ove zemlje mogu naučiti vrijedne lekcije iz uspostavljenih sustava kako bi poboljšale vlastitu infrastrukturu i prakse kontejnerizacije.

Osim glavnih elemenata kontejnerizacije, važno je prepoznati širi spektar logističkih aktivnosti koje podržavaju upravljanje prijevozom i prometom. Ove aktivnosti uključuju rad međunarodnih špeditera, upravljanje pomorskim lukama, usluge ukrcanja, upravljanje skladištima i terminalima, carinsko skladištenje, rad slobodnih zona, centre za transport i distribuciju robe, trgovačke centre, logističke centre, usluge pomorskih agenata, kontrolu ugovora, usluge osiguravajućih društava i razne funkcije državne uprave. Svaka od ovih aktivnosti igra ključnu ulogu u besprijekornom funkcioniranju globalne trgovine i logistike, doprinoseći ukupnoj učinkovitosti sustava kontejnerizacije [5].

Razvoj i integracija ovih logističkih aktivnosti ključni su za stvaranje kohezivne i učinkovite transportne mreže. Kako kontejnerizacija nastavlja evoluirati, imperativ je da se sve povezane aktivnosti i infrastruktura stalno pregledavaju i unapređuju kako bi se zadovoljili rastući zahtjevi globalne trgovine i prijevoza.

### **3.3. Lučka terminalska infrastruktura i suprastruktura**

Lučki terminali specijalizirani su objekti unutar luke dizajnirani za rukovanje različitim vrstama tereta. Svaka vrsta terminala prilagođena je za upravljanje specifičnim vrstama robe i optimizaciju učinkovitosti njihovog obrade i kretanja.

Kontejnerski terminali su specijalizirani objekti unutar luka koji su dizajnirani za upravljanje kretanjem, skladištenjem i pretovarom tereta prevoženog u standardiziranim kontejnerima. Ovi terminali čine ključni dio globalnog opskrbnog lanca i igraju presudnu ulogu u omogućavanju neometanog tijeka međunarodne trgovine. Njihova učinkovitost izravno utječe na brzinu, trošak i pouzdanost logistike povezane s otpremom robe diljem svijeta [13]. Na shemi 2. prikazana je najvažnija lučka terminalska infrastruktura i suprastruktura.

Shema 2. – Shematski prikaz lučke terminalske infrastrukture i suprastrukture.



Izvor: [14].

Struktura i raspored kontejnerskog terminala osmišljeni su kako bi optimizirali kretanje, rukovanje i skladištenje kontejnera na učinkovit i sustavan način. Raspored je obično podijeljen na nekoliko ključnih područja, od kojih svako služi određenoj funkciji kako bi se osigurao nesmetan tijek operacija. Pristaništa su mjesta gdje kontejnerski brodovi pristaju kako bi utovarili ili istovarili kontejnere. Broj pristaništa ovisi o veličini terminala i količini prometa koji se obrađuje [13].

Dizalice, obično portalne dizalice ili dizalice za obalu, smještene su uz obalu kako bi podizale kontejnere između brodova i terminala.

Obalni prostori su područja odmah uz vodu gdje se kontejneri privremeno postavljaju nakon istovara s broda i prije nego što se premjeste u skladište ili izravno na kamione i vlakove. Kontejnersko dvorište je mjesto gdje se kontejneri privremeno skladište prije nego što se utovare na brodove ili prevezu kopnenim putem (cestom ili željeznicom). Dvorište je obično podijeljeno u zone za uvozne kontejnere koji čekaju preuzimanje ili prijenos, izvozne kontejnere koji čekaju utovar na brodove te prazne kontejnere koji se skladište za buduću upotrebu. Kontejneri se slažu pomoću gumenim kotačima pokretanih portalnih dizalica (RTG), željezničkih portalnih dizalica (RMG) ili uređaja za nošenje kontejnera (eng. straddle carrier) [15].

Raspored skladišta često koristi blok-sustav, gdje su kontejneri organizirani u redove, a broj slojeva ovisi o raspoloživom prostoru i opremi za rukovanje kontejnerima. Ulaz/izlaz je točka gdje kontejneri ulaze ili izlaze iz terminala cestovnim putem. Često je opremljen automatiziranim sustavima za učinkovitu obradu. Ulazne točke obrađuju dolazak kamiona s kontejnerima, a izlazne točke upravljaju odlaskom kamiona s kontejnerima. Na ovoj točki se provode sigurnosne provjere, carinske inspekcije i dokumentacija kontejnera kako bi se osiguralo pravilno praćenje i usklađenost s propisima.

Mnogi kontejnerski terminali imaju željeznički terminal koji je povezan s unutrašnjim željezničkim mrežama, omogućujući učinkovit multimodalni transport. Dizalice postavljene na šine ili uređaji za podizanje (eng. reach stackers) koriste se za prijenos kontejnera između vlakova i skladišta. Ovo područje obično uključuje pruge, dizalice i opremu za rukovanje kontejnerima radi olakšavanja željezničkih kretanja [13].

Kontrolni toranj i razne administrativne zgrade ključne su za upravljanje operacijama terminala. Ove zgrade služe kao sjedište operatera terminala, kontrole prometa i sustava za praćenje kontejnera. Kontrolni toranj prati kretanje kontejnera, rasporede brodova i koordinaciju između različitih načina transporta.

Depoi za kontejnere ili postrojenja za popravak često su dio strukture terminala. Ova postrojenja održavaju kontejnere i terminalnu opremu poput dizalica i uređaja za nošenje kontejnera. Radionice također mogu biti smještene u blizini kako bi pružile rutinske popravke i provjere za svu terminalnu opremu.

Osigurava se dovoljno prostora za parkiranje kamiona i njihovo manevriranje. Kamioni moraju čekati na označenim mjestima prije ulaska na ulaz za preuzimanje ili dostavu kontejnera.

Terminali zahtijevaju robusnu opskrbu energijom za dizalice i opremu, rasvjetu za noćne operacije i sustav odvodnje za upravljanje oborinskom vodom [13]. Ceste i pristupne rute unutar terminala moraju biti dobro dizajnirane kako bi se osiguralo nesmetano kretanje vozila, opreme i kontejnera. Mnogi moderni kontejnerski terminali imaju automatizirane sustave za praćenje kontejnera, upravljanje dvorištima i kontrolu zaliha. Ovi sustavi povećavaju učinkovitost smanjujući ljudske pogreške i ubrzavajući operacije.

Sustavi upravljanja terminalima (TOS) integrirani su s globalnim lancima opskrbe kako bi pružili podatke u stvarnom vremenu o statusu kontejnera, rasporedima brodova i dostupnosti opreme. Terminali se sve više dizajniraju s naglaskom na održivost okoliša. To uključuje energetske učinkovite dizalice, ekološki prihvatljivu rasvjetu i sustave za smanjenje buke i emisija iz kamiona, brodova i terminalne opreme.

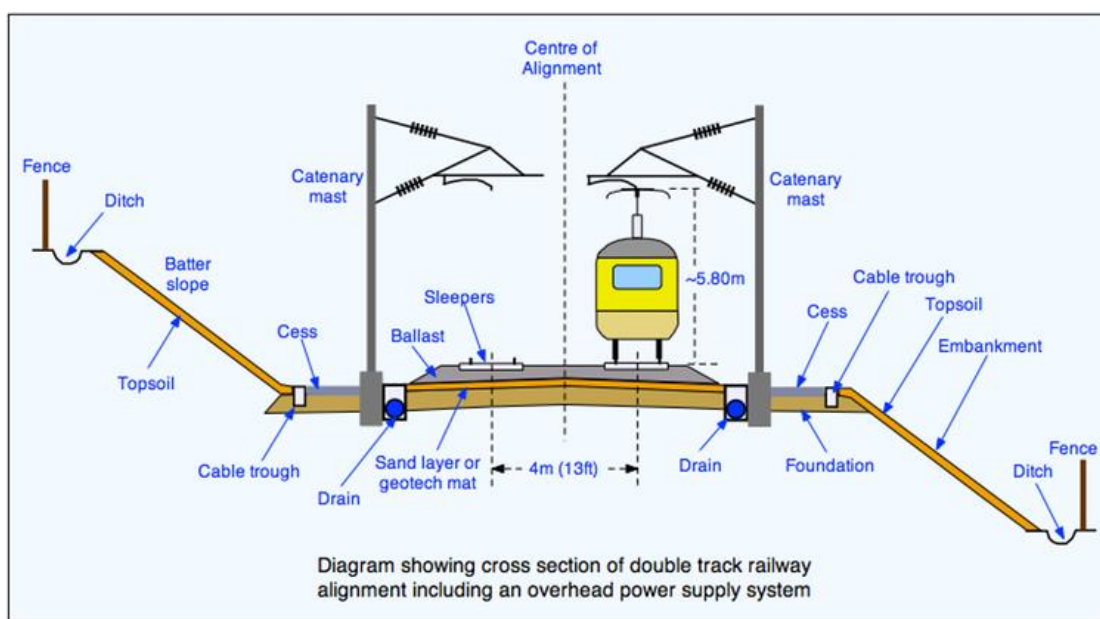
Raspored kontejnerskog terminala strateški je planiran kako bi se optimizirao protok kontejnera, smanjile gužve i osigurao nesmetan prijenos robe između brodova, kamiona i vlakova. Učinkovito upravljanje ovim područjima omogućuje brži obrt i veći kapacitet terminala [13].

### 3.4. Željeznička infrastruktura

Infrastrukturu željezničkog prometa čine različiti objekti i uređaji koji su ključni za funkcioniranje željezničkih mreža. To uključuje kolosječne uređaje: elemente koji čine osnovu pruge, uključujući donji stroj (temeljne komponente kao što su tlo i nasip) i gornji stroj (tračnice, pragovi i pričvrtni elementi). Gornji vodovi su sustav koji omogućuje prijenos električne energije do vlakova [5]. Na shemi 3. prikazani su glavni dijelovi željezničke infrastrukture.

Mostovi i tuneli čine integralni dio željezničke infrastrukture, omogućujući željeznici da prelaзи prirodne prepreke poput rijeka, dolina i planina. Ove građevine su ključne za stvaranje kontinuiranih ruta koje povezuju regije i države. Uz te fizičke strukture, željeznički signalni sustavi od vitalne su važnosti za sigurnu koordinaciju i kretanje vlakova. Ovi sustavi uključuju signalne uređaje koji pružaju upute strojovođama, kao i telekomunikacijske mreže koje omogućuju komunikaciju između kontrolnih centara, vlakova i stanica. Te telekomunikacijske mreže uključuju žičane veze i specijaliziranu komunikacijsku opremu smještenu u namjenskim zgradama [5].

