# Tehničko-tehnološki procesi razvoja lučkih kontejnerskih terminala

**Šarić, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:093399

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository









**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Marko Šarić**

# TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI PROCESI RAZVOJA LUČKIH KONTEJNERSKIH TERMINALA

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2018.**

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

Zagreb, 22. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za vodni promet**
Predmet: **Lučki terminali**

# DIPLOMSKI ZADATAK br. 4556

Pristupnik: **Marko Šarić (0135224791)**
Studij: Promet
Smjer: Vodni promet

Zadatak: **Tehničko-tehnološki procesi razvoja lučkih kontejnerskih terminala**

Opis zadatka:

Opisati razvoj, osnovne značajke, funkcije i procese lučkih kontejnerskih terminala, te primjenu informacijsko komunikacijskih tehnologija. Komparativnom analizom istražiti tehničko-tehnološke značajke kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper.

Mentor:

prof. dr. sc. Natalija Kavran

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

# DIPLOMSKI RAD

# TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI PROCESI RAZVOJA LUČKIH KONTEJNERSKIH TERMINALA

# TECHNICAL-TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR DEVELOPMENT OF CONTAINER TERMINALS

Mentor:
Prof. dr. sc. Natalija Kavran

Student: Marko Šarić
JMBAG: 0135224791

Zagreb, srpanj 2018.

# TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI PROCESI RAZVOJA LUČKIH KONTEJNERSKIH TERMINALA


## SAŽETAK

U prvoj polovici rada opisani su povijest i razvoj kontejnerizacije te njene prednosti i nedostatci, kontejneri kao osnovne transportne jedinice te kontejnerski brodovi prema vrstama tehnologije prijevoza i prema generacijama. U nastavku su navedene i opisane osnovne značajke i procesi lučkih kontejnerskih terminala te sva prijevozno-prekrcajna sredstva potrebna za efikasno odvijanje kontejnerskog prometa. Nadalje, opisana je važnost primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima, te su navedene postojeće. U drugoj polovici rada provedene su analize tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper, nakon čega je provedena i komparativna analiza kojom su utvrđene razlike tehničko-tehnoloških značajki istih kontejnerskih terminala.



KLJUČNE RIJEČI: tehničko-tehnološki procesi; kontejnerski terminali; Rijeka; Koper;



## SUMMARY

History and development of containerization are described in the first half of the master degree thesis, as well as its advantages and disadvantages, containers as primary transport units and container ships classified according to technology of transport and generations. Basic features and processes of port container terminals are described below, as well as all the transport and load-over means used for an efficient operation of container traffic. Furthermore, the thesis lists existing IT and communication technologies at container terminals together with their application. The second half of the thesis analyses technical and technological features of Rijeka port and Koper port container terminals, respectively, followed by a comparative analyses determining differences between technical and technological features of the same container terminals.



KEY WORDS: technical and technological processes; container terminals; Rijeka; Koper;

# SADRŽAJ

1. UVOD ..... 1
1.1 Predmet istraživanja ..... 1
1.2 Svrha i cilj istraživanja ..... 1
1.3 Znanstvene metode ..... 1
1.4 Struktura rada ..... 1
2. KONTEJNERIZACIJA ..... 3
2.1 Povijest i razvoj kontejnerizacije ..... 3
2.2 Prednosti i nedostaci kontejnerizacije ..... 5
2.3 Kontejneri ..... 8
2.3.1 Standardizacija kontejnera ..... 9
2.3.2 Vrste kontejnera ..... 10
2.3.3 Označavanje kontejnera ..... 12
2.4 Kontejnerski brodovi ..... 13
2.4.1 Kontejnerski brodovi prema tehnologiji prijevoza ..... 13
2.4.1.1 Brodovi za prijevoz kontejnera Lo-Lo tehnologijom ..... 14
2.4.1.2 Brodovi za prijevoz kontejnera Ro-Ro tehnologijom ..... 15
2.4.1.3 Brodovi za prijevoz kontejnera Fo-Fo tehnologijom ..... 15
2.4.2 Generacije kontejnerskih brodova ..... 16
2.4.2.1 Prva generacija ..... 16
2.4.2.2 Druga generacija ..... 16
2.4.2.3 Treća generacija „Panamax“ ..... 18
2.4.2.4 Četvrta generacija „Post Panamax“ ..... 18
2.4.2.5 Peta generacija „ New-Panamax“ ..... 18
2.4.2.6 Šesta generacija „Post New-Panamax“ ..... 19
3. LUČKI KONTEJNERSKI TERMINALI ..... 20
3.1 Tehničko-tehnološka obilježja kontejnerskih terminala ..... 20

3.2 Prometno-tehnološki procesi na lučkim kontejnerskim terminalima ..... 23
3.3 Transportno-manipulativna mehanizacija ..... 25
3.3.1 Hvatač kontejnera (spreader) ..... 26
3.3.2 Kontejnerske dizalice ..... 27
3.3.2.1 Obalne kontejnerske dizalice ..... 27
3.3.2.2 Lučke mobilne dizalice ..... 30
3.3.3 Prijenosno-prekrcajna sredstva ..... 31
3.3.3.1 Portalni prijenosnici velikog raspona ..... 31
3.3.3.2 Portalni prijenosnici malog raspona ..... 33
3.3.3.3 Autodizalice ..... 34
3.3.3.4 Viličari ..... 35
3.3.3.5 Tegljači (traktori) i prikolice za kontejnere ..... 36
3.3.3.6 Ostala sredstva za rukovanje kontejnerima ..... 38
3.4 Automatizirani kontejnerski terminali ..... 38
4. INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE NA LUČKIM KONTEJNERSKIM TERMINALIMA ..... 41
4.1 Važnost primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija ..... 42
4.2 Postojeći informacijsko-komunikacijski sustavi ..... 43
4.2.1 Sustavi identifikacije i praćenja kontejnera ..... 45
4.2.1.1 Sustav za praćenje kontejnera (CTS) ..... 46
4.2.1.2 RFID tehnologija ..... 46
4.2.1.3 WEB GIS ..... 47
4.2.2 Sustavi za upravljanje automatiziranim prekrcajnim sredstvima ..... 48
4.3 Virtualna logistika na kontejnerskim terminalima ..... 49
5. ANALIZA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI KONTEJNERSKOG TERMINALA LUKE RIJEKA ..... 50
5.1 Geoprometni položaj i gravitacijsko područje ..... 52
5.2 Kapacitet i mehanizacija ..... 53

5.3 Informacijsko-komunikacijske tehnologije ..... 56
5.4 Razvojni planovi ..... 58
5.4.1 Kontejnerski terminal Zagrebačko pristanište ..... 58
5.4.2 Modernizacija željeznice i cesta D-403 ..... 59
5.5 Statistička analiza prometa ..... 61
6. ANALIZA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI KONTEJNERSKOG TERMINALA LUKE KOPER ..... 64
6.1 Geoprometni položaj i gravitacijsko područje ..... 64
6.2 Kapaciteti i mehanizacija ..... 67
6.3 Informacijsko-komunikacijske tehnologije ..... 68
6.4 Razvojni planovi ..... 69
6.5 Statistička analiza prometa ..... 71
7. KOMPARATIVNA ANALIZA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI KONTEJNERSKIH TERMINALA LUKE RIJEKA I LUKE KOPER ..... 74
7.1 Komparativna analiza geoprometnog položaja i gravitacijskog područja .... 74
7.2 Komparativna analiza kapaciteta i mehanizacije ..... 76
7.3 Komparativna analiza informacijsko-komunikacijske tehnologije ..... 78
7.4 Komparativna analiza razvojnih planova ..... 78
7.5 Komparativna analiza kontejnerskog prometa ..... 80
8. ZAKLJUČAK ..... 84
POPIS LITERATURE ..... 87
POPIS KRATICA ..... 90
POPIS SLIKA ..... 91
POPIS TABLICA ..... 92
POPIS GRAFIKONA ..... 93

# 1. UVOD

U uvodnom dijelu rada definirat će se predmet istraživanja te svrha i cilj istraživanja. Prikazat će se znanstvene metode korištene prilikom pisanja rada te strukturalni opis rada.

## 1.1 Predmet istraživanja

Predmet istraživanja rada su tehničko-tehnološki procesi razvoja kontejnerskih terminala te je potrebno opisati razvoj, osnovne značajke, funkcije i procese lučkih kontejnerskih terminala te primjenu informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Također je potrebno komparativnom analizom istražiti te utvrditi razlike tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper.

## 1.2 Svrha i cilj istraživanja

Svrha istraživanja ovog diplomskog rada je analizirati sve tehničko-tehnološke procese razvoja kontejnerskih terminala te analizirati tehničko-tehnološke značajke kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper. Cilj istraživanja je na temelju provedenih analiza usporediti tehničko-tehnološke značajke kontejnerskih terminala analiziranih luka te utvrditi razloge zaostajanja kontejnerskog terminala luke Rijeka za kontejnerskim terminalom luke Koper po pitanju ostvarenog prometa.

## 1.3 Znanstvene metode

Pri istraživanju koristile su se sljedeće znanstvene metode: metoda analize i sinteze, deskriptivna i komparativna metoda, statistička te induktivna i deduktivna metoda.

## 1.4 Struktura rada

Prema planu istraživanja, diplomski rad se sastoji od osam međusobno povezanih poglavlja.

U uvodnom dijelu rada definirani su predmet, svrha i cilj istraživanja te su prikazane korištene znanstvene metode i kratka struktura rada.

U drugom poglavlju opisani su povijest i razvoj kontejnerizacije, kao i njene prednosti i nedostaci. U ovom poglavlju također su opisani kontejneri kao osnovne

standardizirane transportne jedinice te kontejnerski brodovi prema vrstama tehnologije prijevoza i prema generacijama od početka kontejnerizacije pa sve do danas.

Treće poglavlje pod nazivom „*Lučki kontejnerski terminali*“ sadrži osnovne značajke i prometno-tehnološke procese lučkih kontejnerskih terminala. Također, sadrži opis sve prijevozno-prekrcajne mehanizacije potrebne za efikasno odvijanje kontejnerskog prometa.

U četvrtom poglavlju opisana je važnost primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija te su navedeni postojeći informacijsko-komunikacijski sustavi na lučkim kontejnerskim terminalima bez kojih je u suvremenim uvjetima nemoguće organizirati aktivnosti i procese na efikasan način.

Peto poglavlje naziva „*Analiza tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskog terminala luke Rijeka*“ kao što i sam naziv govori sadrži analizu tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskog terminala luke Rijeka koja obuhvaća analizu geoprometnog položaja i gravitacijskog područja, analizu kapaciteta i mehanizacije, analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija te razvojne planove i statističku analizu prometa.

Šesto poglavlje kao i peto poglavlje sadrži analizu tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskog terminala luke Koper koja isto tako obuhvaća analizu geoprometnog položaja i gravitacijskog područja, analizu kapaciteta i mehanizacije, analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija, te razvojne planove i statističku analizu prometa.

Sedmo poglavlje sadrži komparativnu analizu tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper kojom su utvrđene sve razlike između analiziranih terminala.

U posljednjem dijelu rada na temelju provedenog istraživanja donesen je zaključak te odgovor na glavno pitanje, koji su razlozi zaostajanja kontejnerskog terminala luke Rijeka za kontejnerskim terminalom luke Koper po pitanju ostvarenog prometa.

# 2. KONTEJNERIZACIJA

Kontejnerizacija robe je tehnologija moguća primjenom kontejnera, prekrcajnih uređaja, prijevoznih sredstava i kontejnerskih terminala. Ona je skup međusobno organizacijski povezanih sredstava za rad i tehnoloških postupaka za automatizirano manipuliranje i transport okrupnjenim jedinicama tereta – kontejnerima od sirovinske baze do potrošača [4]. Razvitak kontejnerizacije zasniva se na upotrebi posebnih transportnih jedinica – kontejnera koji lako „prelaze“ s jedne transportne grane na drugu, odnosno s jednoga transportnog sredstva na drugo.

Najvažniji ciljevi kontejnerizacije prema [5] su:

- ujedinjavanje komadnog tereta pakiranog u sanduke, kartone, bale, vreće, bačve, gajbe, košare, role i sl. u veće i standardizirane manipulacijsko-transportne jedinice tereta,
- sigurno, brzo i racionalno manipuliranje i prijevoz tereta,
- optimizacija efekta prometne infrastrukture i prometne suprastrukture svih grana prometa,
- kvalitativno i kvantitativno maksimiziranje tehničkih, tehnoloških, organizacijskih i ekonomskih učinaka procesa proizvodnje prometne usluge,
- maksimiziranje efekata rada kreativnih i operativnih menadžera i drugih radnika angažiranih u sustav kontejnerizacije.

## 2.1 Povijest i razvoj kontejnerizacije

Prvi pisani podaci o primjeni jednog od oblika kontejnera datiraju iz davne 1792. godine, kada su se kutije slične današnjim kontejnerima koristile za transport robe kočijama u Engleskoj. Nakon toga, značajnija uporaba jednog od oblika kontejnera odvijala se tijekom Drugoga svjetskog rata, a uporabila ga je američka Vlada kao efektivan i brz način dostave ratne opreme na europska ratišta [21]. Iako su kontejneri nudili sigurnost i suh smještaj robe u nepovoljnim klimatskim uvjetima, u privatnom sektoru kontejnerski promet se počinje snažnije razvijati tek 1955. godine.

Američki poduzetnik Malcom McLean (1913. – 2001.) vlasnik prijevozničke tvrtke iz Sjeverne Karoline, kupuje brodarsku kompaniju *Pan-Atlantic Steamship*

*Company* s idejom da prevozi kamionske prikolice s njihovim teretom na brodovima. Godine 1956., prenamjenjuje brod za prijevoz sirove nafte u brod za prijevoz posebno dizajniranih kontejnera. Prenamijenjenim brodom „*Ideal X“* iste godine transportirao je 58 posebno dizajniranih kontejnera iz Port Newarka u Houston. Putovanje je trajalo 6 dana, a McLean je za to vrijeme primio narudžbu za prijevoz robe kontejnerima nazad u Port Newerk [22].

Nekoliko godina kasnije McLean dolazi na novu ideju koja se temeljila na idealističkoj viziji transporta robe u univerzalnim kontejnerima, sustavom intermodalnosti u kojem bi se isti kontejner lako mogao prilagođavati raznim prijevoznim modalitetima, odnosno drugim vidovima prometa i to možemo smatrati počecima suvremene kontejnerizacije i intermodalnog transporta.

Službenim početkom kontejnerizacije u međunarodnom morskom prometu smatra se 23. travnja 1966. godine kada je iz luke Port Elizabeth u Sjedinjenim Američkim Državama zaplovio brod „*Fairland*“ – McLeanove kompanije *„Sea-Land Services“* sa 236 kontejnera prema luci Rotterdam u Nizozemskoj [23].

U međuvremenu rat u Vijetnamu se rasplamsavao i američka vojska se suočila s problemom logističke potpore jedinicama na terenu. Američka Vlada se slično kao i u Drugom svjetskom ratu okrenula kontejnerskim brodovima, odnosno kontejnerizaciji, za potporu. Od tog trenutka se uvidjelo da kontejnerski prijevoz može puno značiti za gospodarstvo na međunarodnoj razini i kontejnerski brodovi su počeli dobivati na važnosti kao okosnica svjetske trgovine. Do 1969. godine izgrađeno je 18 brodova kapaciteta 1000 TEU-a te 25 bodova čiji se kapacitet bližio 2000 TEU-a. S godinama su se javljali zahtjevi za sve veća ulaganja u brodove, kontejnere, terminale, urede te informacijsku tehnologiju kako bi se moglo upravljati sad već kompliciranom logističkom podrškom [23].

Rast kontejnerskog prometa i propusnosti povezan je s rastom međunarodne trgovine, uz usvajanje kontejnerizacije kao privilegiranog čimbenika prijevoza tereta u morskom i riječnom prijevozu.

Razvojne faze kontejnerizacije se prema [11] mogu podijeliti na sljedeće:

1. Implementacija (od 1958. do 1970.)
   Od prve komercijalne usluge kontejnera u kasnim 1950-im, pa sve do dizajna prvih ćelijskih kontejnerskih brodova u 1960-im, kontejner je bio nepoznata varijabla u globalnoj dostavi. Investicije su bile rijetke zbog visokih rizika u nedokazanoj tehnologiji.
2. Adaptacija (od 1970. do 1990.)
   Kontejner je postao priznat kao prijevozni proizvod i investicije u objekte intermodalnog transporta su ubrzane. Tu su uključeni izgradnja i prenamjena nekoliko kontejnerskih terminala, kao i uvođenje ćelijskih kontejnerskih brodova. Faktor rizika postaje manji problem i ulaganja su provedena u skladu s komercijalnim mogućnostima.
3. Rast (od 1990. do 2008.)
   Kontejnerizacija započinje ozbiljno utjecati na globalnu trgovinu i strategiju proizvodnje, osobito s ulaskom Kine u globalno gospodarstvo. U istom razdoblju, nove klase Post Panamax kontejnerskih brodova postaju dominantan vektor pomorskog brodarstva. Osim toga kontejnerizacija ulazi u unutrašnji promet povezujući se sa željeznicom.
4. Zrelost (od 2008.)
   Sazrijevanje kontejnerskog prometa povezano je sa sazrijevanjem globalnog gospodarstva. Ono se može povezati s nekoliko faktora, kao što su granice iskorištavanja komparativnih prednosti u proizvodnji, kao i neuravnoteženih i viših cijena energenata. Globalna recesija, koja je započela u 2008. godini, samo na kratko je usporila rast kontejnerskog prometa.

## 2.2 Prednosti i nedostaci kontejnerizacije

Iako kontejnerizacija kao koncept uz brojne prednosti ima i nedostatke jasno je da su prednosti puno veće, te je zbog toga kontejnerski transport transformirao prijevoz tereta na globalnoj razini. U daljnjem tekstu su navedene i obrazložene najznačajnije prednosti i nedostatci kontejnerizacije, odnosno transporta robe u kontejnerima.

Najznačajnije prednosti kontejnerizacije prema [3] su sljedeće:

- Standardiziranost – omogućuje manipulaciju bilo gdje u svijetu. Prilagođenost transportne infrastrukture čini jednostavnim prebacivanje kontejnera između različitih prijevoznih sredstava. Pored ulaganja u brodove i opremanje kontejnerskih terminala, prilagodba transportnih sredstava ostalih transportnih grana (cestovni i željeznički promet) bila je relativno jednostavna bez potrebe za velikim ulaganjima;
- Fleksibilnost – zahvaljujući specijalizaciji, kontejnerima se može prevoziti najrazličitija roba, od sirovina do finalnih proizvoda, smrznutih proizvoda, tekućine, lako kvarljive robe itd. Također, izvan samog transporta kontejneri su pronašli namjenu kao prijenosni uredi, skladišta, čak i kao stambene jedinice;
- Kontrola i upravljanje – svakom kontejneru pripisan je jedinstven identifikacijski broj i oznaka dimenzija što olakšava planiranje prijevoza. Suvremenim informacijskim tehnologijama omogućeno je smanjivanje vremena čekanja, omogućeno je praćenje pozicije kontejnera, olakšano je upravljanje tokovima kontejnerskog prometa na vremenski učinkovit način;
- Ekonomija obujma - u odnosu na prijevoz rasutih tereta kontejnerski transport puno je ekonomičniji (glavni razlog su brzina i fleksibilnost). Učinci ekonomije obujma vide se u korištenju sve većih kontejnerskih brodova, što snižava fiksne troškove;
- Brzina – Prekrcajne operacije su brze i svedene su na minimum, što povećava iskorištenost brodova. Suvremeni kontejnerski brod ima tri do šest puta veći kapacitet na mjesečnoj bazi u odnosu na konvencionalni teretni brod. Glavni razlog tome su brži prekrcaj, odnosno kraće trajanje operacija ukrcaja i iskrcaja. Kontejnerski brodovi u lukama provode manje od 24 sata budući da je neuobičajeno da se na glavnim pomorskim kontejnerskim pravcima brod u nekoj luci potpuno puni ili prazni. Odnos brzine ukrcaja/iskrcaja kontejnera u odnosu na rasuti teret je uvelike na strani kontejnera. Veći, odnosno duži brodovi omogućavaju da ih istovremeno opslužuje po nekoliko dizalica (5-6 za brod kapaciteta 5000 TEU). Specijalizirani kontejnerski brodovi brži su od teretnih brodova u prosjeku 35%;

- Skladištenje – kontejner smanjuje mogućnost oštećenja robe budući da je otporan na vremenske uvijete i donekle na fizička oštećenja. To omogućava da roba koja se krca u kontejner ima jednostavniju ambalažu koja uz to zauzima manje korisnog prostora. Kontejneri su konstruirani na način koji omogućuje slaganje u visinu na brodovima, vagonima i skladišnim površinama. Kontejner je skladište samo po sebi, te nisu potrebni posebni infrastrukturni objekti s tom namjenom;
- Sigurnost - sadržaj kontejnera nije vidljiv izvana, te se otvara jedino pri ukrcaju, pri carinskom pregledu i na odredištu, pa su krađe znatno smanjene.