Shema 3. – Shematski prikaz željezničke infrastrukture.



Izvor: [16].

Ostali važni elementi željezničke infrastrukture uključuju objekte koji se koriste za operacije i logistiku, poput skladišta za pohranu robe, zgrada stanica za upravljanje putničkim uslugama, perona za ukrcaj i iskrcaj putnika te rampi za utovar i istovar tereta. Ovi objekti osiguravaju učinkovito kretanje putnika i tereta diljem željezničke mreže. Pristupne ceste unutar i oko stanica i terminala također su ključni dio željezničke infrastrukture, omogućujući glatku tranziciju između cestovnog i željezničkog transporta za isporuku i otpremu robe.

U širem smislu, željeznička infrastruktura obuhvaća sve trajne objekte i uređaje koji služe za pružanje transportnih usluga te održavanje sigurnosti i učinkovitosti željezničkih operacija. Ti fiksni objekti ključni su za reguliranje prometa i osiguranje sigurnosti kako putničkih tako i teretnih usluga [5].

Jedna od najvažnijih karakteristika željezničkih sustava u svijetu jest varijacija širine kolosijeka — udaljenosti između unutarnjih rubova tračnica. Ova širina može se značajno razlikovati između zemalja, stvarajući i izazove i prilike za međunarodni željeznički transport. Standardni kolosijek, koji iznosi 1435 mm, najčešće se koristi u Europi i mnogim drugim dijelovima svijeta. Smatra se "normalnim" kolosijekom, pružajući zajednički standard koji olakšava međunarodne željezničke veze.

Međutim, ne koriste sve zemlje standardni kolosijek. Uski kolosijeci, koji su uži od 1435 mm, nalaze se u specifičnim regijama, često u područjima gdje teški tereni ili niži troškovi izgradnje zahtijevaju manju infrastrukturu i vlakove. Uski kolosijeci obično imaju širinu od 600 do 1060 mm i najčešće se koriste u putničkom i gradskom prijevozu, kao i u industriji, poput rudnika i šuma. Iako su rijetko prisutni u javnom željezničkom prometu, imaju posebnu ulogu u manipulacijskim operacijama. Ovi kolosijeci su ključni za utovar i istovar vagona, čime značajno doprinose učinkovitosti logističkih procesa [5].

S druge strane, široki kolosijeci, koji su širi od standardnih, koriste se u nekoliko zemalja. Na primjer, Rusija koristi široki kolosijek od 1524 mm, dok Portugal ima kolosijek od 1665 mm. Indija i Španjolska također koriste široke kolosijeke, mjereći 1670 mm i 1674 mm. Ova varijacija u širini kolosijeka zahtijeva specijaliziranu opremu, poput sustava za promjenu kolosijeka ili pretovarne stanice, kako bi vlakovi mogli prelaziti između različitih kolosijeka tijekom međunarodnog putovanja, osobito u regijama gdje se ti kolosijeci presijecaju.

Raznolikost u širini kolosijeka i infrastrukturi predstavlja kako logističke izazove, tako i jedinstvene prilike za međunarodnu suradnju, budući da zemlje i željezničke kompanije rade na razvoju rješenja koja održavaju učinkovitost u prekograničnom transportu. Ova globalna raznolikost odražava povijesne, geografske i ekonomske čimbenike koji su oblikovali razvoj



željezničkih mreža u različitim regijama i nastavlja igrati značajnu ulogu u dizajnu i funkcioniranju modernih željezničkih sustava [5].

Unutar željezničke infrastrukture, uz kolosijek i pripadajuće uređaje, željeznički kolodvori igraju ključnu ulogu. Željeznički kolodvori predstavljaju velike tehničke, tehnološke i organizacijske prometne jedinice smještene na specifičnom prostoru s odgovarajućim radnim sredstvima, uključujući željezničku infrastrukturu i suprastrukturu. U njima se obavljaju razne prometne aktivnosti poput utovara, pretovara i istovara tereta, formiranja i rasformiranja vlakova, te prihvata, presjedanja i otpreme putnika i njihove prtljage.

Željeznički kolodvori mogu biti različitih vrsta. Teretni kolodvori specijalizirani su za rukovanje teretom, uključujući utovar, pretovar i istovar tereta. Ranžirni kolodvori koriste se za sortiranje i preusmjeravanje vagona unutar željezničke mreže. Putnički kolodvori fokusirani su na prihvata i otpremu putnika. Kombinirani kolodvori kombiniraju funkcije teretnih i putničkih kolodvora.

S obzirom na njihov položaj u mreži, kolodvori se mogu klasificirati kao: početni (početna točka željezničke linije), završni (kraj željezničke linije), priključni (povezuju točke između različitih linija), spojni (povezuju željezničke mreže različitih operatora), čvorni (glavne točke u mreži s velikim brojem linija koje se spajaju) [5].

Prema tlocrtnom obliku, kolodvori mogu biti: čelni (svi kolosijeci su usmjereni prema jednom smjeru), prolazni (kolosijeci prolaze kroz kolodvor, omogućujući vlakovima da nastave putovanje), kombinirani (kombiniraju karakteristike čelnih i prolaznih kolodvora) [5].

Manji željeznički kolodvori, smješteni u manjim naseljima uz prugu, obavljaju osnovne operacije poput potpune ili djelomične manipulacije teretom, prihvata i otpreme putnika i njihove prtljage. Ovi kolodvori također mogu biti teretni, putnički ili kombinirani. Teretni (robni) kolodvori mogu se dodatno klasificirati prema vrsti tereta i specijalizaciji na kolodvore općega tipa (obavljaju razne operacije s komadnim i vagonskim pošiljkama), kolodvore za komadne pošiljke (fokusirani su na rukovanje komadnim pošiljkama), kolodvori za vagonске pošiljke (specijalizirani za rukovanje vagonskim pošiljkama), specijalizirani kolodvori (usmjereni na specifične vrste tereta poput ruda, ugljena, drva, žita, nafte, kontejnerskog prometa, itd.), lučki i pristanišni kolodvori (smješteni uz morske luke i riječna pristaništa, pružaju podršku željezničkim uslugama u tim područjima).

Željezničke skladišta igraju ključnu ulogu u privremenom smještaju robe koja se prevozi ili će se prevoziti željeznicom. Skladišta mogu biti zatvorena (za zaštitu tereta od atmosferskih uvjeta) i otvorena (za teret koji nije podložan atmosferskim padalinama). Osim zatvorenih i

otvorenih, skladišta mogu biti natkrivena, prizemna, višekratna, regalna, te specijalizirana za određene vrste tereta kao što su opasne stvari ili tereti koji zahtijevaju kontrolu temperature.

Signalizacijski, telekomunikacijski i informacijski segmenti željezničke infrastrukture su specifični i sofisticirani, a njihova funkcija je ključna za proizvodnju željezničkih usluga te sigurnost i regulaciju željezničkog prometa [5].

## 4. Glavne rute između Europe i Azije

Trgovački putevi koji povezuju Europu i Aziju stoljećima su bili ključne arterije globalne trgovine, omogućujući razmjenu dobara, kulture i ideja između dviju najvažnijih gospodarskih regija svijeta. Od povijesnog Puta svile do suvremenih pomorskih ruta i željeznica, ti su se putevi razvijali uz tehnološke napretke, geopolitičke promjene i gospodarske potrebe. Danas, kako globalizacija sve više produbljuje, raste potreba za učinkovitim i sigurnim trgovinskim putevima, pri čemu Europa i Azija prednjače u međunarodnom obujmu trgovine [17].

U ovom poglavlju istražiti ćemo glavne trgovačke rute koje podupiru protok robe između ovih kontinenata, fokusirajući se na pomorske i kopnene puteve. Poglavlje će obuhvatiti ključni pomorski koridor Sueskog kanala, a osim toga opisat će se kopnene inicijative, poput Transsibirske željeznice i kineske inicijative "Pojas i put" (BRI), koje imaju za cilj modernizaciju kopnenih veza diljem golemog euroazijskog prostora.

Istražujući infrastrukturu, gospodarski značaj i izazove povezane s ovim rutama, ovo poglavlje pruža sveobuhvatan uvid u to kako Europa i Azija održavaju svoje ključne uloge u globalnoj trgovini, oblikujući protok sirovina, industrijskih proizvoda i energije između kontinenata [17].

### 4.1. Sueski kanal

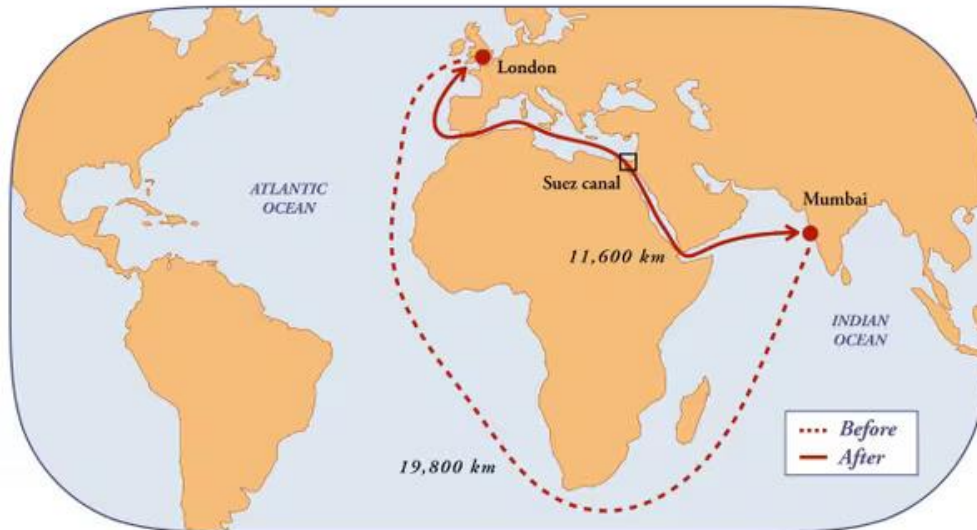
Pomorski put kroz Sueski kanal jedna je od strateški najvažniji pomorskih ruta u globalnoj trgovini, služeći kao najkraća pomorska veza između Europe i Azije. Ova ruta ima ključnu ulogu u međunarodnom brodarstvu, omogućujući plovilima da zaobiđu dug i opasan put oko južnog dijela Afrike preko Rta dobre nade. Kao rezultat toga, kanal značajno smanjuje udaljenost, vrijeme i troškove transporta robe između glavnih tržišta u Europi, Bliskom Istoku i Aziji [18].

Sueski kanal se nalazi u Egiptu i povezuje Sredozemno more s Crvenim morem. Dug je 193 kilometra i proteže se u smjeru sjever-jug preko Sueske prevlake, uskog kopnenog pojasa u sjeveroistočnom Egiptu. Riječ je o kanalu na razini mora, što znači da nema ustava, za razliku od drugih važnih kanala (npr. Panamski kanal). Brodovi mogu izravno ploviti između dva mora bez promjene visine, što ubrzava proces prolaska.

Otvoren 1869. godine, Sueski kanal je revolucionirao globalnu trgovinu drastično skraćujući morski put između Europe i Azije. Prije izgradnje kanala, brodovi su morali ploviti oko Rta dobre nade, što je putovanje činilo znatno dužim i opasnijim zbog loših vremenskih

uvjeta i rizika od piratstva. Kanal je brzo postao ključna točka europske kolonijalne ekspanzije, povezujući europska tržišta s njihovim kolonijama u Africi i Aziji [18]. Na shemi 4. prikazano je kako je izgledalo putovanje od Azije do Europe prije i nakon izgradnje Sueskog kanala.

Shema 4. – Karta putovanja između Azije i Europe prije i nakon izgradnje Sueskog kanala.



Izvor: [19].

Sueski kanal je dio pomorske trgovinske rute između Europe i Azije, jedne od najprometnijih i najvažnijih ruta za globalnu trgovinu. Više od 12% svjetske trgovine prolazi kroz kanal, uključujući naftu, ukapljeni prirodni plin (LNG), potrošačku robu i industrijske proizvode. Ova ruta je posebno važna za prijevoz sirove nafte i LNG-a s Bliskog Istoka prema Europi i Sjevernoj Americi. Posljednjih godina, Sueski kanal je zabilježio značajan promet kontejnera. U 2022. godini, oko 22.000 plovila prošlo je kroz kanal, pri čemu je značajan broj bio kontejnerskih brodova. Ukupni volumen prometa kontejnera kroz kanal te godine iznosio je oko 24 milijuna TEU-a.

Kanal značajno smanjuje vrijeme tranzita brodova, štedeći oko 7.000 kilometara i do dva tjedna plovidbe za brodove između Europe i Azije. Ova učinkovitost smanjuje troškove goriva i doprinosi smanjenju ekološkog utjecaja pomorskog transporta. U 2020. godini, unatoč globalnim ekonomskim usporavanjima, više od 18.000 brodova prošlo je kroz kanal, a Egipat je zaradio oko 5,6 milijardi dolara od tranzitnih naknada [18].

Sueski kanal je od izuzetnog značaja za globalnu opskrbu energijom. Značajan dio svjetske nafte i prirodnog plina prolazi kroz kanal, čineći ga ključnom točkom za izvoz energije, posebice s Bliskog Istoka. Poremećaji u radu kanala, poput incidenta s brodom "Ever Given"

u ožujku 2021., kada je veliki kontejnerski brod blokirao kanal šest dana, mogu uzrokovati velika kašnjenja u globalnoj trgovini i milijarde dolara gubitaka [20].

Sueski kanal povezuje važne pomorske čvorove, omogućujući trgovinu između glavnih luka. U Europi, to su primjerice Rotterdam (Nizozemska), Hamburg (Njemačka) i Antwerpen (Belgija), a u Aziji luke poput Šangaja (Kina), Singapura i Dubaija (UAE).

U 2015. godini Egipat je dovršio značajno proširenje Sueskog kanala, dodajući paralelni kanal koji omogućuje dvosmjerni promet na dijelu kanala. Ova proširenja povećala su kapacitet kanala i smanjila čekanja, omogućujući većim brodovima prolazak.

Geopolitičke tenzije u regiji Bliskog Istoka mogu utjecati na sigurnost kanala. Također, operacije kanala imaju utjecaj na okoliš, uključujući širenje invazivnih vrsta te rizik od izlivanja nafte ili drugih pomorskih nesreća [18].

## **4.2. Transsibirska željeznica**

Transsibirska željeznica jedna je od najpoznatijih i najdužih željezničkih sustava na svijetu, protežući se na više od 9.289 kilometara od Moskve na zapadu do Vladivostoka na pacifičkoj obali. Ona služi kao ključni kopneni trgovački koridor koji povezuje Europu i Aziju, igrajući značajnu ulogu u prijevozu putnika i tereta. Izgrađena između 1891. i 1916. godine, željeznica je bila središnja za razvoj Rusije i dalje ima ogroman strateški značaj za međunarodnu trgovinu [21].

Transsibirska željeznica prelazi prostranstva Sibira, prelazeći osam vremenskih zona, brojne rijeke i neravan teren. Povezuje europsku Rusiju s njenim dalekoistočnim teritorijima, pružajući osnovu za regionalnu povezanost i globalnu trgovinu između Europe i Azije.

Transsibirska željeznica razvila se u glavni kanal za premještanje dobara između Kine, drugih dijelova Istočne Azije i Europe, nadopunjujući pomorske rute poput Sueskog kanala. Kako trgovina između Europe i Azije nastavlja rasti, željeznica nudi održivu kopnenu alternativu tradicionalnim pomorskim rutama, koje su često sporije i podložne poremećajima poput vremenskih nepogoda ili geopolitičkih sukoba [21].

Razvoj kontejnerskog tereta značajno je povećao ulogu željeznice u međunarodnoj trgovini. Kontejneri, koji se lako prenose između različitih načina prijevoza, olakšavaju premještanje dobara preko velikih udaljenosti. To je učinilo Transsibirsku željeznicu ključnom karikom u globalnom opskrbnom lancu, posebno za robu visoke vrijednosti ili vremenski osjetljive proizvode. U posljednjim godinama, kretanje kontejnerskog tereta iz Azije u Europu putem Transsibirske željeznice značajno je poraslo, potaknuto rastom trgovinskih volumena između

dvaju kontinenata. Kako pomorske tvrtke traže brže alternative dugim pomorskim putovanjima kroz Sueski kanal ili Rt Dobre nade, željeznica je postala konkurentno rješenje, posebno za robu koja zahtijeva bržu dostavu [21].

Transsibirska željeznica nudi puno kraće vrijeme tranzita u usporedbi s pomorskim rutama. Putovanje vlakom od Kine do Europe traje otprilike 14-20 dana, u usporedbi s 30-45 dana brodom kroz Sueski kanal. To čini željeznicu posebno atraktivnom za industrije gdje je vrijeme kritično, kao što su elektronika, automobilski dijelovi, moda i farmaceutski proizvodi. Željeznica je dio šire mreže kopnenih željezničkih koridora, povezujući kineske proizvodne centre, kao što su Chongqing, Xi'an, Chengdu i Yiwu, s velikim europskim gradovima poput Duisburga, Hamburga, Varšave i Rotterdama. Ove željezničke usluge, često nazvane "Novi Put svile" ili "Belt and Road Initiative (BRI)" rute, povezuju ogromne proizvodne kapacitete Kine s potrošačkim tržištima u Europi [21]. Na shemi 5. prikazana je karta s ucrtanom cijelom dužinom Transsibirske željeznice.

Shema 5. – Karta s ucrtanom Transsibirskom željeznicom.



Izvor: [22].

Rusija, Kina i druge azijske zemlje ulažu značajna sredstva u modernizaciju željezničke infrastrukture kako bi prijevoz kontejnera bio učinkovitiji. Moderni željeznički terminali i suhi lukovi duž rute su razvijeni, s objektima sposobnim za rukovanje kontejnerskim teretom, premještanje kontejnera s vlakova na kamione ili druge načine prijevoza kada je potrebno.

Iako pomorski prijevoz još uvijek dominira u pogledu kapaciteta, kontejnerski vlakovi na Transsibirskom željezničkom pravcu mogu rukovati značajnom količinom tereta. Povećana upotreba vlakova s dvostrukim kontejnerima, poboljšana koordinacija logistike i blok-vlakovi

(posvećeni teretni servisi između određenih polazišta i odredišta) poboljšali su učinkovitost i pouzdanost ovog kopnenog pravca [21].

Jedan od izazova korištenja Transsibirske željeznice za kontejnerski teret su složeni granični prijelazi i carinske procedure, posebno na granicama Rusije, Kazahstana i Europske unije. Poduzimaju se naponi za pojednostavljenje carinskih postupaka, a nove tehnologije poput digitalnog praćenja tereta i carinskih deklaracija poboljšavaju vrijeme tranzita i smanjuju birokratska kašnjenja.

Željeznički prijevoz proizvodi manje emisije stakleničkih plinova u usporedbi s pomorskim ili zračnim prijevozom, što čini Transsibirsku željeznicu zelenijom opcijom za tvrtke koje žele smanjiti svoj ugljični otisak. To je posebno važno kako održiva okolišna praksa postaje veći fokus globalne trgovine.

Jedan od glavnih izazova za prijevoz kontejnera na Transsibirskom željezničkom pravcu je razlika u kolosijecima između Rusije (koja koristi 1.520 mm kolosijek) i većine Europe i Kine (koje koriste standardni kolosijek od 1.435 mm). To zahtijeva premještanje kontejnera ili zamjenu osovina na određenim točkama, što dodaje vrijeme i složenost putovanju.

Iako se ulaže u proširenje kapaciteta, dijelovi Transsibirske željeznice mogu doživjeti uska grla, posebno tijekom vršnih perioda. Ograničena dostupnost željezničkog materijala, gužve na prugama ili kašnjenja na graničnim prijelazima ponekad mogu poremetiti glatki protok dobara [21].

Ruta prolazi kroz više zemalja, a političke ili ekonomske napetosti između nacija mogu utjecati na rad željeznice. Na primjer, sankcije protiv Rusije ili trgovinski sporovi koji uključuju Kinu ili Europu mogli bi ometati usluge ili utjecati na troškove i sigurnost prijevoza.