Nasuprot neospornim prednostima kontejnerizacija ima i svojih nedostataka, a najznačajniji nedostaci prema [3] su sljedeći:

- Prostorni zahtjevi – kontejnerizacija, odnosno kontejnerski terminali zahtijevaju velike površine. Za brod kapaciteta 5000 TEU potrebna je površina od 120 000 $m^2$ za iskrcaj ili 7 vlakova s duplo složenim kontejnerima. Lokacije konvencionalnih terminala obično nisu odgovarajuće za kontejnerske terminale koji zahtijevaju dubine mora na pristaništima od 14 metara i velike površine za skladištenje kontejnera. Zbog toga se suvremeni kontejnerski terminali često razvijaju na lokacijama koje do sada nisu imale lučku infrastrukturu;
- Troškovi infrastrukture – kontejnerski mostovi, opremanje terminala, cestovni i željeznički pristup su važne investicije za lučke uprave i operatere terminala. Cijena suvremenog kontejnerskog mosta je u rasponu od 4 do 10 milijuna američkih dolara. Visoki troškovi investicija potrebnih za opremanje suvremenih kontejnerskih terminala jedan su od razloga zbog kojeg u nerazvijenim i zemljama u razvoju globalni operateri terminala i strani investitori ulaze u dotična tržišta gdje kupuju udjele ili upravljaju terminalima pod uvjetima koncesije;
- Velika ulaganja – za nabavu kontejnera i specijalne opreme. Neophodnost stvaranja kontejnerskog lanca - sustava luka, brodova, vlakova i željezničkih stanica, kamiona za kontejnere, s obzirom na to da samo tada dolazi do punog izražaja prednost nove prijevozne tehnologije, a za tu svrhu potrebna

je i obučenost i visokokvalificirana struktura kadra, jer sve operacije s kontejnerima moraju vršiti brzo i precizno, bez zastoja;

- Slaganje – raspored slaganja kontejnera kada se moraju slagati jedan na drugi u visinu je kompleksan problem. Kontejneri kojima će se najprije manipulirati ne smiju biti ispod ostalih kontejnera. Potrebno je planirati ukrcaj brodova tako da se izbjegne potreba za preslagivanjem kontejnera prilikom pristajanja u neku od luka na liniji;
- Krađa i gubici – iako su krađe smanjene zbog nepoznatog sadržaja kontejnera, kretanje kontejnera izvan terminala do krajnjeg odredišta ostaje rizično za krađe. Procjenjuje se da godišnje 10 000 kontejnera s brodova padne u more zbog vremenskih neprilika ili nepropisnog slaganja. Ipak, to nije značajan broj budući da se u svakom trenutku na moru na brodovima nalazi 5-6 milijuna kontejnera;
- Prazni kontejneri - kontejnerski brodari trebaju kontejnere kako bi održavali transportnu mrežu među lukama na brodskim linijama koje održavaju. Kontejneri koji dođu na neko odredište moraju se prije ili kasnije premjestiti bez obzira jesu puni ili prazni. Prosječno kontejner 56% vremena eksploatacije (10-15 godina) provede čekajući ili se prevozi prazan, što ne stvara nikakav prihod, već stvara trošak koji se mora uzeti u obzir. Kontejneri zauzimaju jednak volumen na brodu ili na skladištu bez obzira bili puni ili prazni i potrebno je jednako vrijeme transporta;
- Krijumčarenje – zbog toga što sadržaj kontejnera nije jednostavno utvrditi, ovaj način prijevoza često se koristi za trgovinu drogom, oružjem, ljudima i slično. Posljedica je nestajanje propisa kojima se nastoji povećati kontrola i sigurnost kontejnerskog transporta što negativno utječe na brzinu transporta i jednostavnost popratnih procedura.

## 2.3 Kontejneri

Naziv kontejner potječe od engleske riječi “*container*” (*contain* – sadržavati) a znači sve ono što u sebi može sadržavati nešto drugo. Kontejner je sredstvo za prijevoz tereta i njegovo okrupnjavanje. Sa stajališta pomorskog prijevoza, kontejner je tehničko sredstvo koje povezuje robu (teret) i brod u lanac u kojem kontejner preuzima funkciju teretnog prostora u brodu.

Međutim, postoje razne definicija kontejnera, a općeprihvaćena je definicija Međunarodne organizacije za standardizaciju (*eng. International Organization for Standardization* - ISO) po kojoj je kontejner transportna kutija pravokutnog oblika, otporan na vremenske prilike, namijenjen prijevozu i slaganju tereta tako da sadržaj bude zatvoren i tako zaštićen od oštećenja i nedostataka, odvojen od prijevoznog sredstva, a njime se rukuje kao jednom jedinicom i prevozi bez prekrcavanja sadržaja [11].

Standardni ISO kontejneri trebaju ispunjavati sljedeće uvjete:

- potpuno ili djelomično zatvoreni, ali tako da čine odijeljen prostor namijenjen za smještaj robe, s najmanje jednim vratima,
- konstruirani tako da se brzo, sigurno i jednostavno pune i prazne,
- konstruirani tako da se ubrza prijevoz robe jednim ili više prijevoznih sredstava bez indirektnog prekrcaja,
- opremljeni uređajima pogodnima za brzo, sigurno i jednostavno rukovanje, posebice za prekrcaj s jednoga na drugo prijevozno sredstvo,
- izrađeni od postojanoga materijala i dovoljno čvrsti,
- otporni na vremenske prilike i prikladni za višekratnu uporabu,
- izrađeni s obujmom od najmanje jednoga kubičnog metra [11].

### 2.3.1 Standardizacija kontejnera

Standardne dimenzije za kontejnere propisala je Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) 1965. godine, kako bi se mogli koristiti u različitim granama prometa (vodni, željeznički i cestovni) te se slagati jedan na drugi. Standardizacija dimenzija kontejnera dopustila je brodarima ulaganja u nove brodove, mehanizaciju sustava i opreme koja će automatizirati proces transporta i podići produktivnost [17].

Četiri važne ISO odluke standardizirale su kontejnerske dimenzije globalno:

- siječanj, 1968. – R-668 definirana terminologija, dimenzije, kao i klase kontejnera,
- srpanj, 1968. – R-790 definirane identifikacijske oznake,
- siječanj, 1970. – R-1161 izvršene preinake u spajanju kutova kontejnera,

- listopad, 1970. – R-1897 definirane minimalne unutarnje dimenzije transportnih kontejnera [11].

Prema ISO standardu dimenzije kontejnera (Tablica 1.), se izražavaju u stopama, a standardizirano se izražavaju u TEU-u (*eng. twenty-foot equivalent units*). Danas se najčešće koriste ISO dimenzije kontejnera, odnosno DIN/ISO 668 i DIN 15190, a to su: 20, 40, 45, 48 te 53 stopni kontejneri. Kontejneri od 20 i 40 stopa najčešće su korišteni kontejneri za prijevoz tereta općenito u svijetu, dok se 45, 48 i 53 stopni kontejneri najčešće koriste u američkom unutarnjem transportu.

**Tablica 1.** Standardne dimenzije (vanjske) kontejnera

| ***Tip kontejnera*** | ***Dužina (m)*** | ***Širina (m)*** | ***Visina (m)*** |
|---|---|---|---|
| *20′* | 6,058 | 2,438 | 2,591 |
| *40′* | 12,192 | 2,438 | 2,591 |
| *45′* | 13,716 | 2,438 | 2,896 |
| *48′* | 14,470 | 2,505 | 2,726 |
| *53′* | 16,154 | 2,591 | 2,908 |

Izvor: Izradio autor prema http://www.texin.biz/en/logistics/container_types.html

### 2.3.2 Vrste kontejnera

Kontejneri kao osnovni čimbenik kontejnerizacije mogu se podijeliti prema različitim kriterijima. Prema namjeni se dijele u dvije osnovne skupine:

- univerzalni kontejneri namijenjeni prijevozu ambalažiranog tereta,
- specijalni kontejneri namijenjeni prijevozu jednog ili nekoliko istovrsnih tereta za koji se moraju osigurati posebni uvjeti prijevoza [1].

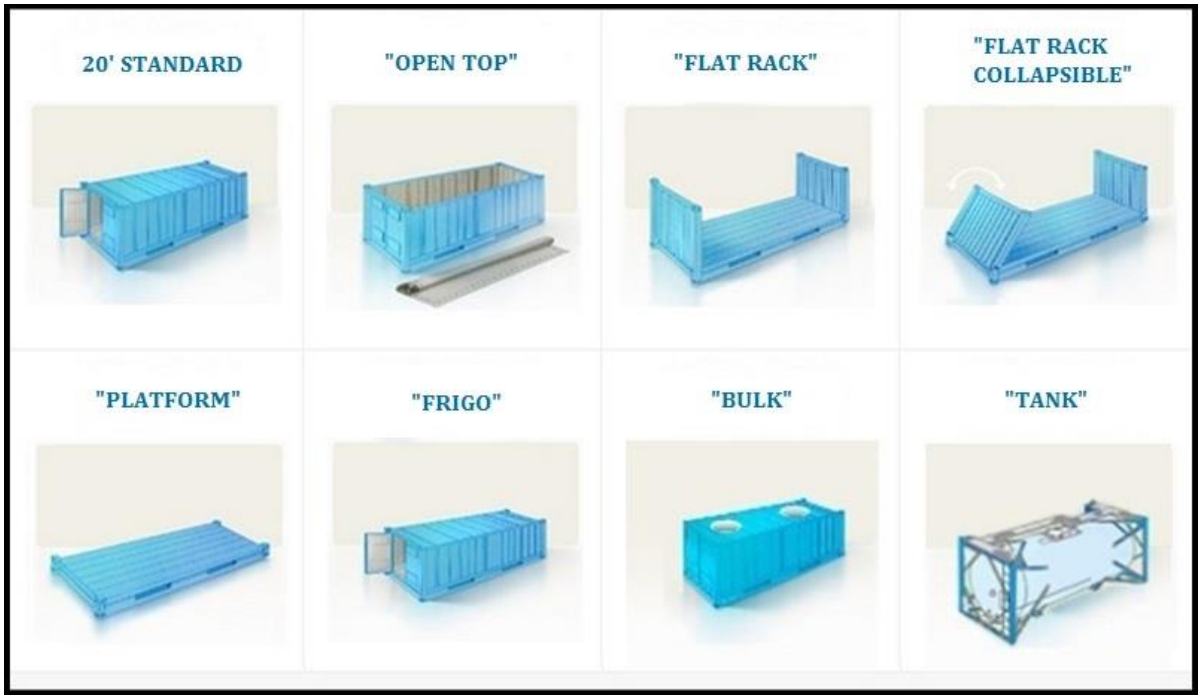
Prema materijalu od kojeg su izrađeni dijele se na: čelične, drvene, gumene, plastične, aluminijske, olovne i kontejnere izrađene od legura. Dok se prema nosivosti razlikuju: laki ili mali (nosivosti od 1 do 3 tone), srednji (nosivosti od 3 do 10 tona) i teški (nosivosti od 5 do 30 tona), a prema konstrukciji se dijele na: sklopive, nesklopive i kontejnere s uređajem ili bez uređaja za samoiskrcaj.

Prema vrsti tereta koji se prevozi, razlikuju se:

- univerzalni zatvoreni kontejneri s vratima na čelu ili na boku za prijevoz pakiranog komadnog ili paletiziranog tereta,
- kontejneri s krovom koji se mogu otvarati s vratima na čelu i boku za prijevoz tereta u pakiranom ili rasutom stanju različite granulacije,
- otvoreni kontejneri s pokrivačem ili bez njega (*eng. open top*) za prijevoz ugljena, šljunka, koksa, granuliranog kamena, raznih proizvoda metalne industrije i ostale robe koja podnosi atmosferske promjene,
- kontejneri-cisterne za prijevoz tekućina, tekućeg plina itd.,
- kontejneri za prijevoz praškastih materijala i ostale sitnozrnaste robe,
- kontejneri s niskim stranicama za prijevoz teških vozila i koleta,
- kontejneri platforme za prijevoz vangabaritnog tereta,
- kontejneri za prijevoz stoke [1].

Svi kontejneri koji se koriste u pomorskom transportu (Slika 1.), mogu se razvrstati u šest skupina:

- kontejneri za prijevoz generalnog tereta, u koje se svrstavaju zatvoreni kontejneri s vratima s jedne ili s obje strane, kontejneri s otvorenim krovom i stranicama, skeletni kontejneri, kontejneri s pola visine i kontejneri s prirodnom ventilacijom,
- „temperaturni“ kontejneri koji se dijele na: izolacijske, rashladne (frigo) i grijane kontejnere,
- „tank“ kontejneri ili kontejneri-cisterne za tekuće i komprimirane plinove,
- „bulk“ kontejneri ili kontejneri za prijevoz rasutih tereta (ukrcaj pod tlakom ili slobodnim padom),
- kontejneri-platforme (*eng. flat containers*), koji imaju samo podlogu ili temelj,
- kontejneri specijalne namjene koji se dijele u dvije skupine: kontejneri za prijevoz stoke i sklopivi kontejneri [1].




**Slika 1.** Vrste kontejnera

Izvor: http://sunrisegroupmalaysia.com/wp-content/uploads/2015/04/Container-Types-Sizes1.jpg

### 2.3.3 Označavanje kontejnera

Za jednostavnost i univerzalnost primjene kontejnera u različitim transportnim sustavima posebno je važno označavanje kontejnera. Konvencijom IMCO o sigurnosti kontejnera, koja je donijeta 1972. godine pod nazivom SCS, utvrđeno je da se na svakom kontejneru nalaze sljedeće oznake i podaci:

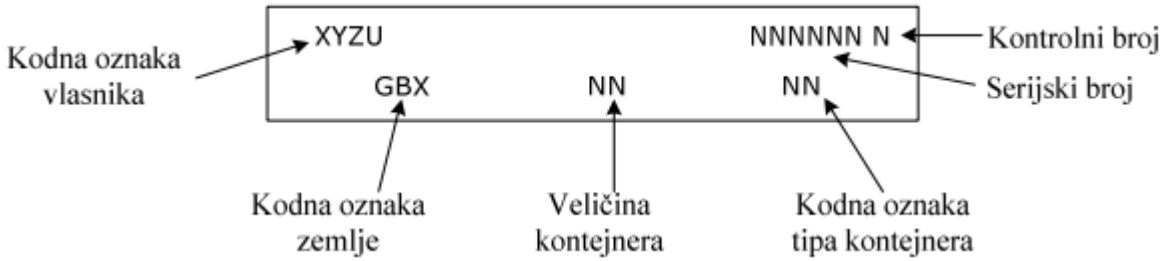
- naziv zemlje koja je izdala potvrdu o sigurnosti,
- datum izrade kontejnera,
- identifikacijski broj,
- najveća bruto-težina,
- dopuštena težina pri slaganju [8].

Osim tih podataka, na kontejneru se nalaze i dopunske oznake:

- naziv zemlje kojoj pripada kontejner,
- oznaka vlasnika kontejnera,
- posebna oznaka vlasnika.

Da bi se pojednostavnio i ujednačio sustav označavanja i identifikacije kontejnera u eksploataciji, Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO)

preporučila je jednoznačni sustav numeriranja kontejnera (Slika 2.)koji su prihvatili najznačajniji proizvođači kontejnera (Sea containers Lmt., Graff LG, itd.) [1].




**Slika 2.** Oznake kontejnera
Izvor: [1]

## 2.4 Kontejnerski brodovi

Kontejnerski brodovi su teretni brodovi koji imaju odjeljenje, pripremljeno i opremljeno, za prijevoz tereta pohranjenog u kontejnerima. Krcanjem tereta u kontejnere omogućena je integracija čitavog transportnog lanca u jedan cjelovit sustav koji stvara neprekinut transport od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje [7].

Osnovna karakteristika po kojoj se kontejnerski brodovi razlikuju od brodova za generalni teret, skladišta su s posebnim ćelijama za svaki kontejner i automatskim slaganjem. Kontejnerski brod je isto kao i sam kontejner, vrlo jednostavne strukture. Nema međupalublja, nema posebnih otvora na palubi ni dizalica, osim u izuzetnim slučajevima, a nema ni druge opreme za prekrcaj jer se uređaj za ukrcaj i iskrcaj nalaze na lučkim terminalima [14].

Najvažniji tehnički problemi kod kontejnerskih brodova strukturalne je prirode. Konvencionalni brodovi imaju prostranu i jaku palubu koja pridonosi čvrstoći broda, dok je kod kontejnerskih brodova ćelijskog tipa palubna površina ograničena samo na uske dijelove između ćelijskog skladišta i bokova broda, tako da ćelijska struktura služi ujedno i za osiguranje stabiliteta broda.

### 2.4.1 Kontejnerski brodovi prema tehnologiji prijevoza

Kontejnerski brodovi se prema tehnologiji prijevoza mogu se podijeliti na:

- tipično kontejnerske brodove koji obavljaju ukrcaj i iskrcaj po sustavu Lo-Lo (*eng. Lift on – Lift off*, „podigni – spusti“),

- brodove koji obavljaju ukrcaj i iskrcaj po sustavu Ro-Ro (*eng. Roll on – Roll off, „dokotrljaj – otkotrljaj“*),
- brodove koji obavljaju ukrcaj i iskrcaj po sustavu Fo-Fo (eng. *Float on – Float off, „doplutaj – otplutaj“*) [6].

Najzastupljenija vrsta kontejnerskih brodova koji se danas koriste u svjetskoj pomorskoj trgovini su potpuno kontejnerski brodovi (*eng. Full Container Ships - FCS*) koji imaju ćelije za smještaj kontejnera u unutrašnjosti broda u više redova i na palubi. Oni spadaju u Lo-Lo tehnologiju prijevoza. To su brodovi koji su konstruirani isključivo za prijevoz kontejnera kao tereta.

#### 2.4.1.1 Brodovi za prijevoz kontejnera Lo-Lo tehnologijom

Brodovi za prijevoz kontejnera koji obavljaju ukrcaj i iskrcaj po sustavu Lo-Lo, odnosno tipično kontejnerski brodovi mogu se podijeliti u nekoliko skupina:

1. „Sea-train“ brodovi – ovi brodovi imaju tri palube i na svakoj palubi tračnice. Ukrcaj se obavlja kroz otvor na sredini broda, a teret se tračnicama pomiče do kraja jednog ili drugog dijela broda.
2. Potpuno kontejnerski brodovi – ovi brodovi imaju ćelije za smještaj kontejnera u unutrašnjost broda i u više redova na palubi. To su usko specijalizirani brodovi namijenjeni isključivo prijevozu kontejnera.
3. Djelomično kontejnerski brodovi – konstruirani su tako da se mogu koristiti dijelom za prijevoz kontejnera, a dijelom za prijevoz klasičnog generalnog tereta. Ovi brodovi imaju stalnu opremu za prijevoz kontejnera kao dio svojih kapaciteta iako su u osnovi građeni i opremljeni za druge namjene.
4. Višenamjenski kontejnerski brodovi – njihova je specifičnost da se prema potrebi mogu preurediti za prijevoz kontejnera, a opremljeni su kontejnerskim ćelijama koje se mogu koristiti u razne svrhe.
5. Klasični trgovački brodovi – nemaju uređaje za smještaj, vezivanje i manipulaciju kontejnera na kojima se kontejneri prevoze kao običan teret.
6. Obalni „razvozni“ kontejnerski brodovi (*eng. Feeder-ships*) – imaju ravnu palubu uređenu za smještaj kontejnera koje dovoze iz manjih luka u glavnu kontejnersku luku ili ih razvoze u druge manje luke [6].

Iskustvo pokazuje da su potpuno kontejnerski brodovi najekonomičniji i najsvrhovitiji, jer svaka kombinacija kontejnerskog i konvencionalnog broda usporava brzinu ukrcaja/iskrcaja kontejnera što produljiva vrijeme prekrcaja kontejnera i boravak broda u luci.

#### 2.4.1.2 Brodovi za prijevoz kontejnera Ro-Ro tehnologijom

Ro-Ro tehnologija je zapravo horizontalni ukrcaj ili iskrcaj transportnih sredstava na kotačima (kamioni, tegljači, prikolice, željeznički vagoni i sl.) koji se ukrcavaju/iskrcavaju na vlastitim kotačima preko brodske ukrcajno-iskrcajne rampe što spaja obalu i brodsko skladište.

Brodovi za prijevoz kontejnera sustavom Ro-Ro dijele se na:

- obalne,
- oceanske,
- putničko-teretne,
- Ro-Ro brodove za prijevoz automobila [6].

Prijevoz ovim brodovima daje najbolje rezultate na relacijama kraćim od 2000 milja. Prednost im je neprekidan transport kontejnera jer kamioni ili drugo prijevozno sredstvo dolazi u točno vrijeme pristanka broda u luci, što znači da nema skladištenja robe na slagalištu čime se smanjuje zakrčenost u lukama, a bitan nedostatak im je slaba iskorištenost brodskog prostora (gubici prostora između kotača, prikolice i oko nje) [6].

#### 2.4.1.3 Brodovi za prijevoz kontejnera Fo-Fo tehnologijom

Ukrcaj/iskrcaj kontejnera provodi se Fo-Fo sustavom, tj. horizontalnom tehnologijom prekrcaja, na principu „doplutaj – otplutaj“. Kontejneri se ukrcavaju u teglenice (barže i maone), zatim ih tegljač tegli do broda, gdje se one pomoću brodskih dizalica smještaju horizontalno na brodsku palubu. Ovi su brodovi poznatiji pod imenom „LASH“ brodovi.

Brodovi za prijevoz kontejnera Fo-Fo sustavom mogu se podijeliti na:

- klasične „LASH“ brodove – imaju kapacitet od 77 teglenica, nosivosti 375 tona, smještenih na šest paluba

- „SEA-BEE“ brodove – uvrštavaju se u najveće trgovačke brodove na svijetu, sastoje se od tri palube za prihvat teglenica kapaciteta od 38 teglenica, po svakoj nosivosti od 844,7 tona
- „BACAT“ (*eng. Barge aboard Catamaran*) brodovi – teglenice se razmještaju na jednoj palubi, 2700 tona nosivost, prijevozni kapacitet broda je 10 teglenica od po 140 tona i tri „LASH-teglenice“ od 375 tona
- „CAPRICORN“ brodovi – namijenjeni za prijevoz po Indijskom oceanu i Srednjem istoku [6].

### 2.4.2 Generacije kontejnerskih brodova

Od početka kontejnerizacije do danas postoji generalna podjela na šest generacija kontejnerskih brodova koja je bila uvjetovana promjenama na tržištu. Generacije su se razvijale s povećanjem veličine i kapaciteta brodova čiji je prikaz priložen na Slika 3.

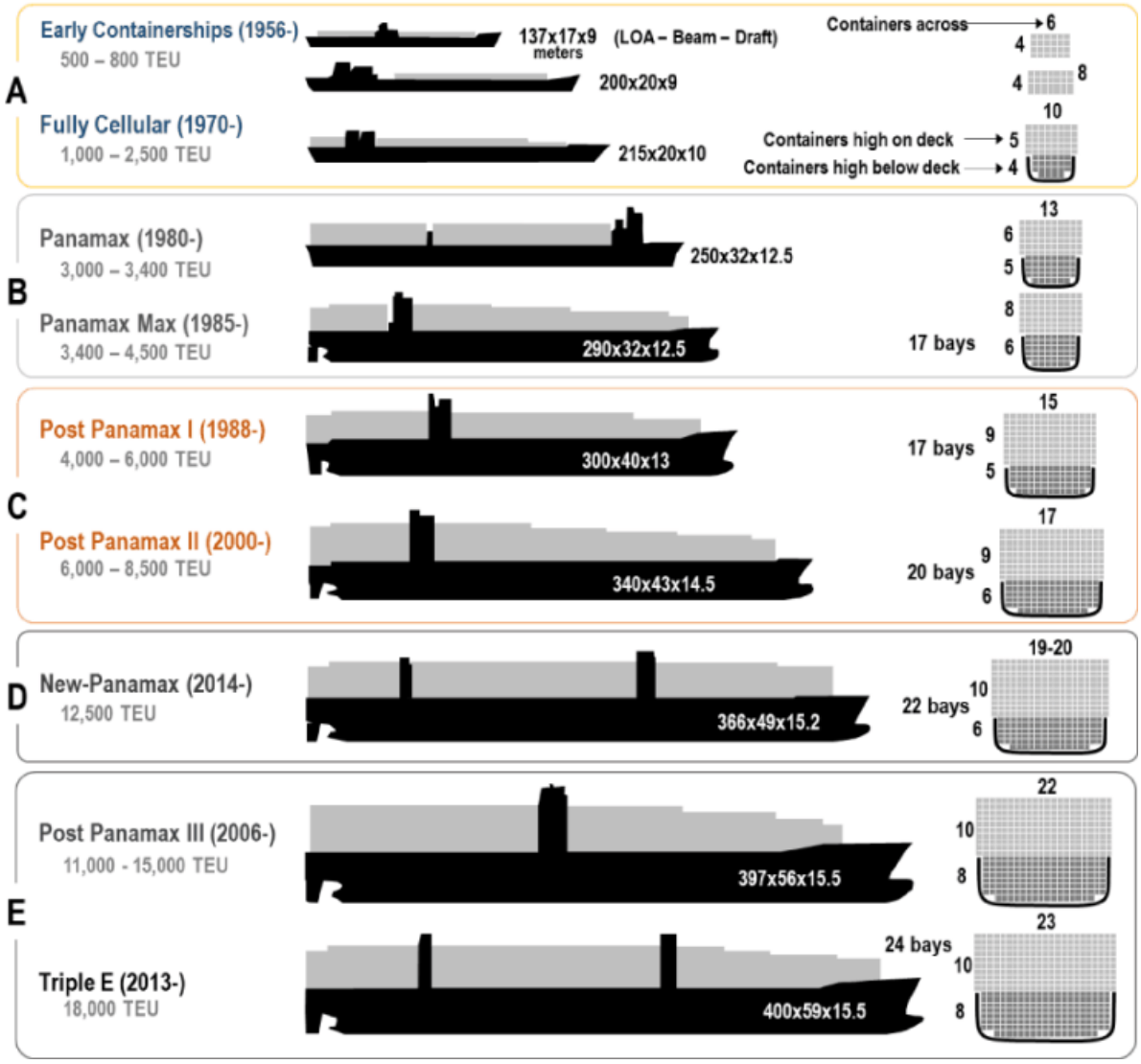
#### 2.4.2.1 Prva generacija

Kontejnerski brodovi prve generacije, od 1956. do 1970. godine uglavnom su bili modificirani tankeri i brodovi za rasute terete nosivosti do 800 TEU-a. U to doba kontejnerizacija je bila neistražena transportna grana te se prenamjena postojećih brodova pokazala kao puno jeftinija opcija koja je usto bila i manje izložena riziku. Ti su brodovi imali dizalice pošto lučka postrojenja nisu bila opremljena za rukovanje kontejnerima. Također, bili su relativno spori i mogli su nositi kontejnere samo na palubi, dok je unutrašnjost broda bila rezervirana za generalni teret. Duljina ovih brodova iznosila je od 137 do 200 metara, s gazom od oko 9 metara. Prvim komercijalnim brodom za prijevoz kontejnera se smatra brod „*Ideal X“*, dok je *„Gateway City“* bio prvi brod koji je u potpunosti prenamijenjen za prijevoz kontejnera ugradnjom vodilica odnosno ćelija [3].

#### 2.4.2.2 Druga generacija

Početkom 70-ih godina prošlog stoljeća kontejner je već bio općeprihvaćen kao transportna jedinica u svjetskom prometu, a s razvojem tržišta, pojavila se i potreba za većim i bržim brodovima. Navedene činjenice i sve brži razvoj kontejnerskog prometa potaknuo je stvaranje druge generacije kontejnerskih

brodova koji se grade isključivo za prijevoz kontejnera – FCC *(eng. Fully Cellular Containership).* Ti se brodovi sastoje od ćelija za smještaj kontejnera u redove i stupce po cijelom brodu, uključujući prostor skladišta ispod glavne palube. Prosječna duljina ovih brodova iznosila je 215 metara, s gazom od oko 10 metara te kapacitetom od 1 000 do 2 500 TEU-a, a sama brzina plovidbe je povećana do 24 čvora, što je i danas standardna brzina kontejnerskih brodova. Također, širom svijeta su se počeli razvijati specijalizirani kontejnerski terminali, što je omogućilo uklanjanje brodskih dizalica te dodatno povećanje brodskog kapaciteta [3].




**Slika 3.** Generacije kontejnerskih brodova
Izvor: [3]

#### 2.4.2.3 Treća generacija „Panamax“

Razvoj ekonomije razmjera u 80-im godina prošlog stoljeća doveo je do konstrukcije još većih kontejnerskih brodova. Zaključak je bio da veći broj kontejnera prevezenih na jednom brodu rezultira nižom cijenom po TEU-u. Početak treće generacije kontejnerskih brodova označen je izgradnjom broda *„Neptune Garnet“*, kapaciteta 4 100 TEU-a, a 1985. godine, isporukom broda *„American New York“*, kapaciteta 4 500 TEU-a, dosegle su se maksimalne dimenzije s kojima brod može proći Panamski kanal te je po tome ta generacija dobila naziv „Panamax“. Duljina Panamax brodova bila je od 250 do 290 metara, maksimalne širine 32 metara te gaza do 12,5 metara [3].

#### 2.4.2.4 Četvrta generacija „Post Panamax“

Četvrta generacija kontejnerskih brodova podijeljena je u dvije faze, prva faza je označena 1988. godine isporukom broda *„APL President Truman“,* nosivosti 4 500 TEU-a, koji je bio prvi kontejnerski brod koji je svojom širinom prešao ograničenja Panamskog kanala od 32,2 metra te je ova generacija dobila naziv *„Post Panamax“.* Brodovi sličnih nosivosti prevladavali su skoro cijelo desetljeće, da bi 1996. godine, uvođenjem u službu broda „Regina Maersk“ kapaciteta 6 400 TEU-a, započela druga faza četvrte generacije kontejnerskih brodova – *„Post Panamax II“.* Do 1999. godine u službi su već bili brodovi kapaciteta do 8 500 TEU-a, duljine do 340 metara, širine 43 metra (čak 10 metara veće od ograničenja Panamskog kanala) te gazom 14,5 metara [3].

#### 2.4.2.5 Peta generacija „New-Panamax“

Najavom proširenja Panamskog kanala krenuo je novi trend izgradnje kontejnerskih brodova koji su prilagođeni novim dimenzijama kanala. Maksimalna dužina ovih brodova je 366 metara, 49 metara širine te 15,2 metara gaza, maksimalnog kapaciteta 12 500 TEU-a. Isporuka ove generacije je započela 2014. godine, a otvorenje proširenog Panamskog kanala odgodilo se do lipnja 2016. godine [3].

#### 2.4.2.6 Šesta generacija „Post New-Panamax“

Kompanija *„Maersk“* 2006. godine predstavlja svoj novi brod *„Emma Maersk“* (prvi od osam brodova *„Maersk E“* klase), kapaciteta 14 500 TEU-a kojim započinje nova generacija kontejnerskih brodova *„Post Panamax III“* ili „*Post New-Panamax*“ s obzirom na to da svojom veličinom nadilaze dimenzije novog, proširenog Panamskog kanala. Brodovi *„Maersk E“* klase koji imaju duljinu 397 metara, širinu 56 metara te gaz 15.5 metara, bili su najveći i najduži kontejnerski brodovi sve do 2013. godine kada je predstavljena nova *„Maersk Triple E“* klasa brodova s kapacitetom od 18 000 TEU-a. Ova klasa je dizajnirana kao nasljednik „*Maersk E*“ klase, a naziv "*Triple E*" temelji se na tri načela dizajna: ekonomičniji, energetski učinkovitiji i ekološki poboljšan. Brodovi iz ove klase imaju duljinu 400 metara te širinu 59 metara, što znači da su samo 3 metra dulji, odnosno 4 metra širi od „*Maersk E“* klase, ali imaju znatno veći kapacitet [3].

„*Triple E*“ klasom nije došao kraj rastu kontejnerskih brodova (po pitanju kapaciteta). Maersk je modificirao svoju „*Triple E*“ klasu povećavši joj kapacitet na 20 568 TEU-a, a kineska kompanija *„Orient Overseas Container Line“* (OOCL) je 2017. godine predstavila trenutno najveći kontejnerski brod u službi „OOCL Hong Kong“, kapaciteta 21 413 TEU-a, dužine 400 metara, širine 59 metara te maksimalnog gaza 16 metara [3].

# 3. LUČKI KONTEJNERSKI TERMINALI

Lučki kontejnerski terminal dio je lučkog sustava koji predstavlja posebno izgrađen i opremljen objekt namijenjen prekrcaju kontejnera direktnim ili posrednim (poludirektnim i indirektnim) rukovanjem između morskih brodova i kopnenih prijevoznih sredstava. Kontejnerski terminal povezuje najmanje dva prometna sustava, a za uspješno odvijanje procesa upotrebljavaju se specijalizirana prekrcajna sredstva [1].

Budući da je nesrazmjer između broja kontejnera koji stižu brodovima i količina koje se mogu otpremiti kopnenim vozilima sve veći, suvremeni tehnološki procesi na lučkim kontejnerskim terminalima temelje se na posrednom rukovanju kontejnerima. To znači da se uključuje boravak kontejnera na slagalištu, a vrijeme boravka kontejnera na slagalištu mora biti što kraće, što je u interesu i lučkog kontejnerskog terminala i brodara i drugih sudionika.

## 3.1 Tehničko-tehnološka obilježja kontejnerskih terminala

Osnovne značajke lučkog kontejnerskog terminala kao sustava prema [6] su:

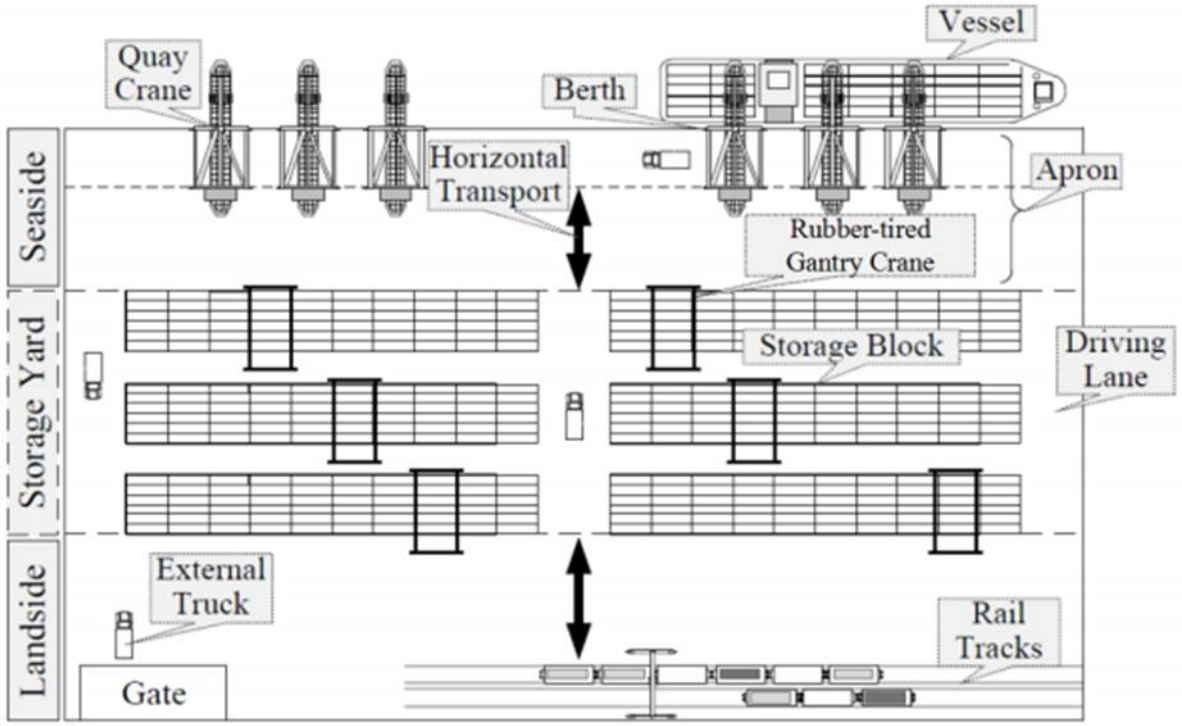
- složeni sustav – više elemenata koji u odnosu na njega funkcioniraju kao podsustavi,
- stohastički sustav – s određenom vjerojatnošću se za određeni ulaz može utvrditi kakav će biti izlaz,
- društveni i konkretan sustav – elementi materijalne prirode i čovjek okruženi su radnom strukturom,
- dinamički sustav – događaju se stalne promjene,
- otvoreni sustav – brojne veze s okolinom,
- sustav je orijentiran određenom cilju – prekrcaj kontejnera s morskih na kopnena sredstva i obrnuto.

Lučki kontejnerski terminal sastavljen je od triju cjelina (Slika 4.) koje imaju sva obilježja sustava:

- Podsustav pristana (operativni obale) – obuhvaća pristane, obalne dizalice i krcalište te pripadajuće procese. U literaturi se pojam pristana definira na

različite načine, ali on najčešće obuhvaća dio mora uz izgrađenu obalu i samu izgrađenu obalu, a u ulozi prihvata broda tijekom obavljanja operacija ukrcaja i iskrcaja. Na pristan se nastavlja krcalište na kojem su smještene obalne dizalice, radi odlaganja i zahvaćanja kontejnera tijekom iskrcaja i ukrcaja broda.

- Podsustav slagališta – nastavlja se u lokacijskom i tehnološko-organizacijskom smislu na podsustav pristana. To je područje otvorenog skladišta sa svrhom odlaganja kontejnera koji se prikupljaju i kompletiraju radi otpreme morem ili kopnom, a i radi obavljanja nekih drugih poslova s kontejnerom ili teretom. Na slagalištu postoje prijenosno-prekrcajna sredstva radi obavljanja slagališnih manipulacija.
- Podsustav primopredajne zone – za kopnena vozila lokacijski se i tehnološki nastavlja na podsustav slagališta, a ponekad se njihovi procesi u toj mjeri isprepliću da je nemoguće odrediti točnu granicu. To ispreplitanje uvjetovano je neposrednom lokacijom, čestim korištenjem istih prijenosno-prekrcajnih sredstava ili nedostatkom prostora [2].




**Slika 4.** Shematska struktura lučkog kontejnerskog terminala
Izvor: https://pdfs.semanticscholar.org/827e/454f06896ca6f0e6f7f558bdd49930a46956.pdf

Procese na lučkom kontejnerskom terminalu moguće je podijeliti na:

- glavne (primarne),
- uvjetno glavne,
- sporedne (sekundarne) [2].

Glavni procesi su procesi manipuliranja teretom vezani za osnovnu funkciju sustava lučkog kontejnerskog terminala, a to su:

- iskrcaj kontejnera s broda i ukrcaj na brod,
- prijenos kontejnera od pristana do slagališta i od slagališta do pristana,
- zahvaćanje kontejnera na slagalištu,
- odlaganje i prijenos kontejnera na slagalištu,
- iskrcaj kontejnera s cestovnog vozila i ukrcaj na cestovno vozilo,
- iskrcaj kontejnera s vagona i ukrcaj na vagon,
- prijenos kontejnera od slagališta do primopredajne zone,
- prijenos kontejnera od primopredajne zone do slagalište [2].

Uvjetno glavni procesi ne dovode u pitanje funkciju lučkog kontejnerskog terminala, ali utječu na efikasnost poslovanja. To su:

- punjenje i pražnjenje kontejnera na skladištu,
- iskrcaj pošiljki za kontejneriziranje s cestovnog vozila na skladištu,
- ukrcaj pošiljki nakon dekontejneriziranja na cestovna vozila na skladištu,
- iskrcaj pošiljki za kontejneriziranje s vagona na skladištu,
- ukrcaj pošiljki nakon dekontejniriziranja na vagone na skladištu,
- prijenos praznih kontejnera od slagališta do skladišta i od skladišta do slagališta,
- prijenos punih kontejnera do slagališta i do primopredajne zone,
- uskladištenje i iskladištenje pošiljki tereta radi kontejnerizacija,
- uskladištenje pošiljki nakon kontejnerizacije radi otpreme kopnenim vozilom,
- iskladištenje pošiljki tereta nakon kontejnerizacije radi otpreme kopnenim vozilom, radovi redovitog održavanja kontejnera,
- čišćenje i provjetravanje kontejnera,
- prijenos kontejnera od skladišta do radionice za popravak,

- prijenos kontejnera od radionice za popravak do slagališta i drugo [2].

Sporedni procesi su:

- radovi redovitog održavanja i popravaka izvanrednih kvarova obalnih dizalica na pristanu,
- radovi redovitog održavanja i popravaka izvanrednih kvarova portalnih prijenosnika na slagalištu,
- radovi redovitog održavanja i popravaka izvanrednih kvarova ostalih manipulativnih sredstava u radionici,
- dnevno operativno planiranje,
- podizanje razine sigurnosti rada na terminalu,
- provjera rada rashladnih kontejnera i drugo [2].

## 3.2 Prometno-tehnološki procesi na lučkim kontejnerskim terminalima

Prometno-tehnološki procesi na kontejnerskim terminalima variraju u ovisnosti o izboru opreme za prekrcaj, prijevoz i skladištenje kontejnera na terminalu. Pritom veliku ulogu imaju veličina samog terminala, njegov uzdužni profil, vrsta i broj osnovnih i sporednih poslova, prometna infrastruktura i organizacija rada na samom terminalu.

Uspješno koncipiran tehnološki proces na terminalu preduvjet je i većeg prometa robe u kontejnerima, dok istodobno suvremeni trendovi nameću potrebu što kvalitetnijeg procesa prekrcaja i skladištenja kontejnera, te besprijekornu organizaciju rada na kontejnerskim terminalima. Glavni dio čitavog prekrcajnog sustava je brodski, odnosno obalni prekrcajni sustav preko kojeg treba proći čitav teret bilo u ukrcaju ili iskrcaju [1].

Teret s broda može biti upućen na tri moguća načina kroz obalni prekrcajni sustav, pa se tako razlikuje:

- direktan sustav prekrcaja – kontejneri se direktno ukrcavaju ili iskrcavaju iz ili u sredstva kopnenog transporta;

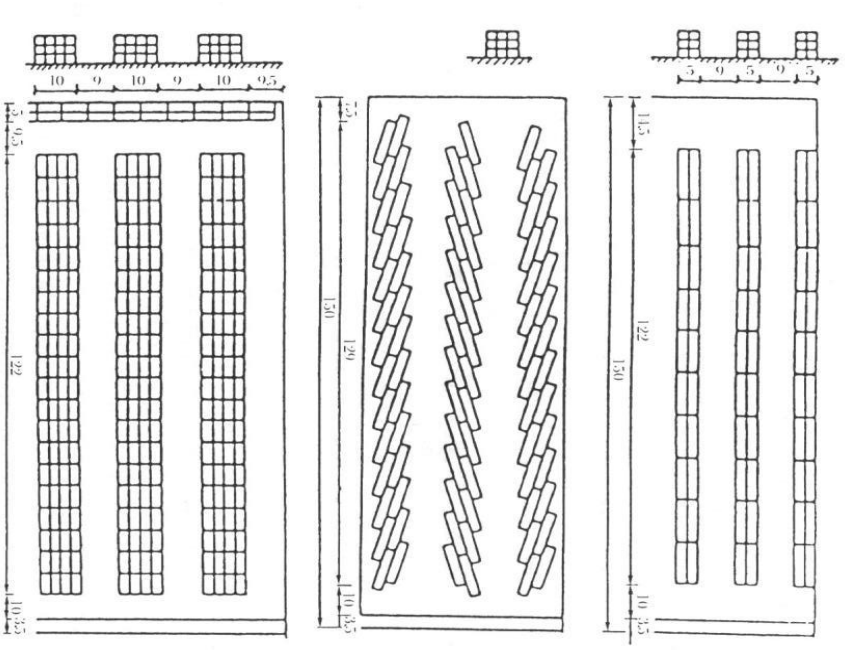
- poludirektan sustav prekrcaja – podrazumijeva iskrcaj na obalu i kasniju otpremu vozilima, taj se sustav malo primjenjuje, uglavnom na manjim terminalima;
- indirektan sustav prekrcaja – dominantan sustav prekrcaja kontejnera na lučkim kontejnerskim terminalima. Sastoji se od odlaganja kontejnera na otvorena slagališta, gdje kontejneri čekaju daljnju otpremu sredstvima kopnenog transporta [1].