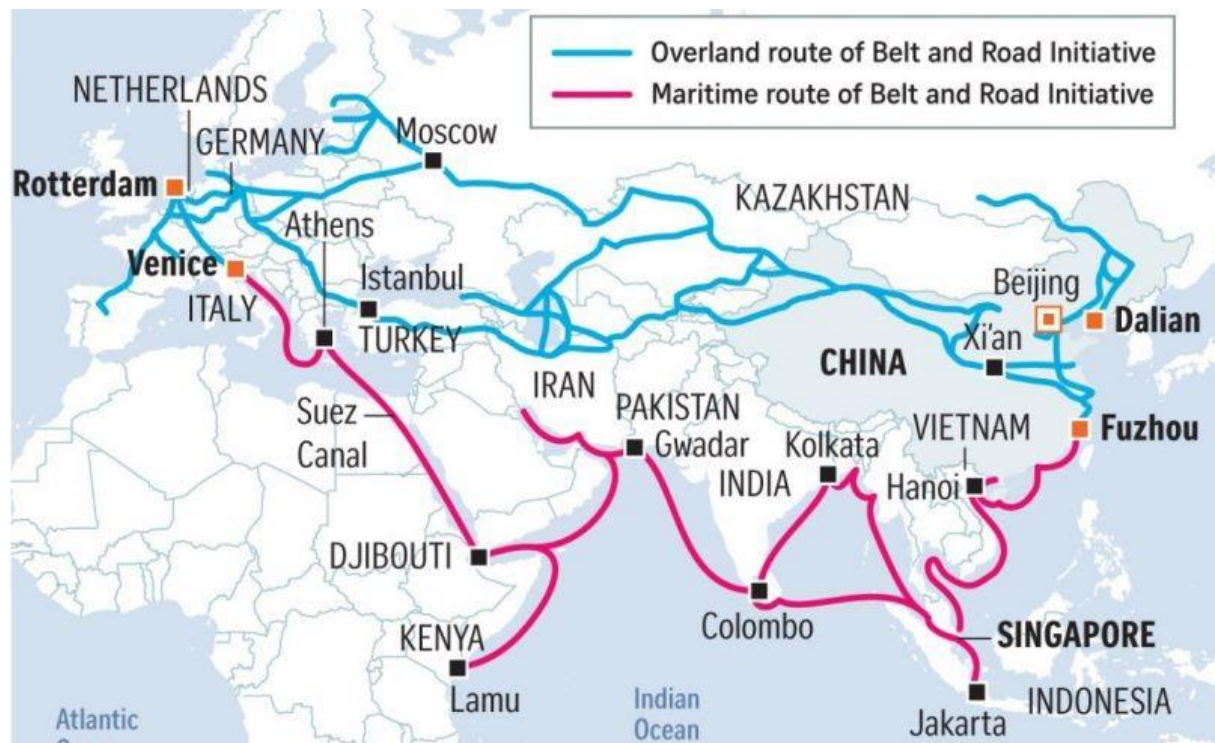
Transsibirska željeznica je zabilježila stalni porast volumena tereta, s velikim tvrtkama i vladama koje podržavaju inicijative čine ju privlačnijom trgovačkom rutom. Kako globalna potražnja za bržim i ekološki prihvatljivijim logističkim rješenjima raste, željeznica će vjerojatno igrati još značajniju ulogu u povezivanju azijskih tvornica s europskim potrošačima.

Osim toga, kineska inicijativa Belt and Road (BRI) nastoji modernizirati kopnene trgovačke rute širom Euroazije, uključujući Transsibirsku željeznicu. Ulaganja u infrastrukturu, novi željeznički terminali i partnerstva između kineskih i ruskih željezničkih vlasti trebali bi povećati kapacitet i dodatno smanjiti vrijeme tranzita [21].

### 4.3. Inicijativa Pojas i Put (Belt and Road Initiative – BRI)

Inicijativa Pojas i Put (BRI), koju je Kina usvojila 2013. godine, globalna je razvojna strategija poznata i kao Novi Put svile. Ova ambiciozna inicijativa ima za cilj poboljšanje regionalne povezanosti i poticanje ekonomskog rasta kroz izgradnju ključne infrastrukture, povećanje trgovine i jačanje ekonomske suradnje među zemljama. BRI obuhvaća više od 140 zemalja diljem Azije, Europe, Afrike i drugih dijelova svijeta, čineći je jednim od najvećih međunarodnih razvojnih projekata u povijesti [23]. Na shemi 6. prikazana je karta s ucrtanim kopnenim i pomorskim rutama BRI-a.

Shema 6. – Karta s ucrtanim kopnenim i pomorskim rutama BRI-a.



Izvor: [24].

BRI teži obnovi i proširenju drevnih trgovačkih ruta koje su nekada povezivale Kinu s Europom, s namjerom da olakša glatke i učinkovite tokove trgovine i investicija.

Kopnena ruta ima za cilj povezivanje Kine s Europom preko Središnje Azije, slijedeći povijesne trgovačke rute svile. Ova ruta uključuje širok spektar infrastrukturnih projekata, kao što su željeznice, ceste i energetske cijevi, koji su ključni za unapređenje trgovinske povezanosti.



Pomorski put svile 21. stoljeća, tj. pomorska ruta ima za cilj povezivanje Kine s jugoistočnom Azijom, južnom Azijom, Afrikom i Europom kroz ključne pomorske koridore. Ova ruta obuhvaća izgradnju i modernizaciju luka te jačanje pomorskih veza kako bi se osiguralo učinkovitije pomorsko povezivanje [23].

Jedan od osnovnih aspekata BRI-a je razvoj infrastrukture, uključujući ceste, željeznice, luke, zračne luke i energetske cijevi. Ova infrastruktura je ključna za olakšavanje učinkovitije trgovine i ekonomske integracije među zemljama. Inicijativa također teži povećanju trgovine smanjenjem barijera i stvaranjem povoljnog investicijskog okruženja. Cilj je stvoriti nove trgovačke rute i tržišne prilike za zemlje sudionice, čime se poboljšava globalna učinkovitost opskrbnog lanca.

Uz ekonomske ciljeve, BRI promiče kulturne razmjene i međusobno razumijevanje među zemljama sudionicama. Poticanje obrazovnih i istraživačkih suradnji, turizma i kulturnih interakcija doprinosi jačanju veza među narodima [23].

BRI je značajno utjecao na globalne obrasce trgovine i investicija. Mnoge zemlje sudionice su profitirale od nove ili unaprijeđene infrastrukture, što je poboljšalo njihov ekonomski potencijal i povezanost. Inicijativa je stvorila nove trgovačke rute i tržišta, doprinoseći ekonomskom rastu i diversifikaciji za mnoge zemlje.

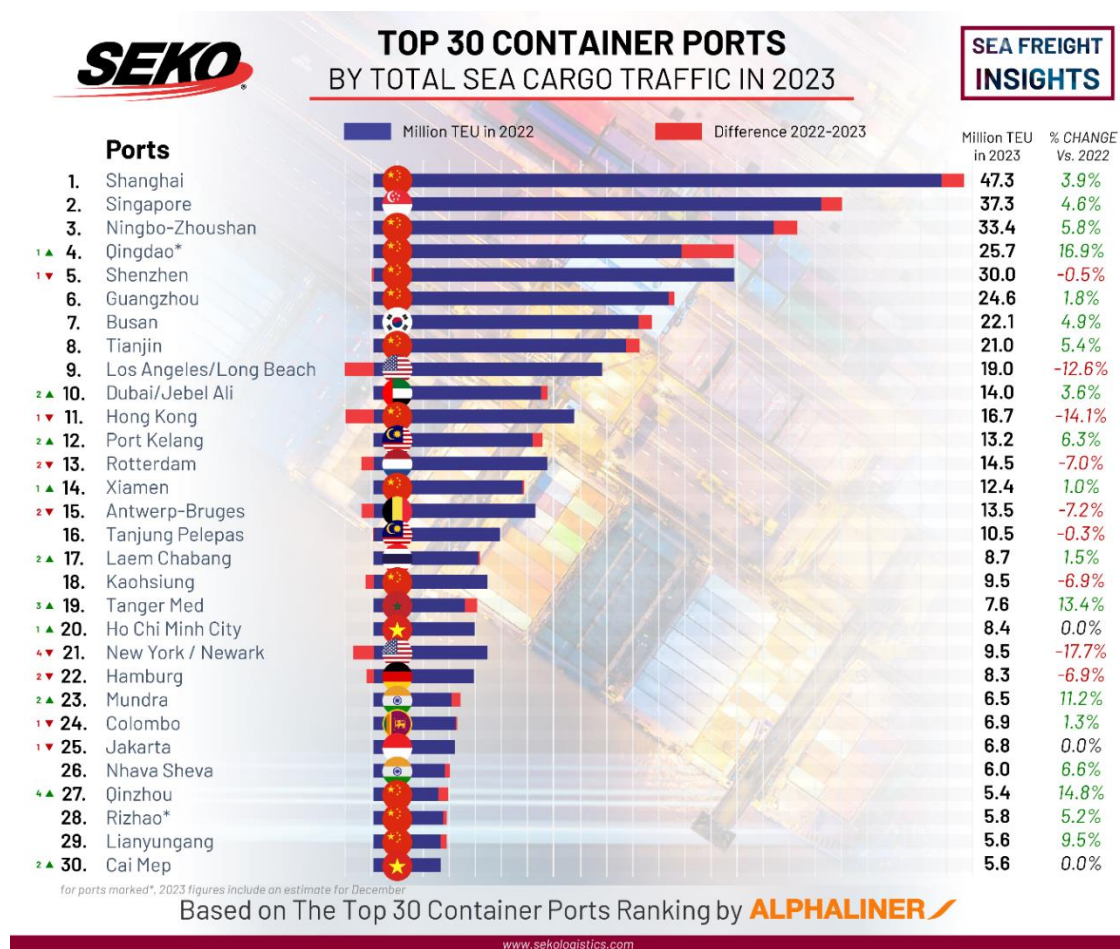
Unatoč ambicioznim ciljevima, BRI se suočava s nekoliko izazova. Neke zemlje su izrazile zabrinutost zbog tereta duga povezanog s BRI projektima, dok su drugi izrazili strah od mogućih geopolitičkih napetosti i ekoloških problema. Neki projekti su također naišli na kritike zbog svog utjecaja na okoliš i lokalne zajednice.

BRI se nastavlja razvijati, s brojnim tekućim projektima i novim inicijativama. Kina radi na rješavanju kritika i poboljšanju održivosti inicijative, a kako globalni obrasci trgovine i geopolitičke dinamike evoluiraju, BRI će vjerojatno ostati ključna karakteristika međunarodnog ekonomskog razvoja. S ciljem jačanja globalne trgovine i suradnje, BRI ima potencijal oblikovati budućnost međunarodne ekonomije i povezanosti [23].