Tehnološki procesi rada pri prihvatu broda na kontejnerskom terminalu razlikuju se ovisno o tome da li se radi o tehnološkom procesu ukrcaja ili iskrcaja kontejnera iz broda.

Efikasnost prekrcajnog procesa na kontejnerskom terminalu bitno ovisi o pravilnom izboru sustava prijevoza i slaganja kontejnera. U svijetu su se razvili razni oblici rukovanja, a mnogobrojni proizvođači svojom raznovrsnom ponudom prekrcajno-prijevoznih sredstava nameću potrebu pažljiva odabira. Problem je, dakle, mnogo složeniji nego pri odabiru sredstava za rukovanje generalnim teretom. Metode rukovanja kontejnera na kontejnerskom terminalu mogu se razvrstati na:

- slaganje kontejnera s pomoću poluprikolice – šasije,
- slaganje kontejnera s pomoću portalnog prijenosnika malog raspona,
- slaganje kontejnera s pomoću portalnog prijenosnika velikog raspona,
- kombinirane metode [1].

Odabir procesa i opreme za rukovanje kontejnerima kao i modula slaganja kontejnera (Slika 5.), ponajprije ovisi o veličini i strukturi prometa, broju pristana, veličini skladišno-slagališnog prostora, postojanju posebnih katnih skladišta, udaljenosti pristana od slagališta, cestovnoj i željezničkoj infrastrukturi itd.



**Slika 5.** Moduli slaganja kontejnera – tlocrt
Izvor: [1]

U većini slučajeva najbolje je kombinirati različitu opremu. Iskustva su pokazala da su za prijevoz od slagališta do operativne obale i obratno najpogodniji tegljači i prikolice. Izbor opreme za slaganje i razvrstavanje kontejnera ovisi o uvjetima rada, pri čemu iskustva pokazuju da se u radu terminala najčešće upotrebljavaju mosne dizalice na kotačima ili na tračnicama u kombinaciji s brzim kontejnerskim prijenosnicima, a u kojem su omjeru zastupljeni, ponajprije ovisi o veličini prometa.

## 3.3 Transportno-manipulativna mehanizacija

Kontejnerski terminali opremaju se sa dva osnovna sustava u tri verzije rukovanja, iz kojih proizlaze načini prekrcaja i skladištenja kontejnera. To su Lo-Lo (vertikalni) sustav koji prevladava u zoni operativne površine luke, Ro-Ro (horizontalni) sustav i kombinirani Lo-Ro sustav koji prevladavaju u zoni slagališne, primopredajne i servisne zone terminala [1].

Na operativnoj obali nalaze se specijalne obalne kontejnerske dizalice za iskrcaj i ukrcaj kontejnera u brodove, a na slagalištu i primopredajnoj zoni nalaze se prijenosno-prekrcajna sredstva (pokretna) za prijenos i slaganje kontejnera. Sva sredstva koja se upotrebljava za rukovanje kontejnerima moraju imati priključen hvatač kontejnera (*eng. spreader*), koji služi za zahvat i prijenos kontejnera.

### 3.3.1 Hvatač kontejnera (spreader)

Hvatač kontejnera je univerzalno sredstvo – poseban lučki alat (okvir, greda) za rukovanje kontejnerima. Hvatači kontejnera su konstrukcije izgrađene od valjanih čeličnih profila, posebno prilagođene za brz zahvat i rukovanje kontejnerima. Za prekrcaj kontejnera primjenjuju se različite izvedbe hvatača. S obzirom na konstrukciju razlikuju se lake, srdnje i teške konstrukcije, s obzirom na pogon mogu biti s hidrauličkim, elektromotornim ili kombiniranim elektrohidrauličkim pogonom, a s obzirom na izvedbu prema [1] mogu se svrstati u dvije skupine:

1. Standardni hvatač – predviđen za samo jednu vrstu kontejnera i izrađen u skladu s ISO normama za kontejnere dužine 20, 30 i 40 stopa, kao i za Sea-land kontejnere od 35 stopa. Jednostavne je konstrukcije, a svaki hvatač ima sve potrebne sigurnosne i signalne uređaje za pravilno i pravodobno oslobađanje kontejnera.
2. Univerzalni hvatač (Slika 6.) – koji može mijenjati dužinu prema potrebi, a podešavanje se obavlja (elektrohidraulički) iz kabine dizaličara. Ova izvedba hvatača teže je i složenije konstrukcije, te posjeduje sve potrebne upravljačke i sigurnosne uređaje za brz i besprijekoran rad. Univerzalni hvatači namijenjeni su svim vrstama rukovanja kontejnera. Mogu se priključiti na obalne kontejnerske dizalice, lučke mobilne dizalice, autodizalice, prijenosnike, prekrcajne mostove, odnosno na sve vrste mehanizacije koja se upotrebljava pri prekrcaju kontejnera.




**Slika 6.** Univerzalni hvatač kontejnera
Izvor: http://www.elme.com/product/817-2

Osnovni zahtjevi koji se postavljaju za konstrukciju hvatača i prekrcajnog sredstva jesu:

- hvatač kontejnera treba biti u stanju okretati se oko svoje vertikalne osi za oko 25°,
- na dizalici treba biti ugrađen uređaj za optičko pokazivanje sredine kontejnera i položaja okretanja,
- s obzirom na vrste kontejnera prema ISO standardima, hvatač se treba poluautomatski prilagođavati za sve veličine od 20-stopnih do 40-stopnih kontejnera,
- čepovi za zabravljivanje trebaju se lako i bez teškoća uvoditi u otvore kontejnera pomoću vodilica koje se na čeonim stranama podižu električnim ili hidrauličkim putem,
- užad hvatača treba biti što bliže i to iznad zavješenog tereta, jer se time smanjuje sila opterećenja, a razmak užadi prilagođava dužini kontejnera,
- čepovi za zabrtvljivanje trebaju sigurno zahvaćati kontejner te zbog toga trebaju biti u ležajevima pokretni u svim smjerovima [1].

### 3.3.2 Kontejnerske dizalice

Pod kontejnerskim dizalicama podrazumijevaju se sredstva za prekrcaj kontejnera na kontejnerskim terminalima koje se mogu podijeliti na obalne kontejnerske dizalice i lučke mobilne dizalice.

#### 3.3.2.1 Obalne kontejnerske dizalice

Obalne kontejnerske dizalice (*eng. Ship-to-Shore – STS*) najčešće se konstrukcijski izvode u obliku prekrcajnih mostova, pa se često nazivaju i kontejnerskim mosnim dizalicama (*eng. Quay crane* – QC). Razvoj kontejnerskih prekrcajnih mostova događao se pod utjecajem razvitka kontejnerskih brodova.

Veće dimenzije kontejnerskih brodova utjecale su na promjenu dohvata i nosivosti kontejnerskih dizalica (Slika 8.), a znatno su povećane i brzine gibanja kontejnerskih dizalica, što je utjecalo i na veći učinak prekrcaja. Automatizacijom rada kontejnerskih dizalica prekrcajni učinak povećan je na 30 do 50 kontejnera na sat [1].

Obalne kontejnerske dizalice (Slika 7.) kreću se po tračnicama, a za zahvat i prijenos kontejnera upotrebljavaju kruti ili podesivi hvatač kontejnera, koji se pomiče zajedno sa voznim kolicima duž mosta dizalice. Proces prekrcaja upotrebom kontejnerske obalne dizalice nastoji se što više automatizirati da bi se postigao kontinuirani protok kontejnera na kontejnerskom terminalu [1].

Tehnička obilježja koja determiniraju rad obalne kontejnerske dizalice jesu:

- nosivost ispod hvatača,
- dohvat prema moru (od obalne tračnice),
- visina podizanja tereta,
- brzina podizanja tereta,
- brzina vožnje kolica (voznog vitla).




**Slika 7.** Obalna kontejnerska dizalica
Izvor: http://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/ship-to-shore-gantry-cranes

Veličina dohvata prema moru u suvremenim je uvjetima osnovno mjerilo dimenzija odnosno veličine kontejnerskih dizalica, prema kojem se razlikuju sljedeći

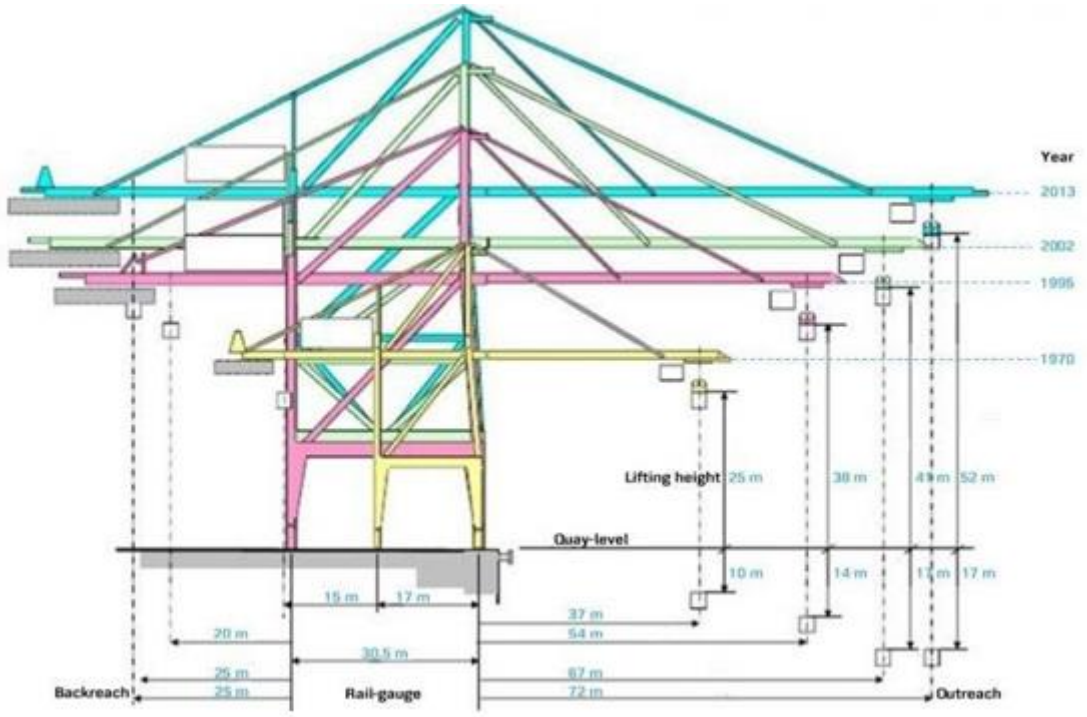
tipovi dizalica: panamax, standard post-panamax i super post-panamax, čije su osnovne karakteristike prikazane u Tablica 2 [38].

**Tablica 2.** Osnovne karakteristike tipičnih mosnih dizalica

| ***Karakteristika*** | ***Panamax*** | ***Post-panamax*** | ***Super post-panamax*** |
|---|---|---|---|
| *Nosivost ispod hvatača (t)* | 40-65 | 40-65 | 65-80 |
| *Dohvat prema moru (m)* | 30-40 | 40-45 | 46-70+ |
| *Visina podizanja tereta (m)* | 24-30 | 30-35 | 30-49 |
| *Brzina podizanja tereta (m/min)* | 50-125 | 60-150 | 70-175 |
| *Brzina vožnje kolica (m/min)* | 150-180 | 180-210 | 210-240 |

Izvor: Izradio autor prema [38]

Slika xxx predstavlja evoluciju obalnih kontejnerskih dizalica kroz povijest. Iz slike je jasno vidljivo da su obalne kontejnerske dizalice koje su se pojavile davne 1970. godine zadržale svoju konstrukciju sve do danas, mijenjala se samo veličina i nosivost dizalica. Današnje obalne kontejnerske dizalice su gotovo dvostruko veće od spomenutih prvih dizalica.




**Slika 8.** Evolucija kontejnerskih (mosnih) dizalica
Izvor: http://3kbo302xo3lg2i1rj8450xje.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2013/07/1025351_492615710817004_158343338_o.jpg

#### 3.3.2.2 Lučke mobilne dizalice

Lučke mobilne dizalice (Slika 9.) su prekrcajna sredstva univerzalne namjene koja se često upotrebljavaju za ukrcaj i iskrcaj broda na kontejnerskim terminalima. Fleksibilnost i mogućnost primjene lučke mobilne dizalice u različitim segmentima lučko-transportnog rada rezultat je njezine neograničene horizontalne pokretljivosti, što omogućuje da dizalica ide za teretom, za razliku od obalnih kontejnerskih dizalica koje očekuju da teret dođe do njih.

Prilagodljivost na različite uvjete rada, kao i sposobnost prekrcaja unutar cjelokupnog prostora luke, bez potrebe za investiranjem u opremu operativnih obala, upućuje na mogućnosti široke primjene mobilnih dizalica kako na višenamjenskim i kontejnerskim terminalima, tako i u ostalim terminalima, morskim lukama i riječnim pristaništima [1].



**Slika 9.** Lučka mobilna dizalica
Izvor: http://www.konecranes.com/equipment/mobile-harbor-cranes

Lučke mobilne dizalice kreću se na gumenim kotačima po čitavom prostoru terminala i prema potrebi rade na pristanu ili slagalištu terminala. S obzirom na svoju višenamjensku primjenu može se upotrebljavati za različite vrste tereta, te prema potrebi raditi s hvatačem, kukom ili grebalicom. Nedostatak uporabe ove dizalice je zauzimanje razmjerno velike površine i veliko opterećenje koje se prenosi preko

upornika i kotača na površinu obale, što može biti ograničavajući čimbenik njezine veće primjene, posebice u starim lukama [1].

### 3.3.3 Prijenosno-prekrcajna sredstva

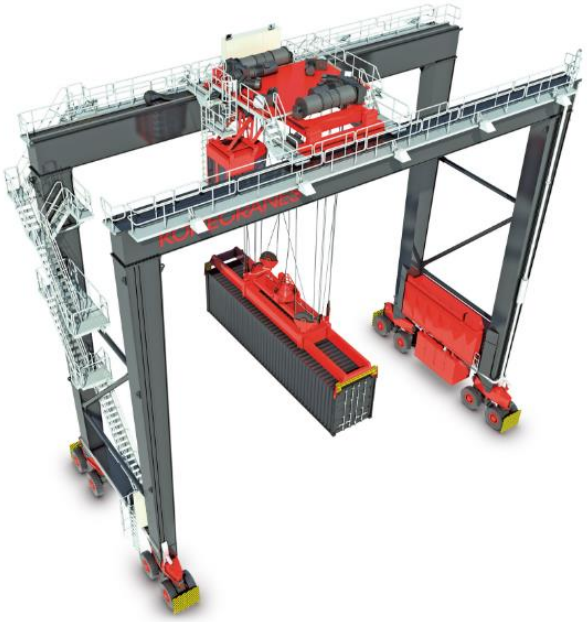
U tehnološkom procesu rada kontejnerskih terminala primjenjuju se prijenosno-prekrcajna sredstva koja se prema [1] mogu svrstati u sljedeće skupine:

- portalni prijenosnici velikog raspona (RTG i RMG dizalice)
- portalni prijenosnici malog raspona
- autodizalice,
- viličari (čeoni i bočni),
- tegljači (traktori) za vuču prikolica ili poluprikolica,
- ostala prijevozno-prekrcajna sredstva.

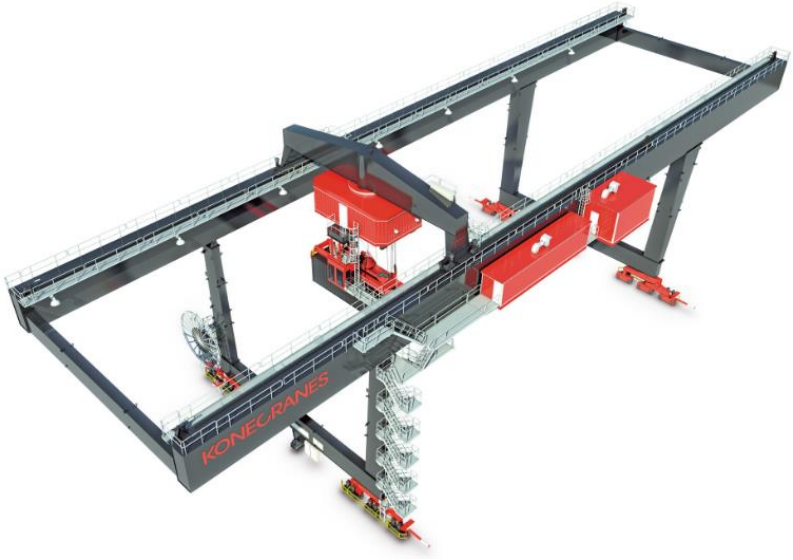
#### 3.3.3.1 Portalni prijenosnici velikog raspona

Portalni prijenosnici velikog raspona (*eng. transtainer*) koji se često nazivaju i mosnim dizalicama, mogu se kretati na gumenim kotačima (*eng. Rubber Tyred Gantry* Cranes – *RTG*) ili po tračnicama (*Rail Mounted Gantry Cranes – RMG*). RTG dizalice (Slika 10.), koje se kreću na gumenim kotačima, koriste se na skladišnim površinama kontejnerskih terminala za slaganje kontejnera, dok se RMG dizalice (Slika 11.), koje se kreču po tračnicama, koriste na sustavu primopredajne zone za opsluživanje kamiona i vlakova na lučkim kolosijecima. Konstrukcijski su izvedeni u obliku portala po čijem se gornjem dijelu kreće vozno vitlo s hvatačem kontejnera [1].

Portalni prijenosnici velikog raspona mogu premostiti 5 do 15 redova kontejnera složenih u 3 do 4 reda u visinu. Radni ciklus pri prekrcaju jednog kontejnera iznosi 1,7 do 6 minuta, što omogućuje prekrcajni učinak od 980 *tona/h* sa 10 do 35 radnih ciklusa u satu. Nosivost ovih prijenosnika najčešće je 305, 350 ili 400 *kN* [1].



**Slika 10.** Portalni prijenosnik velikog raspona – RTG dizalica
Izvor: http://www.konecranes.com.au/equipment/container-handling-equipment/rail-mounted-gantry-cranes




**Slika 11.** Portalni prijenosnik velikog raspona – RMG dizalica
Izvor: http://www.konecranes.com.au/equipment/container-handling-equipment/rail-mounted-gantry-cranes

Prednost primjene portalnih prijenosnika posebno dolazi do izražaja pri slaganju kontejnera po tzv. blok-sustavu, kada nije nužna selektivnost. Mogu prenositi i slagati različite tipove kontejnera, a često se koriste i za ostale teške i krupne terete. Izvanredno iskorištavaju skladišne površine za slaganje kontejnera jer zahvaljujući svom velikom rasponu mogu slagati do četiri kontejnera u visinu, a veći broj kontejnera unutar raspona, bez većeg razmaka među njima. Također,

pokretljivost im omogućuje promjenu slagališne zone s mogućnošću ukrcaja i iskrcaja kontejnera iz vagona ili cestovnih vozila unutar svog portala [1].

Nedostaci se prije svega ogledaju u potrebi za kretanjem isključivo po ravnim površinama, većoj mogućnosti oštećenja kontejnera i češćim potreba održavanja hidrauličnog sustava [1].

#### 3.3.3.2 Portalni prijenosnici malog raspona

Portalni prijenosnici malog raspona (Slika 12.), (*eng. Straddle Carrier*), specijalizirani su prijenosnici za kontejnere za rad na suvremenim kontejnerskim terminalima. Postoje uglavnom tri različita tipa:

- portalni nosač (*eng. Portal Frame Straddle Carrier*) – kod kojega vozač kontrolira vožnju i ukrcaj, te može rukovati s bilo kojom duljinom kontejnera i prići kontejneru s bilo koje strane;
- portalni nosač otvoren na vrhu (*eng. open top portal frame straddle carrier*) – koji omogućuje dizanje i učvršćivanje kontejnera. Duljina kontejnera ograničena je otvorom postroja prijenosnika;
- portalni teleskopski nosač – koji ima teleskopski postroj, a omogućuje dizanje i učvršćivanje kontejnera, bez obzira na duljinu i prilaz [1].



**Slika 12.** Portalni prijenosnik malog raspona
Izvor: http://www.konecranes.com.au/equipment/container-handling-equipment/straddle-carriers

Osnovno tehničko obilježje im je velika radna brzina, što uzrokuje kratko trajanje radnog ciklusa i velike radne učinke. Prednost ovih prijenosnika je to što im je težište na sredini konstrukcije (bez obzira dali je kontejner pun ili prazan), pa je i pritisak na kotače podjednako raspoređen. Najčešće prenose samo jedan kontejner, a uglavnom se upotrebljavaju za rad na kraćim udaljenostima, npr. transport kontejnera od broda do slagališta i obratno. Posebno su pogodni za rukovanje kontejnerima na slagalištu jer im je brzina 6 puta veća od brzine portalnih prijenosnika velikog raspona, te postižu brzine i do 60 *km/h*. Nosivost ovih prijenosnika je 350 do 400 *kN*, kreću se na gumenim kotačima koji se mogu zakretati pod kutem od 360°, a za pogon upotrebljavaju motor SUI, dok se za mehanizam dizanja primjenjuje hidraulički prijenos, slično kao i kod portalnih prijenosnika velikog raspona. Nedostatak portalnih prijenosnika malog raspona jest slabo korištenje prostora i duže vrijeme provedeno u održavanju [1].

#### 3.3.3.3 Autodizalice

U suvremenim lukama i terminalima autodizalice (Slika 13.), imaju višestruku ulogu, posebno pri prekrcaju generalnog tereta u tehnološkim operacijama iskrcaja i ukrcaja vagona i vozila te prijenosa i slaganja tereta na skladištu. Za raznovrsne namjene u lukama se primjenjuju različiti tipovi autodizalica nosivosti 25 do 1000 *kN*, a pri prekrcaju kontejnera upotrebljavaju se autodizalice nosivosti 300 do 500 *kN,* koje rade s hvatačem kontejnera te mogu slagati i do 6 kontejnera u visinu [1].




**Slika 13.** Autodizalica
Izvor: http://www.konecranesusa.com/equipment/lift-trucks/reach-stackers

Autodizalice su mobilna prijenosno-prekrcajna sredstva, pogonjena dizel ili benzinskim motorom s elektrohidrauličkim mehanizmom za dizanje i nagibanje dohvatnika, najčešće teleskopske izvedbe.

Prednosti uporabe autodizalice ogledaju se prije svega u njezinoj iznimnoj mobilnosti i višestrukoj namjeni, a nedostatak je što se katkad pojavljuju problemi u preciznosti rada zbog asimetričnosti težišta sustava (kontejner-teret-hvatač), potrebe za većim manipulativnim prostorom i zahtjevi za radom ma ravnoj i čvrstoj podlozi. Međutim, stabilnost autodizalica pri prekrcaju kontejnera može se povećati posebnim uređajima – upornicima, uz uvjet da se teret prekrcava u skladu s dijagramom nosivosti [1].

#### 3.3.3.4 Viličari

Viličari koji se koriste na kontejnerskim terminalima mogu se podijeliti na čeone i bočne viličare, čija je osnovna razlika način rukovanja kontejnerima.

Čeoni viličari (Slika 14.), (*eng. fork lift*) imaju veoma važnu ulogu u unutarnjem transportu luka i terminala. Jednostavni su za upravljanje, imaju vrlo veliku produktivnost i fleksibilnost, a i relativno nisku cijenu [1].



**Slika 14.** Čeoni viličari
Izvor: http://www.konecranesusa.com/equipment/lift-trucks/container-lift-trucks

Za rad na kontejnerskim terminalima upotrebljavaju se viličari nosivosti 300 do 500 *kN*, koji s obzirom na izvedbu teleskopa i broj vodilica, mogu slagati do 5 kontejnera u visinu. Većina kontejnera za tu svrhu ima ugrađene otvore u dnu u koje ulaze vilice viličara [1].

Nedostatak čeonih viličara u procesu rukovanja s kontejnerima je veći broj oštećenja kontejnera u odnosu na druga prijevozno-prekrcajna sredstva.

Bočni viličari imaju niz tehničkih značajki veoma sličnih čeonim viličarima, no sam naziv upućuje na to da se kontejnerima rukuje s pomoću hvatača koji se nalazi paralelno s uzdužnom osi sredstva. Bočni viličar omogućuje veću iskoristivost skladišnog prostora, te može manipulirati teretom po dužini u smjeru kretanja, jer ima uređaj koji se može bočno izvući, dok se čeoni viličar za utovar i istovar tereta mora okrenuti u radnom prostoru kako bi se postavio okomito u odnosu na teret. Pogone se motorima SUI s hidrauličkim uređajem za dizanje i spuštanje tereta, a za rad s kontejnerima imaju nosivost 320 do 450 *kN* s brzinom vožnje i do 50 *km/h* [1].

#### 3.3.3.5 Tegljači (traktori) i prikolice za kontejnere

Tegljači (traktori), (Slika 15.), upotrebljavaju se u unutarnjem transportu luka i industrijskih pogodna za vuču običnih i specijalnih prikolica. Zbog različitih područja upotrebe razvilo se više vrsta tegljača, a razlika među njima je u konstrukciji, snazi i veličini.

U uvjetima koji zahtijevaju prijevoz kontejnera na veće udaljenosti, upotrebljavaju se specijalne izvedbe tegljača i prikolica. Za tu svrhu najčešće se primjenjuju posebne izvedbe tegljača pogonjenih dizel motorom, snage 45 *kW* do 98 *kW* s mogućom brzinom vožnje do 60 *km/h* [1].

Kontejnerske prikolice (Slika 16.), predstavljaju ekonomična transportna sredstva jer su vrlo jednostavne građe, a svedene su na glavne nosače i pokretni sustav na koji se odlažu kontejneri. Razlikuju se dvije vrste prikolica: niske prikolice za unutarnji transport i cestovne prikolice za javni cestovni transport, od kojih su razvijeni mnogi modeli [1].



**Slika 15.** Tegljač (traktor)
Izvor: https://www.turbosquid.com/3d-models/kalmar-terminal-container-machines-model-1272191

Prvi tip je specijalno konstruiran za transport unutar terminala. Njihova platforma nije opremljena kutnim okovima za pričvršćivanje kontejnera, te nije posebno precizno postavljanje kontejnera kod ukrcaja. One omogućuju da se u kombinaciji s prijenosnicima velikog i malog raspona postigne maksimalna efikasnost [1].



**Slika 16.** Kontejnerska prikolica
Izvor: http://www.cheetahchassis.com/containerchassis/all-chassis-models/

Cestovne prikolice za javni cestovni prijevoz obično su tipa skeletnih prikolica. Nešto su lakše od klasičnih prikolica s nosivom platformom. Opremljene su kutnim okovima za pričvršćivanje kontejnera za vrijeme prijevoza i vodilicama za brzo postavljanje kontejnera pri ukrcaju. Ovisno o nosivosti, prikolice imaju više pari gumenih kotača manjeg promjera. Nosivost im je od 12 do 60 tona, dužina od 6,1 do 18,3 metra, a širina 2,5 metara, što odgovara dimenzijama ISO kontejnera [1].

Sustav primjene prikolica omogućuje najbrže kretanje kontejnera na terminalu, jer se kontejneri ne slažu u visinu i u svakom trenutku su dostupni i

mobilni. Međutim, za takav način rukovanja s kontejnerima potrebno je raspolagati s velikom površinom terminala i velikim brojem prikolica [1].

Također, postoje i prikolice specijalne izvedbe tzv. LUF-prikolice (*eng. lift unit frame*), koje se sastoje od posebnog okvira s kotačima na zadnjoj strani, dok se prednji dio prikolice podigne s pomoću specijalnog tegljača koji vuče prikolicu do odredišta [1].

#### 3.3.3.6 Ostala sredstva za rukovanje kontejnerima

U postupku rukovanja kontejnerima primjenjuju se i razna pomoćna sredstva kao što su priveznice, podmetači itd.

Priveznice se primjenjuju za rukovanje praznim ili punim kontejnerima pri upotrebi autodizalica ili nekog drugog prekrcajnog sredstva na terminalima s malom cirkulacijom kontejnera. Kontejneri se s pomoću priveznice, koja se preko uške zavjesi na kuku dizalice, dižu preko donjih kutova, čime se postiže maksimalna ušteda u visini dizanja. Ta se naprava sastoji od čelične grede s četiri čelična pasca na čijim se krajevima nalaze hvataljke za prihvaćanje kontejnera [1].

Pri slaganju kontejnera u dva ili više redova na slagalištu i brodovima, upotrebljavaju se podmetači. Njima se postiže idealna linija slaganja kontejnera s maksimalnom uštedom u prostoru, te lako centriranje i dobra stabilnost kontejnera [1].

## 3.4 Automatizirani kontejnerski terminali

Stalni porast međunarodne trgovine doveo je do povećanja kapaciteta kontejnerskih brodova, a u skladu s time i širenje kontejnerskih terminala. Terminali su prema tome suočeni sa sve većim brojem kontejnera koje je potrebno prekrcati ili skladištiti u što kraćem vremenu, uz što je manje moguće troškove. Automatizirani kontejnerski terminali (Slika 17.), (*eng. Automated Controled Terminals – ACT*) su opremljeni automatskim sustavom za manipulaciju kontejnerima koji se sastoji od automatskih dizalica (*eng. Automated Stacking Cranes – ASC*) i automatski navođenih vozila *(eng. Automated Guided Vehicles – AGV)*. Velika prednost automatizacije dugoročno gledano, je ušteda na radnoj snazi i svođenje ljudskih grešaka koje mogu uzrokovati zastoje i kvarove na minimum [9].

Postoje 4 glavna problema kod dizajniranja AGV sustava:

- dizajniranje kompleksa cesta po kojima će se AGV-i kretati
- otprema kontejnera odnosno lokacija na kojoj AGV treba odraditi prekrcaj kontejner
- planiranje ruta prijevoza tereta
- kontrola prometa

Automatski vođena vozila podrazumijevaju tehnička sredstva bez vozača s ugrađenim mikroprocesorom koji dekodira instrukcije i prenosi ih u navigacijski sustav. Najvažnija komponenta sustava je sučelje prema ostalim računalima u lučkom sustavu i središnjem operativnom sastavu luke. Računalo u vozilu, koristeći bežični prijenos podataka komunicira s kontrolnim centrom što omogućuje kretanje do bilo koje točke luke, pružajući učinkovito i fleksibilno manevriranje s minimalnim zahtjevima za ljudskom snagom, velikim protokom tereta uz smanjene troškove, te mogućnost kontinuiranog djelovanja. Navigacijski sustavi postojećih automatskih vozila uključuju vozilo koje slijedi putanju podzemnih žica, foto-fluorescentni i reflektirajući materijal (nanesen na pruge putanje), žiroskope i GNSS (*eng. Global Navigation Satellite System*) tehnologije za praćenje kretanja. Osnovna obilježja koja potpuno automatiziran sustav mora imati su:

- potpuna pokretljivost i nadgledanje u stvarnom vremenu koje omogućuje brže rukovanje,
- jedna mreža za video, glas i podatke,
- daljinsko upravljanje iz središnje kontrolne jedinice,
- točno određivanje položaja prema tragovima i IT podršci,
- integracija potpuno automatiziranih podsustava,
- smanjenje troškova,
- pouzdanost sustava [9].

Automatske skladišne dizalice koriste se primarno na kontejnerskim terminalima za razmještanje i slaganje u skladištima i odlagalištima točno određenih putanja kretanja. Kreću se na tračnicama, a kretanje se kontrolira iz središnje kontrolne jedinice. Automatske dizalice rade kombinirano sa AGV-ima tako da uzimaju ili stavljaju kontejner sa ili na AGV. Većina aktivnosti na terminalu započinje ili završava na skladišnoj zoni, stoga proces skladištenja mora biti učinkovit i usklađen ostalim aktivnostima [9].




**Slika 17.** Automatizirani kontejnerski terminal Altenwerder (Hamburg)
Izvor: https://www.vollert.de/en/references/detail-englisch/e-mobility-for-container-logistics/

Automatizirani sustav luke mora biti povezan sa sustavom elektroničke razmjene podataka kojim su prije dolaska broda u luku poslani podaci o teretu i svakom zasebnom kontejneru. Nakon pristajanja broda pri iskrcaju kontejnera automatiziranim dizalicama, sustavi identifikacije i praćenja kontejnera pružaju funkciju očitanja obilježja kontejnera i provjere njihove istovjetnosti s prije poslanim podacima u lučki sustav [9].

# 4. INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE NA LUČKIM KONTEJNERSKIM TERMINALIMA

Uvođenje elektroničkih računala na kontejnerske terminale započelo je još šezdesetih godina prošlog stoljeća. Prvi poslovi koje su računala obavljala, bili su obračunski poslovi i podaci o zaposlenicima. Sredinom sedamdesetih njihova primjena se unapređuje pa, između ostalog, računala obavljaju nadziranje i planiranje slaganja kontejnera. Prednosti uvođenja elektroničke obrade podataka na kontejnerskim terminalima prema [1] su:

- prikupljanje informacija na vrijeme i na vjerodostojan način,
- bolja organizacija prikupljenih podataka,
- mogućnost prijema novih informacija u kratkom vremenu,
- jednostavno razotkrivanje podataka u praktičnom i prihvatljivom obliku,
- obrada i brza usporedba velikog broja podataka,
- mogućnost primjene na manjim terminalima,
- smanjenje količine papirnate dokumentacije i broja službenika u uredima,
- manji broj pogrešaka na dokumentima (koje su česte kod ručne obrade podataka).

Razvoj tehnologije značajno je utjecao i na povećanje kapaciteta kontejnerskih terminala te uvođenje brzih promjena na njima radi izgradnje sve većih brodova koji su zahtijevali veće terminale za prekrcaj i skladištenje tereta. Dobro dizajniran računalni nadzorni sustav kontejnera povećava radne učinke terminala pri čemu su prema [2] glavne koristi koje sustav daje:

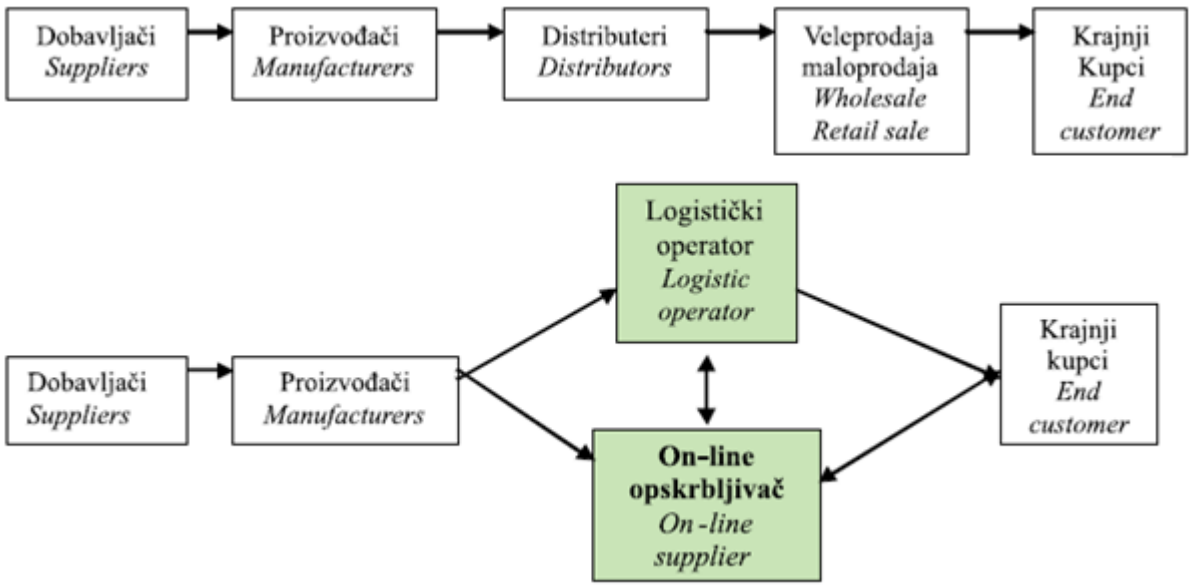
- brži ukrcaj i iskrcaj kontejnera,
- povećana produktivnost zbog bržeg obrtaja kontejnera,
- bolji nadzor skladištenja kontejnera,
- veći stupanj ispravnih podataka i dosljednosti informacija.

## 4.1 Važnost primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija

Informacijsko-komunikacijske tehnologije (*eng. Information and Communication Technologies – ICT*) osnova su za implementaciju suvremenih logističkih procesa na kontejnerskim terminalima. One posjeduju veliki potencijal za korištenje u različitim aktivnostima kontejnerskih terminala. Jedna od najvažnijih uloga informacijsko-komunikacijskih tehnologija je mogućnost povezivanja kontejnerskih terminala s drugim subjektima u lučkoj zajednici, stvarajući tako elektroničku zajednicu lučkog sustava (*eng. Port Community System*) [19].

Različiti aspekti informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima čine ih jednim od ključnih resursa i poželjnom investicijom, bez kojih je gotovo nemoguće postići napredak i cilj u pružanju pravovremene i kvalitetne usluge te zadovoljiti potrebe korisnika.

U suvremenim uvjetima poslovanja kontejnerskih terminala nemoguće je na efikasan način organizirati aktivnosti i procese bez učinkovitih informacijskih tehnologija koje moraju omogućiti planiranje, organiziranje, koordiniranje i kontroliranje svih aktivnosti i povezivanje subjekata lučkog sustava. Logistički procesi u snažnoj su sinergiji s informacijskim tehnologijama[19].




**Slika 18.** Struktura tradicionalnog i suvremenog logističkog lanca
Izvor: [19]

Slika 18. prikazuje promjene u logističkom lancu. Reduciran je broj subjekata u dobavnom lancu koji su zamijenjeni on-line dobavljačem i logističkim operatorom koji imaju zadatak smanjenja troškova i pružanja pune (*eng. Full-Service*) usluge krajnjem korisniku.

Kontinuirano nastojanje da se smanje troškovi, poveća konkurentnost i ostvari približavanje korisnicima zadovoljavajući sve njihove zahtjeve čine informacijsko-komunikacijske sustave neophodnim za poslovanje kontejnerskih terminala.

Sredinom sedamdesetih godina prošlog stoljeća kada se tzv. “T-kartica” zamijenila s računalom za planiranje prekrcajnih aktivnosti na kontejnerskim terminalima razvio se sustav TOS (*eng. Terminal Operating System)* i kao takav zadržao se do danas u nekoliko varijanti, ovisno o stupnju razvijenosti, no uvijek predstavlja integrirani pristup [19].

## 4.2 Postojeći informacijsko-komunikacijski sustavi

Postoji više informacijsko-komunikacijskih sustava na kontejnerskim terminalima, razlikuju se po softverskim rješenjima pojedinih proizvođača no svi imaju istu svrhu.

Najvažniji zadatak informacijsko-komunikacijskih sustava na kontejnerskim terminalima je planiranje prekrcajnih aktivnosti. Operator kontejnerskog terminala kao osoba zadužena za planiranje, koordiniranje i kontrolu svih aktivnosti na kontejnerskom terminalu u svom radu koristi nekoliko sustava od kojih je najvažniji TOS - terminalni operativni sustav [19].

Pravi kontejnerski terminal imaju operativni sustav (TOS) koji može osigurati dugoročan uspjeh terminala time što je učinkovit, prilagodljiv, fleksibilan, ekonomičan i skalabilan. U našem svijetu brzih promjena, terminalni operatori zahtijevaju sustav upravljanja koji povećava operativne učinkovitosti kontejnerskih terminala i podržava budući rast, uz smanjenje operativnih poslova i održavanje usluga usmjerenih prema kupcima [24].

Postojeći informacijsko-komunikacijski sustavi na lučkim kontejnerskim terminalima prema [19] dijele se na sljedeće:

- *Terminal Operating System* (TOS) – sustav za direktno planiranje prekrcajnih operacija na terminalu, a njegove funkcije su praćenje:
    - statusa kontejnera (veličina, težina, tip, posebne upute, sadržaj kontejnera),
    - resursa (slobodne operativne površine i površine za slaganje kontejnera, lokacija opreme),
    - ograničenja (karakteristike operativne površine, potrebna oprema)
    - procesa (optimalno slaganje kontejnera, prioriteti u prekrcaju);
- *Gate System* – sustav kontrole i identifikacije kontejnera, propisi za kontejnere, sigurnosne mjere;
- *Community System* – sustav za povezivanje lučkih subjekata razmjenom informacija i elektroničkih poruka;
- *Corporate System* – sustav za poslovne funkcije koji analizira ljudske resurse, izrađuje financijska i računovodstvena izvješća za menadžere;
- *Engineering* – sustav za razvijanje i praćenje tehnoloških inovacija na prekrcajnim sredstvima, te dijagnosticiranje kvarova;
- *Anciliary System* – pomoćni sustav za upravljanje praznim odlagalištima i postajama za popravak kontejnera;
- *OCR Handling* – sustav manipulacije i praćenja kontejnera temeljen na optičkom sustavu čitanja oznaka u svrhu pripreme kontejnera za prekrcaj;
- *Equipment control* – sustav za kontrolu opreme koji prati rad opreme na terminalu, trenutne pozicije npr. dizalica, utvrđuje zahtjeve za prekrcajnim sredstvima te provodi i kontrolu RFID (radiofrekvencijskih) komponenti;
- *Equipment PLC's/SCADA* (*System Control and Data Acquisition*) – sustav za praćenje, kontrolu opreme i analizu podataka u stvarnom vremenu;
- *Information Technologies-Analysis and Design* – sustav za dizajniranje i analizu informacijsko-komunikacijskih tehnologija koji je zadužen za analizu svih elemenata hardvera i softvera, te djeluje na poboljšanje trenutnih performansi, prati kvarove te analizira učinke primjene određenog softvera.

Svaki od ovih sustava mora biti povezan s adekvatnom bazom podataka. Točni i brzi podaci ključni su za uspješan rad ovih sustava. Jedan od načina stvaranja pouzdane baze podataka je klasifikacija podataka i upravljanje životnim ciklusom informacija.

Upravljanje životnim ciklusom informacija je održiva strategija za pohranu podataka, sa svrhom balansiranja između troškova pohrane i upravljanja podacima i poslovne vrijednosti tih podataka. Klasifikacija podataka je proces koji definira razne karakteristike podataka grupirajući ih u logičke kategorije, kako bi se olakšalo postizanje poslovnih ciljeva. Ispravno ustrojene baze podataka trebale bi služiti kontejnerskim terminalima kao i svim ostalim subjektima lučke zajednice [19].