## 5. Glavni terminali Europe i Azije

Kontejnarski terminali koji će biti obrađeni u ovom poglavlju nisu samo točke prijenosa tereta; oni su strateški smještena vrata koja olakšavaju besprijekoran prijenos dobara širom svijeta. Ovi terminali obrađuju ogromne količine kontejneriziranog tereta, čineći ih ključnima za funkcioniranje globalne trgovine. Od užurbanih luka Europe do dinamičnih terminala Azije, svaka lokacija doprinosi složenoj mreži koja podržava međunarodnu trgovinu i gospodarski rast [5]. Tablica 1. prikazuje najveće svjetske luke prema kontejnerskom prometu 2023., iz koje je vidljivo da Azija u tom segmentu dominira. U ovom radu prikazat će se luke u Šangaju i Singapuru jer su to najveći kontejnerski terminali na svijetu, zatim luka u Rotterdamu kao najveći kontejnerski terminal u Europi te na kraju luka u Rijeci koja je najveći kontejnerski terminal u Republici Hrvatskoj.

Tablica 1. – Tablica najvećih luka prema kontejnerskom prometu.



Izvor: [25].

## 5.1. Luka Shanghai

Shanghai International Port Group (SIPG) upravlja lukom Shanghai, koja je jedna od najvećih i najprometnijih kontejnerskih luka u svijetu. Smještena u Šangaju u Kini, ova luka igra ključnu ulogu u međunarodnoj trgovini, služeći kao glavno čvorište za globalno pomorsko i logističko poslovanje. Njena značajna uloga ističe njen ključni doprinos u olakšavanju međunarodnog trgovinskog prometa i jačanju svjetskih opskrbnih lanaca, čineći je neophodnim čvorištem u globalnoj trgovinskoj mreži [26]. Na slici 2. prikazan je kontejnerski terminal luke u Šangaju.

*Slika 2. – Kontejnerski terminal u luci Šangaj.*



Izvor: [27].

Luka Shanghai je strateški smještena na ušću rijeke Yangtze, jedne od najvažnijih vodenih putova u Kini. Ova povoljna lokacija omogućava luci da djeluje kao ključna vrata za teret koji putuje prema i iz područja delte rijeke Yangtze, koje se prepoznaje kao značajan ekonomski centar unutar Kine. Izvanredna geografska pozicija luke omogućava učinkovite veze s domaćim i međunarodnim tržištima, dodatno učvrstivši njenu ulogu kao središnje i neophodno čvorište u globalnim trgovinskim rutama.

Lučki kompleks u Šangaju opremljen je najmodernijom infrastrukturom koja je pažljivo dizajnirana za efikasno upravljanje raznovrsnim vrstama tereta. Duboka pristaništa mogu primiti neke od najvećih kontejnerskih brodova na svijetu, omogućavajući luci da upravlja velikim volumenima pomorskog prometa s lakoćom. Luka koristi vrhunsku tehnologiju, uključujući automatizirane dizalice i sofisticirane sustave za rukovanje teretom, koji optimiziraju operacije i značajno povećavaju protočnost [26].

Luka Shanghai nudi različite opcije skladištenja koje podržavaju učinkovito upravljanje teretom, omogućujući nesmetano i učinkovito logističko poslovanje. Poznata je po svojoj izuzetnoj operativnoj učinkovitosti, koja je rezultat kontinuiranih ulaganja u infrastrukturu i tehnologiju. Ova visoka razina učinkovitosti omogućava luci da upravlja značajnim volumenom kontejnerskog prometa s izvanrednom preciznošću i brzinom.

Luka Shanghai dosljedno drži poziciju najprometnije kontejnerske luke na svijetu. Izvanredna protočnost luke svjedoči o njejoj ključnoj ulozi u globalnoj pomorskoj trgovini. U 2022. godini, luka Shanghai obradila je približno 47,5 milijuna TEU-a. Ovaj impresivan volumen kontejnerskog tereta odražava ogroman kapacitet luke i njen esencijalni doprinos u povezivanju međunarodnih trgovinskih mreža [28].

Opsežni kapacitet i strateško pozicioniranje luke Shanghai čine je ključnom komponentom međunarodnih opskrbnih lanaca. Olakšavanjem trgovine između Kine i brojnih zemalja širom svijeta, luka značajno doprinosi statusu Šangaja kao glavnog globalnog financijskog i trgovinskog centra.

Luka Shanghai posvećena je stalnom širenju i modernizaciji kako bi pratila rastuće količine trgovine i napredak u pomorskoj tehnologiji. Ulažu se sredstva za poboljšanje lučkih objekata, uključujući proširenje pristaništa, unapređenje opreme za rukovanje teretom i razvoj novih logističkih centara. Uvođenje naprednih tehnologija automatizacije ima za cilj povećanje operativne učinkovitosti, smanjenje vremena obrade i minimiziranje ljudskih grešaka [26].

Luka se također fokusira na održivost, integrirajući ekološki prihvatljive prakse i tehnologije koje su osmišljene za smanjenje svog ugljičnog otiska. Ova kontinuirana poboljšanja imaju za cilj očuvanje konkurentne prednosti luke Shanghai i osiguranje njenog statusa kao vodeće sile u globalnoj pomorskoj industriji.

Ukratko, impozantna veličina, strateška lokacija i najsuvremenija infrastruktura luke Shanghai čine je temeljem globalne trgovine. Njen kapacitet za upravljanje ogromnim količinama kontejnerskog tereta naglašava njen ključni značaj u olakšavanju međunarodnog trgovinskog prometa i podršci globalnom opskrbnom lancu [26].

## 5.2. Luka Singapur

Luka Singapur je jedna od vodećih i najutjecajnijih lučkih instalacija u svijetu, strateški smještena na raskrižju globalnih pomorskih trgovačkih ruta. Kao središnje čvorište za međunarodni pomorski i logistički promet, ova luka predstavlja vitalnu točku u globalnoj mreži opskrbnog lanca. Njezina strateška lokacija i napredna infrastruktura naglašavaju njezinu ključnu ulogu u olakšavanju globalne trgovine [29]. Na slici 3. prikazan je kontejnerski terminal luke u Singapuru.

*Slika 3. – Kontejnerski terminal u luci Singapuru.*



Izvor: [30].

Smještena na južnom vrhu Malajskog poluotoka, Luka Singapur koristi svoj povoljni geografski položaj uz singapurski tjesnac, jednu od najvažnijih pomorskih prometnica u svijetu. Ova strateška lokacija omogućuje luci da djeluje kao ključna točka za preusmjeravanje pomorskog prometa između Indijskog oceana i Južnog kineskog mora. Blizina glavnim pomorskim rutama poboljšava sposobnost luke da učinkovito poveže globalna tržišta i omogući nesmetan protok robe između kontinenata [29].

Luka Singapur je poznata po svojoj modernoj infrastrukturi, dizajniranoj za rukovanje širokim spektrom vrsta tereta i prihvaćanje nekih od najvećih brodova u svijetu. Pristaništa u Singapuru mogu primiti najveće kontejnerske brodove u pogonu, omogućujući luci da upravlja

velikim pomorskim prometom i održava svoju poziciju kao glavno globalno pomorsko čvorište.

Luka koristi najsvremeniju tehnologiju, uključujući automatizirane dizalice i sofisticirane sustave za rukovanje teretom, što omogućuje učinkovitije operacije i povećava propusnost.

Luka Singapur je poznata po svojoj izvanrednoj operativnoj učinkovitosti, što je rezultat kontinuiranih ulaganja u infrastrukturu i tehnologiju. Ova visoka razina učinkovitosti omogućuje luci da upravlja velikim količinama kontejnerskog prometa s izvanrednom preciznošću i brzinom.

Luka Singapur dosljedno zauzima visoko mjesto među najprometnijim kontejnerskim lukama u svijetu. U posljednjim godinama, luka je obradila impresivne količine kontejnerskog tereta. U 2023. godini, luka Singapur obradila je približno 39 milijuna TEU-a. Ova značajna količina kontejnerskog tereta odražava veliku kapacitetu luke i njezinu ključnu ulogu u povezivanju međunarodnih trgovačkih mreža [31].

Opsežni kapacitet i strateška pozicija Luke Singapur čine je ključnim komponentom međunarodne trgovine i ekonomske aktivnosti.

Kao glavno čvorište za preusmjeravanje, luka omogućuje kretanje robe između različitih regija i time doprinosi učinkovitosti globalnih opskrbnih lanaca.

Operacije luke podržavaju status Singapura kao vodećeg globalnog financijskog i trgovačkog središta. Ona je ključni pokretač nacionalne ekonomije, doprinosi sektorima kao što su proizvodnja, maloprodaja i logistika.

Povezanost luke s drugim glavnim lukama i transportnim mrežama poboljšava trgovinu unutar regije Azija-Pacifik, podržavajući regionalni ekonomski rast i integraciju.

Luka Singapur nastavlja s kontinuiranim proširenjem i modernizacijom svojih kapaciteta kako bi odgovorila na rastuće volumene prometa i tehnološke napretke. Sredstva se ulažu u značajno proširenje lučkih objekata, što uključuje izgradnju novih kontejnerskih terminala i unapređenje postojećih, s ciljem povećanja ukupnog kapaciteta i poboljšanja operativne učinkovitosti. Ujedno, luka implementira napredne tehnologije poput automatizacije i digitalizacije kako bi unaprijedila operativnu učinkovitost, poboljšala sigurnost te smanjila vrijeme potrebno za obrtanje brodova.

Također, luka stavlja poseban naglasak na održivost, primjenjujući ekološki prihvatljive prakse i tehnologije koje imaju za cilj smanjenje njenog utjecaja na okoliš i podršku zelenim pomorskim inicijativama [29].

### 5.3. Luka Rotterdam

Luka Rotterdam je jedan od najvećih kontejnerskih luka na svijetu, poznata po svojoj ogromnoj veličini, naprednoj infrastrukturi i ključnoj ulozi u globalnoj trgovini. Smještena u gradu Rotterdamu u Nizozemskoj, ova luka služi kao ključna vrata za pomorsku trgovinu između Europe i ostatka svijeta. Njezin neusporediv kapacitet i strateško pozicioniranje učvrstili su njezin status kao središnjeg čvorišta u međunarodnoj logistici i mrežama opskrbnog lanca [32]. Na slici 4. prikazan je kontejnerski terminal luke u Rotterdamu.

*Slika 4. – Kontejnerski terminal u luci Rotterdam.*



Izvor: [33].

Smještena na obalama rijeke Rajne, koja se ulijeva u Sjeverno more, Luka Rotterdam koristi svoj izuzetno povoljni geografski položaj koji omogućava izravan pristup kako europskim unutarnjim tržištima, tako i globalnim pomorskim rutama. Ova vrhunska lokacija omogućava luci da djeluje kao ključna ulazna i izlazna točka za teret koji je namijenjen ili dolazi iz različitih europskih zemalja, olakšavajući besprijekorne veze između brodova za oceane i unutarnjih transportnih mreža. Blizina luke velikim europskim industrijskim i ekonomskim središtima dodatno poboljšava njezinu ulogu kao kritičnog kanala za međunarodnu trgovinu [32].