### 4.2.1 Sustavi identifikacije i praćenja kontejnera

Evolucijom informacijsko-komunikacijskih tehnologija omogućen je razvoj sustava za identifikaciju i praćenje kontejnera. Važnost ovih sustava proizlazi iz potrebe za nadzorom nad kontejnerom i njegovim sadržajem u luci te za praćenjem kontejnera od ishodišta do odredišta.

Nadzor i praćenje kontejnera na kontejnerskim terminalima jedan je od glavnih problema za brodska poduzeća i carine. Iz tog razloga prionulo se razvitku tehnologija koje će omogućiti poboljšanje globalne vidljivosti kontejnera te uštedjeti troškove prilikom gubitka ili oštećenja. Važnost ovih sustava je u praćenju kontejnera od ishodišta do odredišta, kao i u nadzoru nad kontejnerom i cijelim njegovim sadržajem. Sve pomorske institucije, posebno lučke uprave, u svoje informacijske sustave implementiraju novije informacijske-komunikacijske tehnologije u stalnoj težnji za ubrzanjem i olakšavanjem protoka podataka i informacija [18].

Svrha tih servisa je poboljšanje učinkovitosti nad kontejnerima kao i pružanje točnih i pouzdanih informacija korisnicima. Svi subjekti koji sudjeluju u dopremi/otpremi jedne pošiljke/kontejnera, a osobito krajnji korisnik, moraju u svakom trenutku raspolagati točnim podacima. Korisnici su ključni subjekt dobavnog lanca, stoga njihove želje nisu više ograničene samo na smanjenje troškova, nego žele biti upoznati sa statusom svoje pošiljke u svakom trenutku, a pristup informacijama mora biti brz i siguran. Pomoću ovih sustava moguće je dobiti lokaciju tereta u realnom vremenu, njegovo stanje, fotografije, ažurirane podatke te detalje

isporuke. Time korisnik može u svakom trenutku, putem interneta li mobilnog poslovanja, dobiti informacije o stanju pošiljke[18].

Jezgra sustava za upravljanje kontejnerskim terminalima je GNSS tehnologija (*eng. Global Navigation Satellite System*), odnosno GPS (*eng. Global Positioning System*) sustav za praćenje koji se koristi u kombinaciji s komunikacijskim tehnologijama (sateliti, mobiteli, Wi-Fi). Na taj se način osigurava kontinuirano praćenje u realnom vremenu i praćenje svih resursa tijekom putovanja. Te informacije moguće je poslati na server i vizualizirati pomoću geografskog informacijskog sustava (*eng. Geographic Information Systems – GIS*), gdje se svaka stavka može posebno pratiti (mjesto, zaustavljanje, prazni hod, itd.). Problem se javlja kada su kontejneri poslagani jedan na drugoga, pri čemu je otežana komunikacija i pozicioniranje. U tom slučaju umjesto pozicije kontejnera koristi se pozicija broda ili se koristi kratki domet komunikacijske mreže između naslaganih spremnika[18].

Kontrola trenutne pozicije kontejnera na transportnom lancu ipak nije uvijek moguća te je ograničena zastarjelim načinom kontroliranja kao što je čitanje bar koda kontejnera i to uglavnom ručno. Sam taj proces nije pružao automatizaciju prekrcajnog procesa, a kao rješenje problema nudi se RFID (*eng. Radio Frequency Identification Technology*) tehnologija, jedna od najčešće korištenih tehnologija identifikacije [18].

#### 4.2.1.1 Sustav za praćenje kontejnera (CTS)

Sustav za praćenje kontejnera (eng. Container Tracking Service – CTS) koristi LEO (eng. Low Earth Orbit) satelite za pronalazak kontejnera u minimalnom vremenu. LEO redovito prikuplja potrebne podatke te ih šalje na web server ili na korisnikov PC. Time brodarske tvrtke i carine dobivaju više snažnih informacija poput statusa o vratima, temperaturi i uređajima unutar kontejnera. CTS se sastoji se od četiri glavna elementa, a to su: antena, prijemnik, RF modul i baterija [18].

#### 4.2.1.2 RFID tehnologija

Jedna od najčešće korištenih tehnologija identifikacije je RFID tehnologija temeljena na principu bežičnih čitača. Ova tehnologija predstavlja metodu

automatske identifikacije koja omogućuje daljinski prijenos podataka putem radiovalova. Implementacijom RFID tehnologije omogućena je jednostavna, brza i jedinstvena identifikacija kontejnera.

Svakom kontejneru dodjeljuje se RFID transponder, koji u redovnim intervalima odašilje radio poruke o trenutnom statusu kontejnera. Pri pokušaju neovlaštenog otvaranja kontejnera automatski se aktivira alarm ili kratka SMS poruka te istovremeno, upravljačka kutija izravno šalje podatke kontrolnom sustavu na brodu i satelitu koji prenosi informacije do upravljačkog centra na kopnu [18].

Podaci prikupljeni RFID tehnologijom najviše pridonose smanjivanju krijumčarenja i povećanju nacionalne sigurnosti. Vlast u svakom trenutku može locirati sumnjivi kontejner te ga kontrolirati, kako na brodu, tako i na lučkom skladištu. Zahvaljujući GPS sustavu pouzdano se zna lokacija i status svakog kontejnera i broda, a time je moguće izračunati broj prevezenih kontejnera odnosno ekonomičnost poslovanja broda [18].

#### 4.2.1.3 WEB GIS

Internet otvara novo tržište prostornih podataka i pruža razne usluge korisnicima iz područja geoinformatike. Sa sve dostupnijom tehnologijom povećava se broj razvijatelja web GIS aplikacija. Prednosti ovakvih sustava su dostupnost koja nije ograničena hardverom ili softverom. One su namijenjene različitim skupinama korisnika pa su tako primjenu pronašli i pri upravljanju kontejnerskim terminalima [18].

Kao primjena CTS-a, servisa za praćenje kontejnera, osim što sustav može pratiti kontejner, također imamo i sve veći razvoj i podržanost web GIS-a. S vrlo jednostavnom globalnom kartom, sustav je u mogućnosti predočiti točnu lokaciju kontejnera. Korisnik može vrlo lako odabrati kontejner od interesa i pretraživati željene podatke. Osim točne visine i širine, sustav omogućava i druge korisne informacije [18].

### 4.2.2 Sustavi za upravljanje automatiziranim prekrcajnim sredstvima

Automatizirana prekrcajna sredstva jedan su od najznačajnijih primjera važnosti primjene informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima. Uvelike olakšavaju rad i zamjenjuju ljudske resurse potrebne u prekrcajnim aktivnostima, a sve prema unaprijed određenim zadacima isplaniranim TOS sustavom. Omogućuju visok stupanj protoka tereta i znatno smanjenje vremena opsluživanja brodova [19].

Povezanost TOS-a i upravljačkog sustava dizalice (*eng. Crane Control System*) uvjetovana je stupnjem automatizacije dizalice. Ako se radi o potpuno automatiziranoj dizalici zahtijeva se direktno slanje radnih naredbi od strane TOS-a prema dizalici, te primanje povratnih informacija od dizalice. Ako se radi o poluautomatiziranim dizalicama u čijem radu sudjeluje operator, alternativa je da se naredbe unose u računalo te tako šalju prema dizalici [19].

Slijedom toga tvrtka "*ABB AB Crane System*" razvila je poseban softver nazvan "*ABB Aplication Layer Protocol*". Poruka koja se prima od TOS-a obrađuje se i šalje dizalici kao informacija iz koje se formira radni zadatak ili zahtjev za informacijom o izvršenim zadacima. ABB protokol može biti povezan s TOS-om na dva načina:

- kao dio TOS-a (primjerice na Euromax kontejnerskom terminalu, u luci Rotterdam standardu za moderne i logistički orijentirane kontejnerske terminale);
- putem dodatnog softvera koji će poruke TOS-a dekodirati u poruke razumljive ABB protokolu (primjerice na Taipei Port kontejnerskom terminalu u Tajvanu) [19].

Svaki proizvođač automatiziranih dizalica mora razviti vlastiti softver s upravljačkim naredbama vodeći računa o mogućnosti povezivanja s TOS sustavom. Najveći pomak učinila je tvrtka „*Simens*" razvojem nekoliko tipova softvera od kojih je najvažniji i najnapredniji „SIMOTION D" ili „SIMOCRANE". To za korisnika, tj. kupca bilo koje vrste dizalica jamči standardizaciju upravljačkih i kontrolnih naredbi neovisno o proizvođaču. Proizvođači su dobili mogućnost izbora integriranja softvera

u svoje dizalice: integrirati samo SIMOCRANE ili koristiti SIMOCRANE u kombinaciji s vlastitim softverom [19].

## 4.3 Virtualna logistika na kontejnerskim terminalima

Razvojem moderne logistike i potrebe za smanjenjem transportnih troškova uz velike mogućnosti informacijsko-komunikacijskih tehnologija, došlo je do pojave i razvoja tzv. virtualne logistike, koja je već implementirana u nekim većim kontejnerskim lukama poput luke u Rotterdamu, Hamburgu, Singapuru. Virtualna logistika obrađuje fizički i informacijski aspekt logističkih operacija. Vlasništvom i kontrolom resursa upravlja se putem internet aplikacija [19].

Orijentacija kontejnerskih terminala na sustav virtualne distribucije, virtualnih skladišta i virtualnih zaliha omogućuje značajne uštede u vremenu i trošku isporuke uspostavljanjem distribucijskih centara bliže korisnika i korištenjem informacijskih tehnologija. Korisnik putem ove tehnologije može u svakom trenutku, jednostavnim korištenjem internet aplikacija, znati sve potrebne podatke o količini i dostupnosti robe koja se nalazi na samom kontejnerskom terminalu, koja je otpremljena iz kontejnerskih terminala ili koja se tamo doprema.

Gledajući iz perspektive korisnika usluga kontejnerskih terminala, prednosti korištenja virtualne logistike prema [19] su sljedeće:

- kraće vrijeme isporuke,
- pregled dostupnosti robe putem internet aplikacija,
- bolja dostupnost robe u distribucijskim centrima bliže korisnicima,
- smanjenje mogućnosti oštećenja robe izbjegavanjem otvaranja kontejnera u regionalnim centrima,
- homogeniziran prijevoz,
- standardizacija pakiranja.

Cijeli ovaj sustav mora biti temeljen na prikladnim informacijsko-komunikacijskim tehnologijama, razumljiv svim subjektima koji ga koriste. Virtualna logistika ima neupitne prednosti u upravljanju logističkim resursima te će u budućnosti sigurno postati dio poslovanja naprednijih kontejnerskih terminala.

# 5. ANALIZA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI KONTEJNERSKOG TERMINALA LUKE RIJEKA

Luka Rijeka je najvažnija i najveća luka Republike Hrvatske, a njena osnovna prednost kako pred lukama sjevernog Jadrana tako i pred lukama Sjevernog mora ili Baltika je najkraća morska veza između Europe i Bliskog, Srednjeg i Dalekog istoka. Ona je tradicionalna veza prostranog srednje i srednjoistočnog kontinentalnog zaleđa s prekomorskim tržištima. Prirodna obalna pozicija i otvorenost morskih putova te povezivanje sa zaleđem okosnica su napretka i razvitka grada, županije i države.

Kontejnerski terminal riječke luke (Slika 19.), smješten je na području Sušačkog bazena te se još naziva i kontejnerski terminal Brajdica. Godine 2001. unutar tvrtke Luka Rijeka d.d., osnovana je tvrtka „kći“ Jadranska vrata d.d., namijenjena samo za kontejnerski promet. Godine 2011. tvrtku preuzima International Container Terminal Services Inc. (ICTSI) tako da je preuzeo 51% vlasništva s koncesijom na 30 godina, tj. do 2041. godine, a ostatak dionica od 49% posjeduje Luka Rijeka d.d. [35]

Korporacija ICTSI osnovana je u prosincu 1987. godine, a bavi se kupnjom, razvojem, upravljanjem i poslovanjem kontejnerskih luka i terminala na svjetskoj razini. Korporacija trenutno upravlja terminalima u Aziji, Australiji, Indijskom potkontinentu, Srednjem Istoku, Africi, Europi te Sjevernoj i Južnoj Americi [36].

Odmah nakon preuzimanja tvrtka Jadranska vrata d.d. je preimenovana u Adriatic Gate Container Terminal zbog veće prepoznatljivosti u svijetu. U tom trenutku kontejnerski terminal Brajdica je u potpunosti koristio svoje kapacitete pa je jedino moguće rješenje bilo ulaganje u terminal s ciljem povećanja kapaciteta i modernizacije terminala.



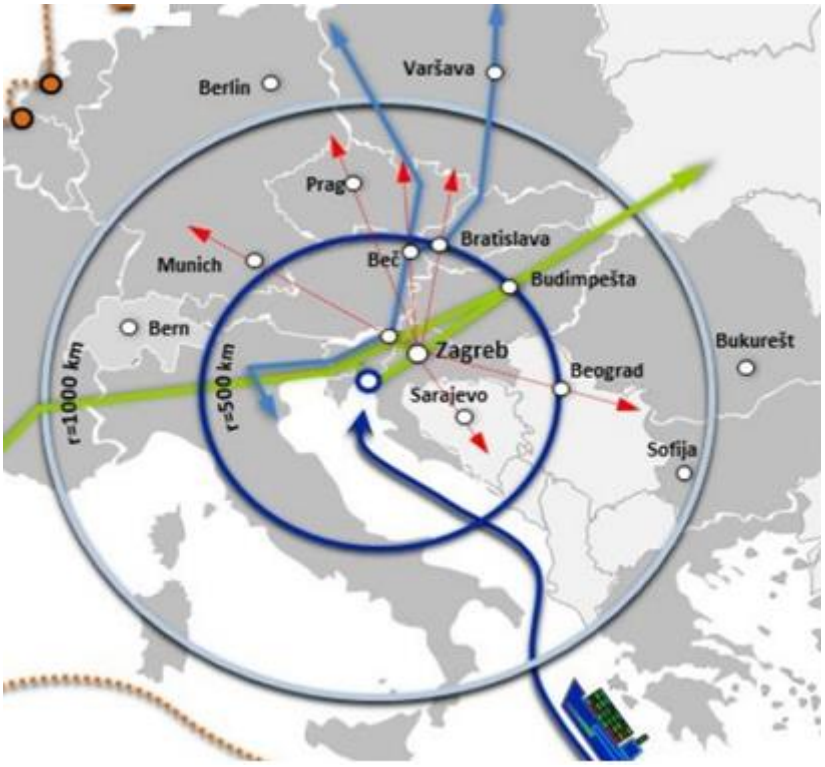
**Slika 19.** Kontejnerski terminal luke Rijeka (Brajdica)
Izvor: http://www.napa-studies.eu/upload/slider/pagine_5511164243984.jpg

Modernizacija kontejnerskog terminala Brajdica završena je u svibnju 2013. godine te je realizirano sljedeće:

- produženje obale – izgradnja 328 metara nove obale i gaza 14,5 metara;
- povećanje skladišnog kapaciteta – izgradnja 50 000 $m^2$ skladišne površine;
- ulazno-izlazni punkt – nova zgrada ulazno-izlaznog punkta na priključku s cestom D404;
- željeznička stanica za kontejnere – plato za pripremu kontejnera prije ukrcaja, odnosno iskrcaja s vagona;
- servisne djelatnosti – garaža za servisiranje prekrcajnih uređaja koja uključuje nužne sadržaje, skladište, urede i slično;
- kontejnerske dizalice većih tehnoloških mogućnosti – Post Panamax dizalice;
- druga prijevozno-prekrcajna sredstva – RTG i RMG dizalice;
- *NAVIS SPARCS N4* – implementacija terminalnog operativnog sustava [37].

## 5.1 Geoprometni položaj i gravitacijsko područje

Budući da je Jadransko more najdublje uvučeni dio europskog kopna, upravo je sjeverni Jadran dio Europe koji srednjoeuropskim zemljama omogućuje najbliži pristup svjetskom moru. Luka Rijeka leži u prirodno zaštićenom Kvarnerskom zaljevu, te kroz dolinu Kupe ima mogućnost kvalitetnog povezivanja sa Zagrebom, a time i Panonskom nizinom, odnosno Podunavljem i središnjom Europom, dok kroz Mala, Srednja i Vela vrata ima pogodan izlaz na otvoreno more. Potrebno je spomenuti i kvarnerske otoke, koji luci pružaju prirodnu zaštitu. Kvarnerski zaljev je od svog zaleđa odvojen razmjerno niskim „Hrvatskim gorskim pragom", s niskim prijevojima koji omogućuju najlakši prijelaz iz srednjeg Podunavlja u Sredozemlje. Na sjevernoj strani zaljeva nalaze se Postojnska vrata, preko kojih se proteže prometni put prema istočnoalpskom prostoru [15] .




**Slika 20.** Gravitacijsko područje luke Rijeka
Izvor: http://www.lukarijeka.hr/hr/press_room/prezentacije/default.aspx

Kopneni prijevoz iz luke Rijeka (Slika 20. Gravitacijsko područje luke Rijeka), cestom i željeznicom, do glavnih industrijskih centara u Srednjoj Europi, je oko 500 km kraći nego iz sjevernoeuropskih luka. Rijeka je početna točka na Mediteranskom koridoru središnje transeuropske prometne mreže TEN-T. Mediteranski koridor ide

sve od Gibraltara do Ukrajine, prati mediteransku obalu kroz Španjolsku i Francusku, prelazi Alpe, sjevernu Italiju i preko Slovenije i Hrvatske vodi k Mađarskoj. Mediteranski koridor proširen je i na paneuropski koridor Vb koji iz Republike Mađarske preko Dugog Sela, Zagreba i Karlovca ide do Rijeke. Na području Rijeke, kao središta Primorsko-goranske županije, sijeku se dva iznimno važna prometna koridora: V paneuropski koridor (ogranak Vb) i Jadransko-jonski koridor. Luka Rijeka ima poseban značaj za pomorski zatvorene zemlje u regiji (Mađarska, Austrija, Slovačka, Češka, Srbija i BiH), a nadovezivanjem na koridor Baltik – Jadran direktno se povezuje s Poljskom i drugim Baltičkim zemljama [32].

## 5.2 Kapacitet i mehanizacija

Kontejnerski terminal Brajdica (Slika 21.), smješten je na istočnom dijelu riječke luke na sušačkoj strani ušća Rječine na površini od 168 000 $m^2$. Trenutni godišnji kapacitet izražen u TEU jedinicama iznosi 450 000 TEU.

Operativna obala kontejnerskog terminala Brajdica duljine je 628 metara, a podijeljena je na dva veza:

- Vez br. 1 – Kostrensko pristanište jug:
    - duljina obale – 300 metara,
    - dubina – 11.7 metara,
    - visina obale iznad razine mora – 3 metra,
    - maksimalna duljina broda – 300 metara [33].
- Vez br. 2 – Kostrensko pristanište jug:
    - duljina obale – 328 metara,
    - dubina – 14,88 metara [34],
    - visina obale iznad razine mora – 3 metra,
    - maksimalna duljina broda – 367 metara [33].

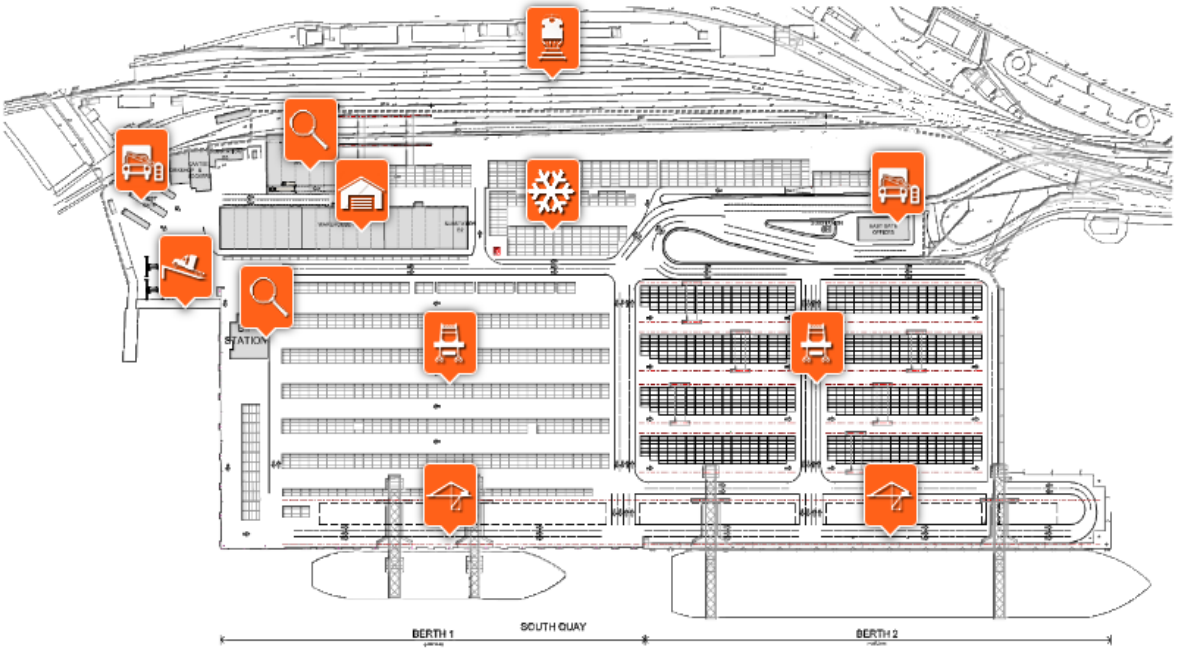
Na području kontejnerskog terminala Brajdica postoje tri područja za skladištenje kontejnera otvorenog tipa, odnosno slagališta:

- Slagalište 1:
    - površina – 61 000 $m^2$,
    - kapacitet – 4 500 TEU,
    - vrsta manipulacije – autodizalice.