Luka Rotterdam ističe se svojom vrhunskom infrastrukturom, koja je detaljno osmišljena za upravljanje različitim vrstama tereta i prihvat velikih plovila. Luka je opremljena opsežnom mrežom skladišta i distribucijskih centara, što omogućava učinkovito skladištenje, upravljanje

i distribuciju robe. Ovi objekti su usko povezani s operacijama rukovanja teretom u luci, čime se osigurava nesmetana i efikasna logistika.

Luka Rotterdam je čvrsto povezana s različitim kopnenim transportnim mrežama, kao što su željeznice, ceste i unutarnji vodeni putovi. Ova izvrsna povezanost omogućava glatki prijenos robe prema i iz luke, čime se podržavaju efikasne operacije opskrbnog lanca diljem Europe i šire.

Luka Rotterdam kontinuirano se nalazi među najprometnijim kontejnerskim portovima u svijetu, što odražava njen ogroman kapacitet i ključnu ulogu u globalnoj pomorskoj trgovini. U posljednjim godinama, luka je obradila značajne količine kontejnerskog tereta. U 2022. godini, Luka Rotterdam obradila je oko 14,4 milijuna TEU-a. Ovaj impresivan promet naglašava njezinu ključnu ulogu u olakšavanju međunarodne trgovine i sposobnost upravljanja velikim pomorskim operacijama [34].

Opsežna infrastruktura i strateška lokacija Luke Rotterdam čine je ključnim igračem u međunarodnoj trgovini i ekonomiji. Kao glavni prekrcajni centar, omogućava učinkovito kretanje robe između različitih regija, čime poboljšava ukupnu učinkovitost globalnih opskrbnih lanaca. Aktivnosti luke su ključne za status Rotterdama kao vodećeg globalnog trgovačkog i logističkog centra, što potiče ekonomski rast u sektorima poput proizvodnje, maloprodaje i logistike. Povezanost s velikim europskim lukama i transportnim mrežama podržava regionalnu trgovinu i ekonomsko povezivanje unutar Europe. Luka Rotterdam također se fokusira na održivost, implementirajući ekološki prihvatljive prakse i tehnologije s ciljem smanjenja svog utjecaja na okoliš i podrške zelenim pomorskim inicijativama [32].

#### **5.4. Luka Rijeka**

Luka Rijeka najveća je i najznačajnija pomorska luka u Hrvatskoj te igra ključnu ulogu u gospodarstvu zemlje i međunarodnoj trgovini. U 2020. godini, luka je ostvarila impresivan promet od približno 13,6 milijuna tona tereta (većinom nafta, obični teret i rasuti teret) pri čemu je većina ovog volumena obuhvaćala naftu, generalni teret i rasute terete. Osim toga, luka je uspješno obradila značajan broj kontejnera, otprilike 344.000 TEU-a, što dodatno naglašava njezin značaj kao ključnog središta za kontejnerski teret u regiji. Ovaj opsežan operativni kapacitet ističe stratešku važnost luke u olakšavanju domaće i međunarodne pomorske trgovine [35]. Na slici 5. prikazan je kontejnerski terminal luke u Rijeci.



*Slika 5. – Kontejnerski terminal u luci Rijeka.*



Izvor:[36].

Kontejnerski terminal Jadranska vrata specijaliziran je za prekrcaj kontejnera i opremljen najsvremenijom opremom, uključujući obalne i skladišne dizalice te mehanizaciju za prekrcaj vlakova. Zajedničkom investicijom Lučke uprave Rijeka u infrastrukturu terminala i koncesionara u prekrcajnu opremu, realizirana je druga faza razvoja terminala, čime su povećani kapaciteti i osigurana veća efikasnost u prekrcaju kontejnera. Izgrađeno je novo pristanište dužine 330 metara, s dubinom mora od 14,8 metara, uz novu skladišnu površinu i modernizirani ulazno-izlazni punkt. Terminal sada obuhvaća ukupno 17 hektara površine, dva veza ukupne dužine 630 metara i direktnu poveznicu s autocestom prema Zagrebu. Završene investicije u terminal, kao i tekuće investicije u željezničku infrastrukturu, usmjerene su na povećanje intermodalnih kapaciteta kontejnerskog terminala Jadranska vrata [35].

Operater na kontejnerskom terminalu je međunarodni koncesionar Jadranska vrata d.d. (Adriatic Gate Container Terminal), čiji je većinski vlasnik ICTSI (International Container Terminal Services Inc.). Strateško partnerstvo s ICTSI-jem formalizirano je 2011. godine kroz potpisivanje ugovora, čime je osigurana suradnja s jednim od vodećih svjetskih operatera kontejnerskih terminala.

Kako bi ostala konkurentna u odnosu na druge luke, Lučka uprava Rijeka pokrenula je projekt izgradnje novog Deep Sea kontejnerskog terminala, čime se osiguravaju dodatni lučki

kapaciteti. Ovaj terminal predstavlja najznačajniji objekt u sklopu projekta Rijeka Gateway. Planiran je kao ravno pristanište ukupne dužine 680 metara, s prosječnom širinom od 300 metara. Dubina mora uz pristanište bit će najmanje 20 metara, omogućujući prihvat kontejnerskih brodova svih veličina. Terminal će se graditi u dvije faze: prva faza obuhvaća izgradnju 400 metara pristaništa, dok druga faza uključuje dodatnih 280 metara. Po završetku obje faze, luka Rijeka imat će obalu ukupne dužine 680 metara. Prva faza izgradnje pristaništa je pri kraju, a uz nju će se rekonstruirati željezničko sučelje terminala i izgraditi spojna cesta D-403. Nastavak izgradnje preostalih faza terminala bit će odgovornost budućeg koncesionara, koji će putem međunarodnog natječaja dobiti koncesiju za upravljanje, izgradnju i korištenje ovog terminala [35].

## **6. Trendovi održive mobilnosti kontejnerskog transporta**

Globalna industrija kontejnerskog prijevoza igra ključnu ulogu u povezivanju gospodarstava, olakšavanju trgovine i osiguravanju protoka robe širom svijeta. Međutim, njezin utjecaj na okoliš je značajan, jer doprinosi emisiji stakleničkih plinova, zagađenju zraka i iscrpljivanju resursa. Kako se hitnost rješavanja klimatskih promjena i degradacije okoliša pojačava, održiva mobilnost u kontejnerskom prijevozu postala je ključni fokus vlada, industrijskih lidera i zagovornika zaštite okoliša [37].

Održiva mobilnost odnosi se na usvajanje praksi, tehnologija i politika koje smanjuju ekološki otisak transporta, a pritom održavaju učinkovitost i ekonomsku održivost. U kontekstu kontejnerskog prijevoza to uključuje prijelaz na čišće izvore energije, poboljšanje učinkovitosti logističkih mreža i promicanje prijelaza na manje ugljično intenzivne načine transporta. Brodovi, vlakovi i kamioni – glavni oblici prijevoza u kontejnerskom prometu – nalaze se u središtu ove transformacije, pri čemu se svaki suočava s jedinstvenim izazovima i prilikama na putu prema većoj održivosti [37].

U sljedećim potpoglavljima obradit će se detaljno elektrifikacija, automatizacija i autonomna vozila te digitalizacija.

### **6.1. Elektrifikacija**

Elektrifikacija je jedan od najutjecajnijih načina za smanjenje emisije stakleničkih plinova i zagađenja zraka u prijevozu kontejnera. Luke, koje su ključne točke globalne logistike, tradicionalno su se oslanjale na dizelske strojeve i vozila za utovar, istovar i premještanje kontejnera. Ove operacije bile su značajan izvor zagađenja zraka i emisija ugljikovog dioksida. Međutim, prijelaz na opremu i vozila na električni pogon nudi čišću i održiviju alternativu [38].

Luke sve više usvajaju elektrificirane dizalice (poput portalnih dizalica) i straddle nosače, koji su odgovorni za premještanje kontejnera između brodova i skladišnih prostora. Za razliku od svojih dizelskih verzija, električne dizalice ne emitiraju lokalne emisije i rade tiše, poboljšavajući kvalitetu zraka i smanjujući zagađenje bukom u lučkim područjima. Osim toga, električne dizalice zahtijevaju manje održavanja i imaju niže operativne troškove dugoročno zbog smanjene potrošnje goriva [38].

Luke također prelaze na električna vozila u svojim flotama kamiona i unutarnjeg transporta. Kamioni za premještanje kontejnera unutar terminala mogu se zamijeniti električnim verzijama koje doprinose smanjenju emisija i uštedi energije. Nekoliko velikih luka, uključujući luku Los

Angeles i Rotterdam, već su uvele električne kamione u svoje flote kao dio svojih dugoročnih strategija održivosti.

Uspjeh elektrifikacije u lukama ovisi o razvoju odgovarajuće infrastrukture za punjenje. Mnoge luke ulažu u stanice za punjenje visokog kapaciteta koje mogu opslužiti širok raspon električnih vozila i strojeva. Tehnologije brzog punjenja, koje smanjuju zastoje, postaju sve češće, dodatno potičući usvajanje električnih vozila i opreme u lučkim operacijama.

Prijelaz na električne strojeve i vozila u lukama značajno smanjuje emisiju ugljika, pridonoseći globalnim naporima u borbi protiv klimatskih promjena. Također pomaže lukama da se usklade sa sve strožim ekološkim propisima, osobito onima koji se odnose na emisije iz dizelskih motora [38].

Električne lokomotive sve više zamjenjuju dizelske motore na željezničkim mrežama, pružajući značajne ekološke koristi. Elektrifikacija željezničkih pruga smanjuje emisiju stakleničkih plinova, smanjuje zagađenje zraka i smanjuje ovisnost o fosilnim gorivima. Električni vlakovi su energetske učinkovitiji, brži i tiši u usporedbi sa svojim dizelskim kolegama. Proširenje elektrificiranih željezničkih mreža ključno je za poboljšanje održivosti kontejnerskog transporta [39].

Elektrifikacija željezničke infrastrukture uključuje modernizaciju pruga i instaliranje nadzemnih sustava ili trećih tračnica. Iako ovaj proces zahtijeva značajna ulaganja, donosi dugoročne koristi u pogledu operativne učinkovitosti i ekološke izvedbe. Osim toga, električni željeznički transport podržava integraciju obnovljivih izvora energije, čime dodatno povećava održivost željezničke mreže.

Električni kamioni pojavljuju se kao održiva alternativa dizelskim teretnim vozilima. Napredak u tehnologiji baterija i povećan domet učinili su električne kamione pogodnim za dugolinijske i urbane isporuke. Električni kamioni ne emitiraju štetne plinove iz ispušne cijevi, čime doprinose čistijem zraku i smanjenju buke. Vodeće logističke tvrtke uključuju električne kamione u svoje flote, što odražava sve veću prihvaćenost električnog cestovnog transporta [39].

## **6.2. Automatizacija i autonomna vozila**

U području kontejnerskog transporta, automatizacija revolucionira učinkovitost i sigurnost lučkih operacija. Automatizirani sustavi za rukovanje kontejnerima, uključujući dizalice i stackere, sada su uobičajeni u velikim lukama i terminalima. Ovi sustavi koriste naprednu robotiku i računalne sustave za utovar, istovar i premještanje kontejnera uz minimalnu ljudsku

intervenciju. Automatizirana vozila s usmjerenim vođenjem (AGV) i autonomni mobilni roboti (AMR) dodatno unapređuju unutarnje kretanje kontejnera unutar luka, premještajući kontejnere između pristaništa i skladišta bez potrebe za ljudskim operatorima [40].

Usvajanje automatizacije u lukama donosi brojne prednosti. Povećava operativnu učinkovitost smanjenjem vremena čekanja za brodove i minimiziranjem ljudskih pogrešaka. Automatizirani sustavi također poboljšavaju sigurnost smanjenjem rizika od nesreća i ozljeda povezanih s ručnim rukovanjem. Osim toga, automatizacija pomaže optimizirati iskorištenost prostora i povećati propusnost, što vodi do ušteda troškova i poboljšanja razine usluge za pomorske kompanije [40].

Implementacija automatiziranih vlakova zahtijeva značajna ulaganja u modernizaciju željezničke infrastrukture, uključujući nadogradnju signalnih sustava i uvođenje naprednih tehnologija za upravljanje prometom. Također je važno uskladiti pravne i regulativne aspekte automatiziranih sustava kako bi se osigurala sigurnost i usklađenost s postojećim standardima. Automatizirani vlakovi imaju potencijal transformirati željeznički transport, čineći ga sigurnijim, učinkovitijim i ekološki prihvatljivijim.

Autonomni kamioni predstavljaju značajnu inovaciju u cestovnom transportu. Ova vozila koja sama upravljaju koriste kombinaciju senzora, kamera i umjetne inteligencije za navigaciju cestama, otkrivanje prepreka i donošenje odluka o vožnji bez ljudske intervencije. Autonomni kamioni posebno su obećavajući za dugolinijski teret, gdje mogu raditi kontinuirano bez potrebe za odmorom vozača [41].

Primjena autonomnih kamiona donosi nekoliko prednosti. Može poboljšati sigurnost na cestama smanjenjem rizika od nesreća uzrokovanih ljudskom pogreškom. Autonomni kamioni također imaju potencijal povećati učinkovitost optimiziranjem obrazaca vožnje i smanjenjem potrošnje goriva. Osim toga, mogu pomoći u rješavanju nedostatka kvalificiranih vozača kamiona i povećati fleksibilnost u transportu tereta [41].

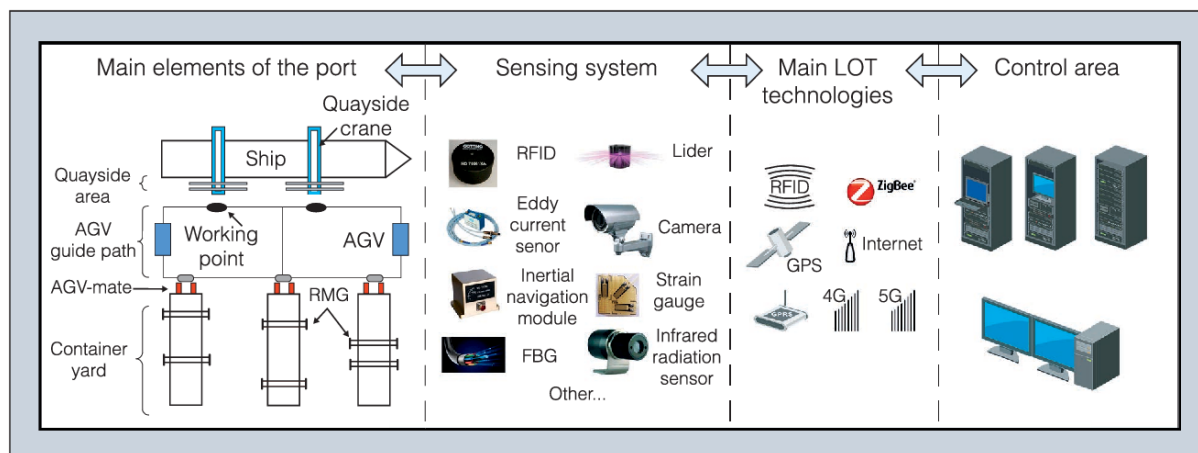
### **6.3. Digitalizacija**

Digitalizacija je još jedno ključno područje u kojem se transport kontejnera transformira. Tehnologije poput umjetne inteligencije (AI), Interneta stvari (IoT) i analitike podataka omogućuju pametnije i učinkovitije operacije kroz cijeli logistički lanac, od isporuke do dostave na posljednjoj milji. Ove tehnologije ne samo da smanjuju troškove, već također imaju dubok utjecaj na održivost optimizacijom korištenja resursa i smanjenjem otpada [42].

Pametno plovljenje odnosi se na upotrebu digitalnih tehnologija za poboljšanje performansi i učinkovitosti brodova. Kroz prikupljanje podataka u stvarnom vremenu i naprednu analitiku, brodovi mogu optimizirati svoje rute, brzinu i potrošnju goriva. Na primjer, sustavi vođeni AI-jem mogu analizirati obrasce vremena, morske struje i prometne gužve kako bi preporučili najučinkovitije rute za gorivo, smanjujući emisije ugljičnog dioksida i troškove goriva. Osim toga, praćenje performansi motora broda u stvarnom vremenu može pomoći u predviđanju potreba za održavanjem, sprječavajući kvarove i poboljšavajući učinkovitost goriva [42].

Internet stvari (IoT) igra središnju ulogu u stvaranju međusobno povezanih logističkih mreža. Pametni kontejneri opremljeni IoT senzorima mogu pružiti podatke u stvarnom vremenu o lokaciji, temperaturi, vlažnosti i sigurnosti, pomažući u optimizaciji rukovanja i skladištenja. To smanjuje potrošnju energije izbjegavanjem nepotrebnih kretanja i osigurava da se roba skladišti i transportira u optimalnim uvjetima. IoT također omogućava bolje upravljanje zalihama, smanjujući otpad i povećavajući učinkovitost u opskrbnim lancima [43]. Na shemi 7. prikazana je tehnologija IoT u lučkom terminalu.

Shema 7. – Shematski prikaz IoT tehnologije u lučkom terminalu.



Izvor: [44].

Koncept digitalnih blizanaca, u kojem se stvara virtualna replika fizičke imovine, omogućuje lukama i brodskim tvrtkama simulaciju i optimizaciju operacija. Testiranjem različitih scenarija virtualno, tvrtke mogu identificirati najučinkovitiji način rada, minimizirajući potrošnju energije i emisije. Na primjer, luka bi mogla koristiti digitalnog blizanca za modeliranje različitih sekvenci utovara kontejnera, optimizirajući korištenje dizalica i smanjujući vrijeme čekanja [45].

Blockchain tehnologija se usvaja u transportu kontejnera kako bi se osigurala transparentnost i sljedivost kroz opskrbni lanac. Osiguravajući da su podaci vezani uz pošiljke sigurni i lako dostupni, blockchain pomaže u smanjenju kašnjenja i grešaka u dokumentaciji, pojednostavljujući carinske procese i minimizirajući potrošnju goriva. Učinkovitiji procesi dokumentacije smanjuju vrijeme koje brodovi provode čekajući u lukama, što izravno smanjuje emisije.

Umjetna inteligencija i analitika podataka također se koriste za predviđanje kada će biti potrebno održavanje opreme i vozila, smanjujući zastoje i osiguravajući da oprema radi s optimalnom učinkovitošću. Prediktivno održavanje minimizira rizik od kvara opreme, smanjujući kašnjenja i poboljšavajući ukupnu učinkovitost operacija u luci, što se odražava na manju potrošnju goriva i emisije [42].

## 7. Zaključak

Kompleksan i dinamičan pejzaž kontejnerskog transporta između Europe i Azije ističe značajnu ulogu multimodalnosti, infrastrukture i tehnoloških inovacija u oblikovanju globalne trgovine. Ovaj rad je istražio složenu mrežu ruta i terminala koji omogućavaju kretanje robe između ova dva kontinenta, naglašavajući važnost svakog komponenta u osiguravanju učinkovite i održive logistike.

Multimodalni transport, koji integrira različite načine prijevoza, pomorski, željeznički i cestovni, ima ključnu ulogu u optimiziranju protoka kontejnera između Europe i Azije. Kontejnerizacija tereta je revolucionirala globalnu trgovinu, omogućujući standardizirano i učinkovito rukovanje robom te nesmetane prijelaze između različitih načina prijevoza.

Lučka infrastruktura je središnja za ovaj proces, s velikim lukama poput Šangaja, Singapura, Rotterdama koje služe kao ključne točke u globalnom lancu opskrbe. Šangaj i Singapur, sa svojim naprednim objektima i strateškim lokacijama, djeluju kao kritične ulazne i izlazne točke za kontejneriziranu robu. Rotterdam, sa svojom najsuvremenijom infrastrukturom i strateškim položajem u Europi, obrađuje značajnu količinu međunarodne trgovine. Rijeka, kao najveća luka u Hrvatskoj, sve više se integrira u širu europsku logističku mrežu.

Željeznička infrastruktura, posebno Transsibirska željeznica, nudi vitalnu kopnenu rutu koja nadopunjuje pomorski transport. Proširenje i elektrifikacija željezničkih mreža poboljšavaju učinkovitost i održivost kontejnerskog transporta. Uloga Sueskog kanala, kao glavne pomorske arterije, ostaje ključna u povezivanju Europe i Azije, značajno utječući na vrijeme tranzita i tokove trgovine. Inicijativa Pojas i put, sa svojim ambicioznim planom za poboljšanje povezanosti i trgovine širom Euroazije, dodatno ilustrira važnost integracije i razvoja transportnih ruta i infrastrukture u poticanju gospodarskog rasta i trgovinskih odnosa.