- Slagalište 2:
    - površina – 50 000 $m^2$,
    - kapacitet – 4 600 TEU,
    - vrsta manipulacije – RTG dizalice.
- Slagalište za frigo kontejnere:
    - stalnih priključaka – 168 priključaka,
    - dodatnih priključaka (prema potrebi) – 250 priključaka,
    - maksimalno – 418 priključaka [33].

Primopredajna zona kontejnerskog terminala Brajdica:

- mogućnost opsluživanja – 4 kolosijeka,
- teoretski godišnji kapacitet na željeznici – 360 000 TEU,
- vrsta manipulacije – RMG dizalice.




**Slika 21.** Prostorni raspored kontejnerskog terminala Brajdica
Izvor: http://www.ictsi.hr/index.php/hr/detalji-o-terminal

U Tablica 3 prikazana je prekrcajnu mehanizaciju kojom raspolaže kontejnerski terminal luke Rijeka [39].

**Tablica 3.** Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Rijeka

| ***Vrsta sredstva*** | ***Količina*** |
|---|---|
| *Panamax kontejnerske dizalice* | 2 |
| *Post-panamax kontejnerske dizalice* | 2 |
| *Portalni prijenosnici velikog raspona (RTG)* | 6 |
| *Portalni prijenosnici velikog raspona (RMG)* | 2 |
| *Autodizalice* | 7 |
| *Viličari* | 3 |
| *Tegljači (traktori)* | 9 |
| *Terminalske prikolice* | 17 |

Izvor: Izradio autor prema [39]

Dvije kontejnerske dizalice marke „SAMSUNG“ nabavljene su 2001. godine, a njihova nosivost ispod hvatača kontejnera iznosi 500 *kN*. Dizalice imaju dohvat od 38 metara na morsku stranu, a dohvat prema kopnu im je 10 metara. Brzina dizanja ovih dizalica iznosi 60 metara u minuti pri radu s teretom te 120 metara u minuti za rad bez tereta [16].

Godine 2013. nabavljene su dvije Post-Panamax kontejnerske dizalice marke „ZPMC“ posebno dizajnirane, proizvedene i izgrađene za prekrcajne operacije kontejnerima na Adriatic Gate Container terminalu (AGCT) u Rijeci. Nosivost ovih dizalica ispod hvatača kontejnera je 510 *kN* za dva 20-stopna kontejnera u „*twin-lift*“ modusu dizanja, 510 *kN* za 20, 40 i 45 stopne kontejnere u modusu s jednim liftom i 610 *kN* pod teretnom gredom. Maksimalni dohvat na morsku stranu im je 50 metara, a dohvat prema kopnu je 12 metara. Brzina dizanja ovih dizalica pri nazivnom opterećenju iznosi 80 metara u minuti, a s praznim hvatačem 160 metara u minuti [16].

Kontejnerski terminal raspolaže sa 6 portalnih prijenosnika velikog raspona na kotačima (RTG dizalica) marke „ZPMC“. Dizalice imaju nosivost od 410 *kN*, a brzina dizanja koju mogu postići iznosi 30 metara u minuti pri radu s teretom te 60 metara u minuti za rad bez tereta. Dizalice imaju mogućnost premoštenja 7 kontejnera te

slaganja 5 kontejnera u visinu. Proizvedene su 2013. godine te su iste godine i dopremljene na terminal [16].

Za operacije na željezničkim kolosijecima 2013. godine nabavljena su dva portalna prijenosnika velikog raspona koji se kreću po tračnicama (RMG dizalice), također marke „ZPMC“. Dizalice imaju nosivost 410 *kN*, mogu premostiti 4 željeznička kolosijeka, a brzina dizanja im je 18 metara u minuti [16].

Terminal raspolaže sa 7 autodizalica, marke „FANTUZZI“ i „KALMAR“. Sve autodizalice nabavljene su 2011. godine, a prosječna starost im je oko 10 godina. Nosivosti ovih autodizalica je 450 *kN*, osim jedne, čija je nosivost 100 *kN* [16].

Kontejnerski terminal raspolaže s ukupno 9 tegljača (traktora) tipa „MAFI“. Sedam tegljača je proizvedeno 2011. godine i imaju nosivost 800 *kN*, dok preostala dva imaju nosivost 900 *kN*, a proizvedeni su 2008. godine. Maksimalna brzina tegljača je 40 *km/h*, a najveće dopušteno opterećenje pri brzini od 6 *km/h* je 250 *kN* [16].

Terminal raspolaže sa 17 prikolica nosivosti 550 i 600 *kN*. Dužina prikolica je 14,2 metra, a širina 2,8 metara, što znači da su namijenjene prijevozu 20, 40 i 45 stopnih kontejnera. Prikolice su marke „HOUCON“ i „BUISCAR“. Maksimalna brzina koju mogu postići s teretom je 20 *km/h*, a bez tereta *40 km/h* [16].

Na terminalu se koriste 3 čeona viličara marke „STILL“ koji su dopremljeni 2012. godine. Ovi viličari su pogonjeni električnim pogonom i imaju nosivost 20 *kN*, a brzina vožnje im je 16 *km/h* [16].

## 5.3 Informacijsko-komunikacijske tehnologije

NAVIS sustav je implementiran na više od 320 kontejnerskih terminala diljem svijeta, pomažući im poboljšati učinkovitost i produktivnost svojim optimizacijskim alatima, a 2012. godine implementiran je i na kontejnerski terminal Brajdica.

*NAVIS SPARCS N4* je glavni operativni sustav za upravljanje radom kontejnerskog terminala Brajdica s kojim su u potpunosti povezani razni informacijsko-komunikacijski sustavi za podršku poslovanju, a to su:

- Potpuna B2B EDI podrška (*eng. Full B2B EDI support*) – pruža nekoliko tipova EDI[1] poruka i pojednostavljuje komunikaciju u brodskim linijama, špediterima, carini i svim uključenim strankama;
- SAP (*eng. System Aplications Products*) – program koji povezuje financije, kontrolu, upravljanje sa materijalima, ljudskim resursima i module za prodaju i distribuciju;
- AGCT *billing* – visoko učinkovit i podesiv način plaćanja koji direktno surađuje sa SAP, Navis N4 i ostalim operativnim sustavima;
- ICAM – sustav upravljanja održavanjem;
- *ZPMC Remote Crane Mnagement System* – sustav za upravljanje dizalicama koji u realnom vremenu daje uvid u status, alarme i detalje kvara za STS, RTG i RMG tipove dizalica [40].
- ICS (eng. Intermodal Community System) – aplikacija razvijena kao jedinstvena platforma koja pokriva cjelokupnu dokumentaciju i tijek informacija između svih partnera u intermodalnom logističkom lancu (željezničkih operatera, željezničkih agenata, špeditera i naravno AGTC-a) [41].

Niti jedan drugi terminalni operativni sustav (TOS) ne može se mjeriti s NAVIS-ovim jedinstvenim sposobnostima za koordinaciju i optimizaciju planiranja i upravljanja kontejnerima i opremom u složenim poslovnim okruženjima. NAVIS je jedini terminalni operativni sustav koji omogućuje:

- povećanje skalabilnosti – optimizira poslovanje korištenjem informacijsko-komunikacijske infrastrukture i pritom eliminira nepotrebne operativne troškove;
- besprijekornu integraciju – svojom otvorenom arhitekturom dopušta lako spajanje na postojeće sustave i dodavanje novih aplikacija poslovnom rastu;
- pojednostavljenu i ubrzanu provedbu – fleksibilna konfiguracija omogućuje brz razvoj i smanjenje troškova implementacije;
- izbjegavanje skupe prilagodbe – stvaranje visoko podesivih rješenja;
- smanjenje administracije i troškova – centralizira softversku i hardversku infrastrukturu, odnosno informacijsko-komunikacijsku administraciju;

[1] EDI - sustav koji povezuje komercijalne partnere putem telekomunikacijske mreže, osigurava brzu i sigurnu razmjenu podataka, smanjujući probleme ručnog unošenja podataka i omogućuje smanjenje troškova i vremena. (dostupno na: http://www.vecon.it/en/technology?q=en/node/61)

- pojednostavljenje terminalnog poslovanja – prati napredak i razvoj tehnologije [24].

## 5.4 Razvojni planovi

Geoprometna i geostrateška pozicija riječke luke te njezino mjesto i uloga u prometnom i gospodarskom sustavu potaklo je rukovodstvo i Svjetsku banku da utvrde značajne razvojne programe koji bi trebali rezultirati ubrzanim porastom prometa na svim lučkim bazenima i terminalima. U tu svrhu pokrenut je razvojni ciklus čije središte čini tzv. "Rijeka Gateway Project".

Rijeka Gateway projekt ili projekt obnove riječkog prometnog pravca, složeni je razvojni program koji ima za cilj usklađivanje lučko-operativnih zahtjeva s urbanim dijelom gradskog područja te prometno povezivanje lučkog područja s međunarodnim cestovnim i željezničkim koridorima [42].

### 5.4.1 Kontejnerski terminal Zagrebačko pristanište

Najznačajniji objekt Rijeka Gateway projekta je izgradnja novog kontejnerskog terminala na Zagrebačkom pristaništu (Slika 22. Budući kontejnerski terminal Zagrebačko pristanište.), koji je zamišljen kao ravno pristanište konačne dužine 680 metara, s prosječnom širinom od 300 metara, čime bi se ostvario kapacitet od 650 000 TEU godišnje. Planirana dubina mora uz pristanište od minimalno 20 metara omogućila bi prihvat brodova svih veličina. Terminal se gradi u dvije faze. Prva faza je započela 2014. godine, a uključuje izgradnju pristaništa u dužini od 400 metara i trebala bi završiti do kraja godine, dok druga faza uključuje nastavak izgradnje dodatnih 280 metara, do ukupne dužine od 680 metara [20].



**Slika 22.** Budući kontejnerski terminal Zagrebačko pristanište
Izvor:
http://www.portauthority.hr/razvojni_projekti/rijeka_gateway_projekt/kontejnerski_terminal_zagreback o_pristaniste

Financiranje izgradnje definirano je kao kombinacija sredstava iz zajma Svjetske banke, Državnog proračuna Republike Hrvatske, fondova EU i privatnog ulaganja. Prema tome, planirano je da se izgradnja prve faze novog pristaništa financira kreditom Svjetske banke dok bi se infrastruktura na postojećem dijelu terminala kao i suprastruktura i oprema financirali privatnim ulaganjem [20].

### 5.4.2 Modernizacija željeznice i cesta D-403

Ulaganja u luku Rijeka mogu dostići svoj puni potencijal jedino ako se paralelno razvijaju željeznička infrastruktura, ali i cestovna, odnosno cesta D-403.

Lučka uprava Rijeka i HŽ infrastruktura sudjeluju u nekoliko zajedničkih projekta koji su sa 85% sredstava sufinancirani iz Instrumenta za povezivanje Europe (*eng. Connecting Europe Facility – CEF*)

Jedan od značajnijih projekata su projekt „Rekonstrukcija željezničkog kolodvora Rijeka – Zagrebačka obala kontejnerski terminal (POR2CORE-ZCT)“, potpisan je 18. studenog 2016. godine, a cilj mu je doprinijeti rastu Luke Rijeka kao jedne od glavnih luka na Mediteranu kroz osiguranje učinkovitosti, održivosti i multimodalnosti teretnog prometa. Projekt bi trebao biti završen do 2020. godine [29].

Rekonstrukcija teretnog dijela željezničkog kolodvora Rijeka i izgradnja terminala za željeznički intermodalni prijevoz na kontejnerski terminal Zagrebačka obala planira se u tri etape:

1. Rekonstrukcija teretnog dijela željezničkog kolodvora Rijeka obuhvaća rekonstrukciju i produljenje 12 kolosijeka i izvlačnjaka, izradu kabelske kanalizacije te ugradnju telekomunikacijskih kabela, kabela napajanja i rasvjete kao i radove na kontaktnoj mreži, a također i radove na donjem ustroju u cilju poboljšanja nosivosti i odvodnje podloge.
2. Izrada priključka kolosiječnih postrojenja i izgradnja kabelske kanalizacije u području spoja rekonstruiranih kolosijeka teretnog kolodvora Rijeka i terminala na postojeće stanje.
3. Izgradnja četiri kolosijeka duljine 400 metara na novom dijelu kontejnerskog terminala na Zagrebačkoj obali te dva kolosijeka za portalne dizalice [29].

Također je potrebno spomenuti i projekt „Razvoj multimodalne platforme u Luci Rijeka i povezivanje s kontejnerskim terminalom Brajdica (POR2CORE-AGCT) – Rekonstrukcija željezničkog kolodvora Rijeka Brajdica i izgradnja intermodalnog kontejnerskog terminala Brajdica“, potpisan je 19. travnja 2018. godine, a radovi će se izvoditi dvije godine [30].

Riječ je o opsežnom zahvatu koji će se također izvoditi u tri faze, a u sklopu kojega će se rekonstruirati postojeći kolosijeci u kolodvoru Rijeka Brajdica, izgraditi četiri nova kolosijeka na kontejnerskom terminalu, rekonstruirati postojeća i izgraditi nova kontaktna mreža te signalno-sigurnosni i telekomunikacijski uređaji. Također proširit će se postojeći tunel Sušak i izgraditi novi izvlačnjak u proširenom tunelu, a u planu je i ugradnja kompletne nove kolodvorske rasvjete [30].

Cesta D-403 je projekt u nadležnosti Hrvatskih cesta, a trebao bi povezati čvor Škurinje na riječkoj obilaznici s novim kontejnerskim terminalom na Zagrebačkoj obali. Ovo je najvažniji riječki cestovni projekt u idućem četverogodišnjem razdoblju. Iako je riječ o prometnici dugoj svega 2,5 kilometara, u pitanju je zahtjevan građevinski pothvat s predviđenom izgradnjom niza cestovnih objekata od kojih je najveći trotračni tunel Rujevica dužine 1.300 metara [31].

## 5.5 Statistička analiza prometa

U ovom poglavlju prikazana je statistička analiza kontejnerskog prometa luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine.

U Tablica 4. Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine prikazan je kontejnerski promet luke Rijeka u TEU jedinicama za svaku godinu u promatranom razdoblju od 2000. do 2017. godine, također je prikazan rast, odnosno pad prometa u postocima, za svaku godinu u odnosu na prethodnu godinu.

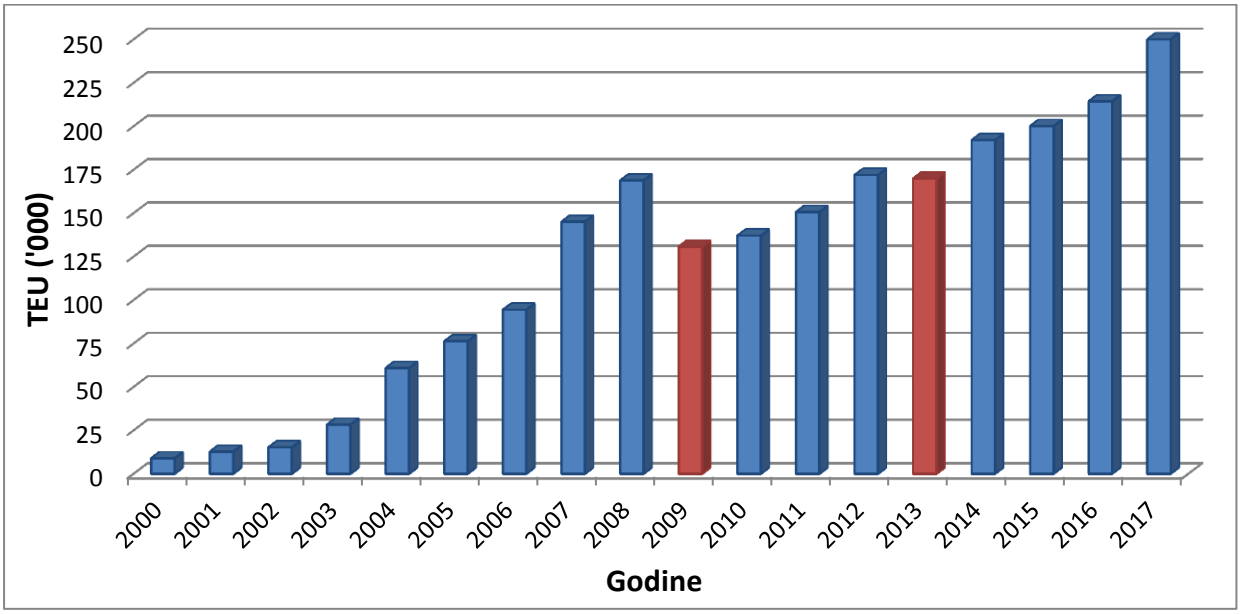
**Tablica 4.** Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine

| *Godina* | *TEU* | *Rast/pad* |
|---|---|---|
| *2000.* | **8 925** | **N/A** |
| *2001.* | **12 711** | **42%** |
| *2002.* | **15 215** | **20%** |
| *2003.* | **28 298** | **86%** |
| *2004.* | **60 864** | **115%** |
| *2005.* | **76 258** | **25%** |
| *2006.* | **94 390** | **24%** |
| *2007.* | **145 040** | **54%** |
| *2008.* | **168 761** | **16%** |
| *2009.* | **130 740** | **23%** |
| *2010.* | **137 048** | **5%** |
| *2011.* | **150 677** | **9%** |
| *2012.* | **171 945** | **14%** |
| *2013.* | **169 943** | **1%** |
| *2014.* | **192 004** | **13%** |
| *2015.* | **200 102** | **5%** |
| *2016.* | **214 348** | **7%** |
| *2017.* | **249 975** | **17%** |

Izvor: Izradio autor prema [43]

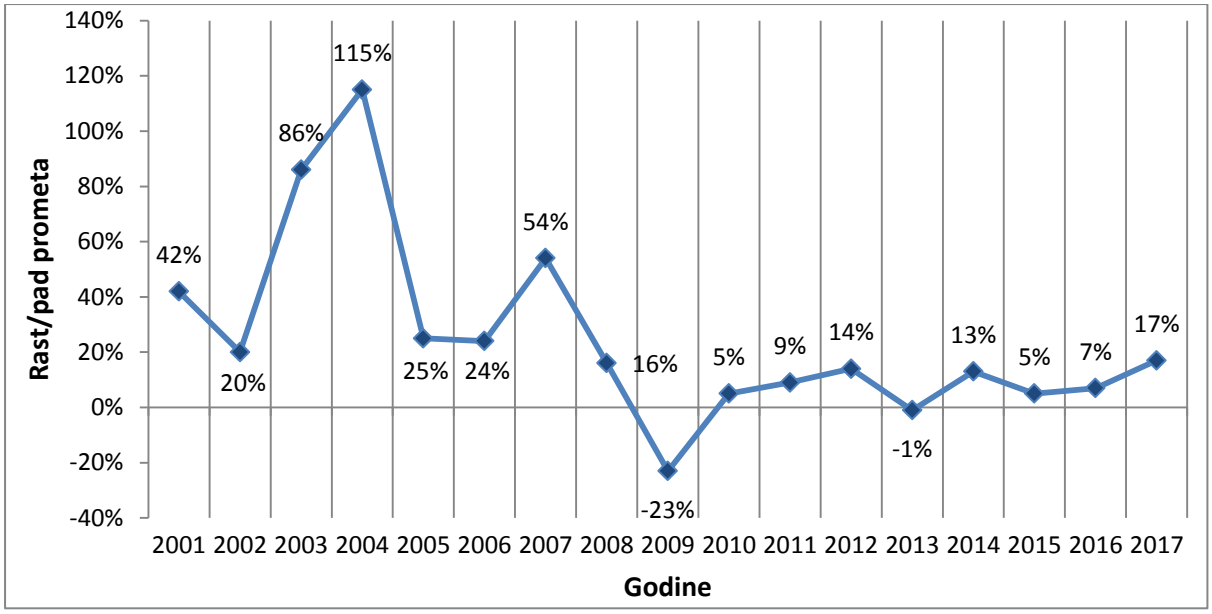
Iz Tablica 4, kao i iz Grafikon 1 vidljivo je da kontejnerski terminal luke Rijeka iz godine u godinu bilježi konstantan rast prometa u cijelom promatranom razdoblju,

izuzevši dvije godine, recesijsku 2009. godinu kada je promet bio u padu za 38 021 TEU, odnosno 23% u odnosu na prethodnu godinu te 2013. godinu kada je zabilježen pad za 2002 TEU, odnosno minimalnih 1% u odnosu na prethodnu godinu.




**Grafikon 1.** Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine
Izvor: Izradio autor prema [43]

Grafikon 1 slikovito prikazuje kontejnerski promet luke Rijeka iz godine u godinu u razdoblju od 2000. godine do danas. Uz konstantan rast prometa od početka promatranog razdoblja ističu se dva stupca, koja su prikazana crvenom bojom, 2009. i 2013. godine, kada je kao što je već rečeno zabilježen pad prometa u odnosu na prethodnu godinu. Osim toga, jasno je vidljivo da se promet zahvaljujući tehnološkom i organizacijskom modernizacijom terminala povećao sa 8 925 TEU koliko je zabilježeno 2000. godine do 249 975 TEU koliko je zabilježeno 2017. godine, što predstavlja porast od 2800%, odnosno 28 puta.