Trendovi u održivoj mobilnosti preoblikuju industriju, fokusirajući se na smanjenje okolišnih utjecaja uz poboljšanje učinkovitosti. Elektrifikacija načina prijevoza, uključujući brodove, vlakove i kamione, nudi obećavajući put prema smanjenju štetnih emisija i čistijim operacijama. Automatizacija i autonomne tehnologije revolucioniziraju rad u lukama i unutarnji transport, poboljšavajući sigurnost, učinkovitost i smanjujući operativne troškove. Digitalizacija, kroz korištenje AI-a, IoT-a i blockchaina, poboljšava transparentnost, optimizira korištenje resursa i potiče inovacije u logistici.



Zaključno, kontejnerski transport između Europe i Azije je dinamično i evoluirajuće područje koje se oslanja na sinergiju multimodalnih strategija, robusne infrastrukture i najnovijih tehnologija. Kontinuirani napredak u održivim praksama i digitalnim inovacijama ključan je za suočavanje s izazovima i prilikama u ovom kritičnom segmentu globalne trgovine. Dok se industrija prilagođava i razvija, igrat će ključnu ulogu u oblikovanju budućnosti međunarodne logistike i gospodarske integracije između kontinenata.



### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, KARLO VRANAR (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom ROUTE I TERMINALI KONTEJNERSKOG PRIJEVOZA (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(*upisati ime i prezime*)

Karlo Vranar  
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## 8. Literatura

- [1] Britannica (2024): Silk Road, URL <https://www.britannica.com/topic/Silk-Road-trade-route>, dostupno 28. 8. 2024.
- [2] National Geographic (2024): The Silk Road, URL <https://education.nationalgeographic.org/resource/silk-road/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [3] World History Encyclopedia (2021): The Spice Trade & the Age of Exploration, URL <https://www.worldhistory.org/article/1777/the-spice-trade--the-age-of-exploration/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [4] International Trade Council (2019): A Short History of Trade Between Asia and Europe, URL <https://tradecouncil.org/a-short-history-of-trade-between-asia-and-europe/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [5] Zelenika, R (2006): Multimodalni prometni sustavi: Rijeka, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- [6] xChange (2019): Intermodal transportation (+multimodal) explained: How to choose, URL <https://www.container-xchange.com/blog/intermodal-vs-multimodal/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [7] GlobalTranz (2024): What is Multimodal Shipping?, URL <https://www.globaltranz.com/resource-hub/multimodal-shipping/>, dostupno 28.8.2024.
- [8] Logos Logistics (2024): What is the Difference Between an Intermodal and Multimodal Transportation?, URL <https://www.logos3pl.com/intermodal-vs-multimodal-transportation-the-differences-explained/>, dostupno 28. 8. 2024.

- [9] The Geography of Transport Systems (2024): 5.6 – Intermodal Transportation and Containerization, URL  
<https://transportgeography.org/contents/chapter5/intermodal-transportation-containerization/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [10] Inbound Logistics (2023): Containerization of Shipping Containers: Definition, Types, and Process, URL  
<https://www.inboundlogistics.com/articles/containerized-cargo/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [11] Zeymarine (2020): World’s Largest Cargo Ships, URL  
<https://zeymarine.com/worlds-largest-cargo-ships/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [12] Inbound Logistics (2022): TEU: Definition, History, and Vessel Sizes, URL  
<https://www.inboundlogistics.com/articles/teu/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [13] xChange (2022): What is a container terminal? Types & top terminal operators, URL  
<https://www.container-xchange.com/blog/container-terminals/>, dostupno 28. 8. 2024.
- [14] Inland Rivers, Ports & Terminals (2024): All about Infrastructure, URL  
<https://www.irpt.net/about-us/all-about-infrastructure/>, dostupno 29. 8. 2024.
- [15] Port Technology International (2011): The benefits of straddle carriers, URL  
[https://www.porttechnology.org/technical-papers/the\\_benefits\\_of\\_straddle\\_carriers/](https://www.porttechnology.org/technical-papers/the_benefits_of_straddle_carriers/), dostupno 29. 8. 2024.
- [16] The Railway Technical Website (2023): Infrastructure, URL  
<http://www.railway-technical.com/infrastructure/>, dostupno 29. 8. 2024.

- [17] Rodrigue, J. (2020): *The Geography of Transport Systems*: New York, NY, Routledge
- [18] Britannica (2024): Suez Canal, URL <https://www.britannica.com/topic/Suez-Canal>, dostupno 30. 8. 2024.
- [19] Mappr (2024): Suez Canal Map: Bridging Continents & Fueling Trade, URL <https://www.mappr.co/thematic-maps/suez-canal-map/>, dostupno 30. 8. 2024.
- [20] BBC (2021): Ever Given: Ship that blocked Suez Canal sets sail after deal signed, URL <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-57746424>, dostupno 30. 8. 2024.
- [21] Britannica (2024): Trans-Siberian Railroad, URL <https://www.britannica.com/topic/Trans-Siberian-Railroad>, dostupno 31. 8. 2024.
- [22] Russiable (2024): Organizing a Trans-Siberian Train Trip, URL <https://russiable.com/organizing-trans-siberian-train-trip/>, dostupno 31. 8. 2024.
- [23] Lowy Institute (2017): Understanding China's Belt and Road Initiative, URL <https://www.lowyinstitute.org/publications/understanding-china-s-belt-road-initiative>, dostupno 1. 9. 2024.
- [24] Asia Green Real Estate (2024): The Belt-and-Road initiative and the rising importance of China's Western cities, URL <https://www.asiagreen.com/en/news-insights/the-belt-and-road-initiative-and-the-rising-importance-of-china-s-western-cities>, dostupno 1. 9. 2024.

- [25] Bansard (2024): Top 30 container ports in the world in 2023, URL <https://www.bansard.com/en/news/top-30-container-ports-world-2023>, dostupno 1. 9. 2024.
- [26] Shiphub (2024): The Port of Shanghai, URL <https://www.shiphub.co/port-of-shanghai/>, dostupno 1. 9. 2024.
- [27] MailOnline (2018): The world's biggest automated port terminal opens in Shanghai as it gears up to handle 6.3 million shipping containers weighing up to 136 MILLION tonnes a year, URL <https://www.dailymail.co.uk/news/article-5604199/The-worlds-biggest-automated-port-terminal-opens-Shanghai.html>, dostupno 1. 9. 2024.
- [28] The Maritime Executive (2023): Shanghai Continues as Largest Container Port Handling 47M TEU in 2022, URL <https://maritime-executive.com/article/shanghai-continues-as-largest-container-port-handling-47m-teu-in-2022>, dostupno 1. 9. 2024.
- [29] Ship Technology (2019): Destination Singapore: behind the rise of the world's top shipping centre, URL <https://www.ship-technology.com/features/why-is-singapore-port-so-successful/?cf-view&cf-closed>, dostupno 1. 9. 2024.
- [30] Marine Insight (2019): The Port Of Singapore : One Of The Busiest Ports In The World, URL <https://www.marineinsight.com/ports/the-port-of-singapore-one-of-the-busiest-ports-in-the-world/>, dostupno 1. 9. 2024.
- [31] The Straits Time (2024): S'pore port handled record 39.01 million shipping containers in 2023, URL <https://www.straitstimes.com/singapore/transport/s-pore-port-handled-record-3901-million-shipping-containers-in-2023>, dostupno 1. 9. 2024.

- [32] Ship Technology (2023): Port of Rotterdam, URL <https://www.ship-technology.com/projects/port-of-rotterdam-expansion/?cf-view>, dostupno 1. 9. 2024.
- [33] Maritime Gateway (2020): Port Of Rotterdam Reduces Frequency Of COVID-19 Meetings, URL <https://www.maritimegateway.com/port-rotterdam-reduces-frequency-covid-19-meetings/>, dostupno 1. 9. 2024.
- [34] Port Economics, Management and Policy (2023): Evolution of the Port of Rotterdam, URL <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part2/changing-geography-of-seaports/evolution-port-rotterdam/>, dostupno 1. 9. 2024.
- [35] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske (2024): Luka Rijeka, URL <https://mmpi.gov.hr/more-86/luke-106/luka-rijeka/15982>, dostupno 1. 9. 2024.
- [36] Povezana Hrvatska (2021): Kontejnerski terminal Jadranska vrata – Lučka uprava Rijeka, URL <https://povezanahrvatska.eu/projekti/kontejnerski-terminal-jadranska-vrata-lucka-uprava-rijeka/>, dostupno 1. 9. 2024.
- [37] Asiana USA (2020): Sustainability Trends in the Container Shipping Industry, URL <https://www.asianausa.com/sustainability-trend-container-shipping-industry/>, dostupno 2. 9. 2024.
- [38] WSP (2023): Port Electrification for Container Operations and Vessels, URL <https://www.wsp.com/en-gl/insights/port-electrification-for-container-operations-and-vessels>, dostupno 2. 9. 2024.

- [39] Thomas (2023): Electrification of Transportation: Benefits, Challenges, and Trends for the Transportation Sector, URL <https://www.thomasnet.com/insights/electrification-of-transportation/>, dostupno 2.9.2024.
- [40] McKinsey & Company (2018): The future of automated ports, URL <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/the-future-of-automated-ports>, dostupno 2. 9. 2024.
- [41] World Economic Forum (2020): The surprising benefits of self-driving trucks, URL <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/self-driving-trucks-will-change-the-world-more-than-you-might-think/>, dostupno 2. 9. 2024.
- [42] Cilio (2022): The Role Of AI In Smart Port Management, URL <https://www.automationfactory.ai/the-role-of-ai-in-smart-port-management/>, dostupno 2. 9. 2024.
- [43] Maritime Education (2023): Internet of Things (IoT) in the Port Industry: Evolution, Challenges, and Future Trends, URL <https://maritimeducation.com/internet-of-things-iot-in-the-port-industry-evolution-challenges-and-future-trends/>, dostupno 2. 9. 2024.
- [44] Yang, Y et al. (2018): Internet of things for smart ports: Technologies and challenges: IEEE Instrumentation & Measurement Magazine 21, 2/2018: str. 34-43
- [45] Royal HaskoningDHV (2023): Role of a digital twin to improve the design and operations of ports, URL <https://www.royalhaskoningdhv.com/en/newsroom/blogs/2023/the-role-of-a-digital-twin-in-ports>, dostupno 2. 9. 2024.