**Grafikon 2.** Rast/pad kontejnerskog prometa luke Rijeka u odnosu na prethodnu godinu (u postocima)
Izvor: Izradio autor prema [43]

Grafikon 2 prikazan je rast, odnosno pad prometa luke Rijeka, u postocima, za svaku pojedinačnu godinu u odnosu na prethodnu godinu. Osim već spomenutih padova prometa od 23% u 2009. i minimalnih 1% u 2013. godine, na ovom grafikonu najviše se ističu nagli porast prometa od 86%, zabilježen 2003. godine te porast od 115% koji je zabilježen 2004. godine. Godine 2003. promet je sa 15 215 TEU skočio na 28 298 TEU, a 2004. godine je sa 28 298 TEU skočio na čak 60 864 TEU.

Od 2013. godine kada je završena druga faza modernizacije kontejnerskog terminala kojim je realizirano produženje operativne obale, povećanje skladišnog kapaciteta, nabava nove prijevozno-prekrcajne mehanizacije, implementacije nove informacijsko-komunikacijske tehnologije i drugo, kontejnerski terminal bilježi prosječni porast prometa od 10,5%.

# 6. ANALIZA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI KONTEJNERSKOG TERMINALA LUKE KOPER

Luka Koper predstavlja jednu od većih kontejnerskih luka na sjevernom Jadranu, odnosno najvećeg konkurenta luke Rijeka, te osigurava najkraći prometni put između Kopera i svih ključnih središta srednje i istočne Europe. Luka Koper je moderna, dobro organizirana višenamjenska luka, opremljena za rukovanje i skladištenje svih vrsta tereta sa 12 specijaliziranih terminala: Kontejnerski i RO-RO terminal (Slika 23. Kontejnerski terminal luke Koper), automobilski terminal, terminal za generalne terete, terminal za voće, terminal za drvo, terminal za minerale i rude, terminal za žitarice, terminal za glinicu, europski energetski terminal, terminal za tekuće terete, terminal za životinje i putnički terminal.

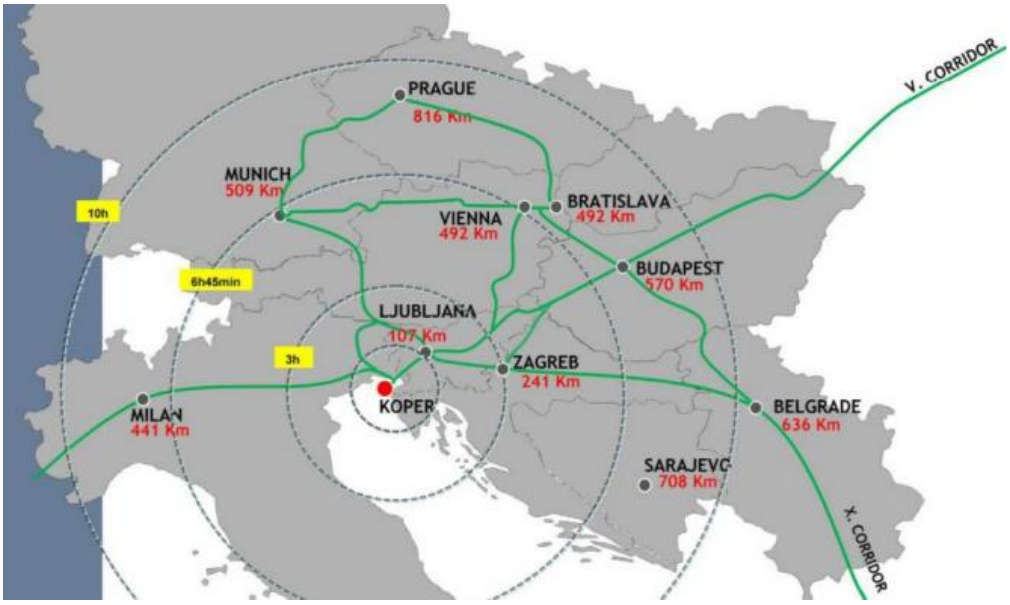


**Slika 23.** Kontejnerski terminal luke Koper
Izvor: https://luka-kp.si/libs/phpthumb/phpThumb.php?src=/sites/luka_kp_ts_si_2014/silos/579cb5f2b72c1391f990ccb4458dc765&w=800

## 6.1 Geoprometni položaj i gravitacijsko područje

Luka Koper smještena je na južnoj obali Tršćanskog zaljeva, u Republici Sloveniji, te je oko 2.200 nautičkih milja bliže destinacijama istočno od Sueza, nego primjerice luke Sjeverne Europe. Od Kopra postoje redovne i pouzdane kontejnerske linije prema svim značajnim svjetskim lukama. Više od trideset kontejnerskih linija

koristi Luku Koper. Kopneni prijevoz iz Kopra (Slika 24.), cestom i željeznicom, do glavnih industrijskih centara u Srednjoj Europi, je oko 500 km kraći nego iz sjevernoeuropskih luka. Oko dvije trećine tereta prevozi se željeznicom, što znači da više od 500 vagona stigne i napusti luku na dnevnoj bazi. Cijelo područje luke Koper prostire se na 1.600 hektara. Luka Koper je javno dioničko društvo, a djeluje kao holding. Strategija lučke tvrtke, kao i promjene u funkcionalnim politikama trebala bi pridonijeti većoj konkurentnosti i efektivnijem poslovanju [13].




**Slika 24.** Gravitacijsko područje luke Koper
Izvor: Bozicnik S.: North Adriatic Ports: A Gateway to Central Europe, University of Maribor, Portorož, 2015.

Kontejnerski terminal luke Koper ima izgrađenu odgovarajuću cestovnu infrastrukturu što omogućava direktnu manipulaciju i transport tereta. Zahvaljujući realizaciji slovenskog nacionalnog programa razvoja autocesta, unaprijeđena je cestovna povezanost luke s unutrašnjošću preko autocesta:

- autocesta A1 – smjer Ljubljana
- autocesta A1 i A2 – smjer Tunel Karavanke (Austrija)
- autocesta A1 i G2 – smjer Dolga vas (Mađarska)
- autocesta A1 i A3 – smjer Fernetti (Italija)
- autocesta A1 i A11 – smjer Trst (Italija) [10].

Terminal je također opremljen odgovarajućom željezničkom infrastrukturom, pa je isto tako omogućena direktna manipulacija i transport tereta željeznicom,

kojom se odvozi, odnosno dovozi gotovo 70% tereta. Luka je povezana sa svim važnim ekonomskim centrima u unutrašnjosti Europe, a za potrebe kontejnerskog transporta, uvedene su redovne željezničke linije prikazane u Tablica 5. Redovne željezničke linije luke Koper [26.]

**Tablica 5.** Redovne željezničke linije luke Koper

| ***Država*** | ***Željeznička linija*** | ***Učestalost vlakova*** |
|---|---|---|
| *Austrija* | Koper-Graz (Adria transport) | 10x tjedno |
| | Koper - Villach - razne destinacije (RCO/Adria Kombi) | do 5x tjedno |
| | Koper - Enns (Metrans) | 2x tjedno |
| *Mađarska* | Koper - Budimpešta BILK (Adria Kombi) | 7x tjedno |
| | Koper - Budimpešta Mahart (Metrans) | do 14x tjedno |
| | Koper - Budimpešta Törökbálint (Integrail) | 3x tjedno |
| | Koper - Budimpešta Mahart (Integrail) | 2x tjedno |
| *Slovačka* | Koper - Bratislava (Adria Kombi) | 4x tjedno |
| | Koper - Dunajska Streda - razne destinacije (Metrans) | do 14x tjedno |
| | Koper - Žilina (Metrans - KIA) | do 7x tjedno |
| *Češka* | Koper - Dobra (Adria Kombi) | 4x tjedno |
| | Koper - Ostrava (Metrans) | 2x tjedno |
| | Koper - Paskov (AWT) | 1x tjedno |
| | Koper - Dunajska Streda (hub) - Zlin - Prag (Metrans) | 1x dnevno |
| *Poljska* | Koper - Wroclaw(Siechnice) - Ostrava - Koper (Baltic Rail) | 2x tjedno |
| *Njemačka* | Koper - Ljubljana - München (Adria Kombi) | 5x tjedno |
| | Koper - München (Adria Kombi) | 3x tjedno |
| *Slovenija* | Koper - Ljubljana - Celje - Maribor (Adria Kombi) | 2x dnevno |
| *Bugarska* | Koper - Sofia (Adria Kombi) | / |
| *Rumunjska* | Koper - Arad (Adria Transport) | 1x tjedno |
| *Italija* | Koper - Padova (Adria Kombi dedicated) | 1x tjedno |
| *Srbija* | Koper - Novi Sad (Adria Kombi / Transagent d.o.o.) | po potrebi |
| | Koper - Ljubljana - Beograd (Adria Kombi) | 2x tjedno |
| *Hrvatska* | Koper - Ljubljana - Zagreb (Adria Kombi) | 2x tjedno |

Izvor: Izradio autor prema [26]

## 6.2 Kapaciteti i mehanizacija

Kontejnerski terminal luke Koper ukupne je površine od 270 000 $m^2$, a trenutni godišnji kapacitet izražen u TEU jedinicama iznosi 950 000 TEU [45].

Duljina operativne obale kontejnerskog terminala luke Koper je 596 metara, a podijeljena je na 4 veza, maksimalnog dopuštenog gaza od 14,5 metara [45].

Skladišni prostor kontejnerskog terminala luke Koper zauzima površinu od 180 000 $m^2$. Kapacitet izražen u TEU jedinicama iznosi 19 139 TEU te dodatnih 9 547 TEU za prazne kontejnere, s 432 priključka za frigo kontejnere. Manipulacija kontejnerima na cijelom slagališnom prostoru odvija se RTG dizalicama [45].

Na primopredajnoj zoni kontejnerskog terminala luke Koper koriste se RMG dizalice, s mogućnošću opsluživanja 4 kolosijeka [45].

U Tablica 6. Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Koper prikazana je prekrcajna mehanizacija kojom raspolaže kontejnerski terminal luke Koper.

**Tablica 6.** Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Koper

| ***Vrsta sredstva*** | ***Količina*** |
|---|---|
| *Panamax kontejnerske dizalice* | 3 |
| *Post-panamax kontejnerske dizalice* | 4 |
| *Super post-panamax kontejnerske dizalice* | 2 |
| *Portalni prijenosnici velikog raspona (RTG)* | 22 |
| *Portalni prijenosnici velikog raspona (RMG)* | 3 |
| *Autodizalice* | 12 |
| *Viličari* | 8 |
| *Tegljači (traktori)* | 61 |
| *Terminalske prikolice* | 61 |
| *Ro-Ro tegljači* | 1 |
| *Ro-Ro prikolice* | 1 |

Izvor: Izradio autor prema [45]

Kontejnerski terminal luke Koper raspolaže s 3 Panamax kontejnerske dizalice kapaciteta 40 *kN,* odnosno 45 *kN* za dva 20 stopna kontejnera ispod hvatača, maksimalnog dohvata na morsku stranu 40 metara. Od 2009. godine na terminalu su i 4 Post-Panamax dizalice kapaciteta od 510 *kN,* odnosno 650 *kN* za dva 20 stopna kontejnera ispod hvatača*,* na dohvatu na morsku stranu 40 metara [10].

Godine 2017. dopremljene su i dvije super Post-Panamax kontejnerske dizalice nosivosti 710 *kN,* s dohvatom na morsku stranu od 65 metara, koje mogu dohvatiti 24 kontejnera (po širini), što je 6 kontejnera više od maksimalnog dohvata Post-Panamax dizalica na koperskom kontejnerskom terminalu [27].

Na slagališnom prostoru koristi se 22 portalna prijenosnika velikog raspona na kotačima (RTG dizalice), nosivosti 400 *kN.* Raspon ovih prijenosnika je 25 metara, a imaju mogućnost premoštenja 7 kontejnera te slaganja 6 kontejnera u visinu.

Na željezničkim kolosijecima se prekrcajne operacije odvijaju korištenjem 3 portalna prijenosnika velikog raspona na tračnicama (RMG dizalice), nosivosti 400 *kN* [10].

Terminal raspolaže s 12 autodizalica, nosivosti 420 do 450 *kN,* za manipulaciju punim kontejnerima te 8 viličara s teleskopskim hvatačem za manipulaciju praznim kontejnerima. Viličari imaju nosivost 70 do 90 *kN*, namijenjeni su za manipulaciju 20 i 40 stopnih kontejnera, a imaju mogućnost slaganja 7 kontejnera u visinu [10].

Osim navedene opreme terminal raspolaže sa 61 tegljačem i 61 terminalskom prikolicom te 1 Ro-Ro tegljačem sa svojom prikolicom, koji su namijenjeni za rukovanje 20 i 40 stopnim kontejnerima u prijevozu isključivo na dužim relacijama kao što su brod (operativna obala) – skladište i obrnuto [45].

## 6.3 Informacijsko-komunikacijske tehnologije

Kontejnerski terminal luke Koper koristi se TinO marketinškom i operativnom aplikacijom, koja je zamijenila prethodni HOST sustav, a razvijena je u suradnji s Actual IT d.d. i neprestano se nadograđuje u skladu s operativnim i poslovnim

potrebama poslovanja. TinO sustav je kombinacija terminalnog operativnog sustava (TOS) i "*Port Management“* sustava [28].

U skladu s odlukom carinske uprave Republike Slovenije 2007. godine, TinO je postao službeni sustav za vođenje evidencije o robi koja se nalazi na području luke Kopar. Sustav se temelji na Microsoft NET okviru, a u svom djelovanju povezuje se s različitim podsustavima i poslovnim informacijskim sustavom koji se temelji na SAP softveru [28].

Uz glavni operativni sustav za upravljanje radom terminala – TinO, na kontejnerskom terminalu se koristi još nekoliko sustava, a to su:

- *TIDEWORKS* – radi specifičnih potreba kontejnerskog terminala koriste se specijalizirana rješenja za kontejnerske terminale, sustav TOS Tideworks, koji je nadomjestio sustav Cosmos;
- *E-CONTAINER* – omogućuje korisniku provjeru stanja kontejnera na kontejnerskom terminalu, odnosno vrsta prijevoznog sredstva s kojim je kontejner stigao ili napustio terminal, datum i vrijeme dolaska ili odlaska kontejnera, status kontejnera (puni / prazni) i slično;
- Mobilna aplikacija - mobilna aplikacija za tablete i pametne telefone koja omogućuje informacije o kontejneru, obavijesti o brodovima, njegovu statusu i planu pilotiranja, koja je dostupna za operacijske sustave: iOS, Android sustav i Windows [28].

## 6.4 Razvojni planovi

Unatoč određenim poteškoćama s kojima se luka Koper susreće posljednjih nekoliko godina, uspjela je u znatnoj mjeri iskoristiti svoje kapacitete i tržišne potencijale. Aktivnosti u okviru novih planova su i dalje fokusirani na multifunkcionalnost luke, ali s namjerom jačanja tržišnog položaja uglavnom kroz dvije vrste tereta: kontejnerski teret i vozila. Očekuje se maksimalno iskorištenje željezničke linije Koper-Divača do 2020., a u međuvremenu će se nastojati izgraditi drugi kolosijek ili barem poboljšati postojeću željezničku infrastrukturu [12].

S obzirom na trenutno iskorištenje lučkih kapaciteta koje iznosi 80% i u skladu s očekivanjima tržišta, mogućnostima i ciljevima luke, aktivnosti luke u budućnosti će

biti usmjerene ka pružanju dodatnih sadržaja posebice kod kontejnerskog i auto-terminala, zatvorenih skladišnih prostora te javne infrastrukture.

Razvojni planovi za period od 2016. do 2020. godine vrijednosti su od 300 milijuna eura, a obuhvaćaju sljedeće projekte:

- Razvoj Pristaništa I za kontejnerski teret:
    - proširenje južnog dijela pristaništa I,
    - prenamjena sadašnjih kapaciteta (produživanja kontejnerskih blokova, rekonstrukcija vezova, pruga i dr.),
    - nabava potrebne opreme za rukovanje kontejnerima.
- Rekonstrukcija Bazena III za rukovanje vozilima:
    - RO-RO vez i privremeno korištenje skladišta u podnožju pristaništa III,
    - postupno uređenje odlagališta u neposrednom zaleđu bazena III,
- Izgradnja zatvorenog skladišnog prostora (spremnici za tekuće terete, plosnata skladišta za generalni teret),
- Izgradnja novih ulaza u luku – Bertoki i Sermin, kako bi se riješila cestovna zagušenost prometa što zahtjeva izgradnju nadvožnjaka,
- Rekonstrukcija vezova u bazenu II te južnom dijelu pristaništa II [12].

U periodu od 2021. do 2030. godine se predviđaju sljedeći projekti ukupne vrijednosti 400 milijuna eura:

- Proširenje sjevernog dijela pristaništa I – izgradnja dodatnih skladišnih kapaciteta i njegovog zaleđa te ulaganje u opremu za rukovanje kontejnerima,
- Izgradnja dodatnog prostora za pohranu vozila na području vijadukta Bonifika, s pripadajućim vezovima,
- Produženje pristaništa II koji je u prethodnom periodu bio namijenjen za skladištenje vozila dok će se u ovom periodu usmjeriti na zahtjeve i potrebe tržišta te na daljnji rast kontejnerskog prometa,
- Izgradnja dodatnog natkrivenog skladišta namijenjenog za punjenje i pražnjenje kontejnera te njihovu distribucija [12].



**Slika 25.** Plan proširenja kontejnerskog terminala luke Koper
Izvor: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2013/wp5/3_110913_SETA_Mr_Kalcic.pdf

Na Slika 25 prikazan je plan proširenja kontejnerskog terminala luke Koper, prostor označen svijetlo plavom bojom označava proširenje južnog dijela pristaništa I koje je do sada djelomično izgrađeno, a završetak radova se očekuje do 2020. godine, čime će se trenutni godišnji kapacitet povećati za oko 50 000 TEU. Tamnijom plavom bojom je označeno proširenje sjevernog dijela pristaništa I, koje će se graditi nakon 2021. godine, a tim proširenjem te spomenutom prenamjenom pristaništa II, očekuje se povećanje kapaciteta za 200 000 do 300 000 TEU.

## 6.5 Statistička analiza prometa

U ovom poglavlju prikazana je statistička analiza kontejnerskog prometa luke Koper u razdoblju od 2000. do 2017. godine.

U Tablica 7. Kontejnerski promet luke Koper za razdoblje od 2000. do 2017. godine prikazan je kontejnerski promet luke Koper u TEU jedinicama za svaku godinu u promatranom razdoblju od 2000. do 2017. godine, također je prikazan rast, odnosno pad prometa u postocima, za svaku godinu u odnosu na prethodnu godinu.

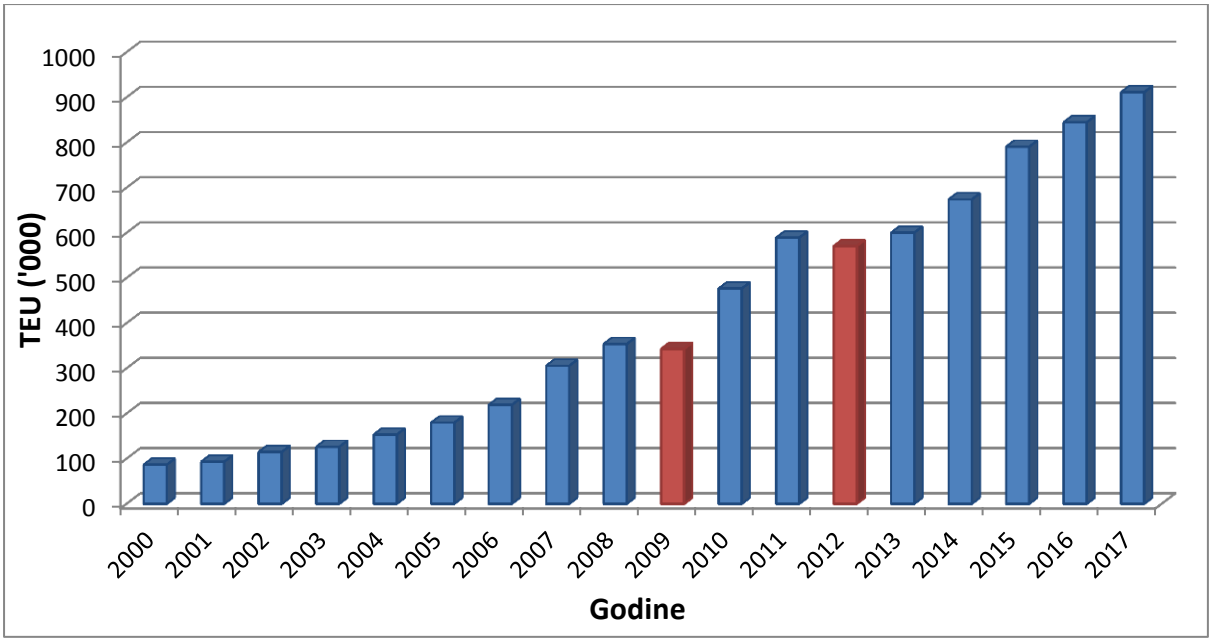
Analizirajući Tablica 7. Kontejnerski promet luke Koper za razdoblje od 2000. do 2017. godine i Grafikon 3 vidljivo je da kontejnerski terminal luke Koper iz godine u godinu bilježi konstantan rast prometa u cijelom promatranom razdoblju, izuzevši dvije godine, recesijsku 2009. godinu kada je promet bio u padu za 10 715 TEU u odnosu na prethodnu godinu te 2012. godinu kada je zabilježen pad za 18 570 TEU u odnosu na prethodnu godinu.

**Tablica 7.** Kontejnerski promet luke Koper za razdoblje od 2000. do 2017. godine

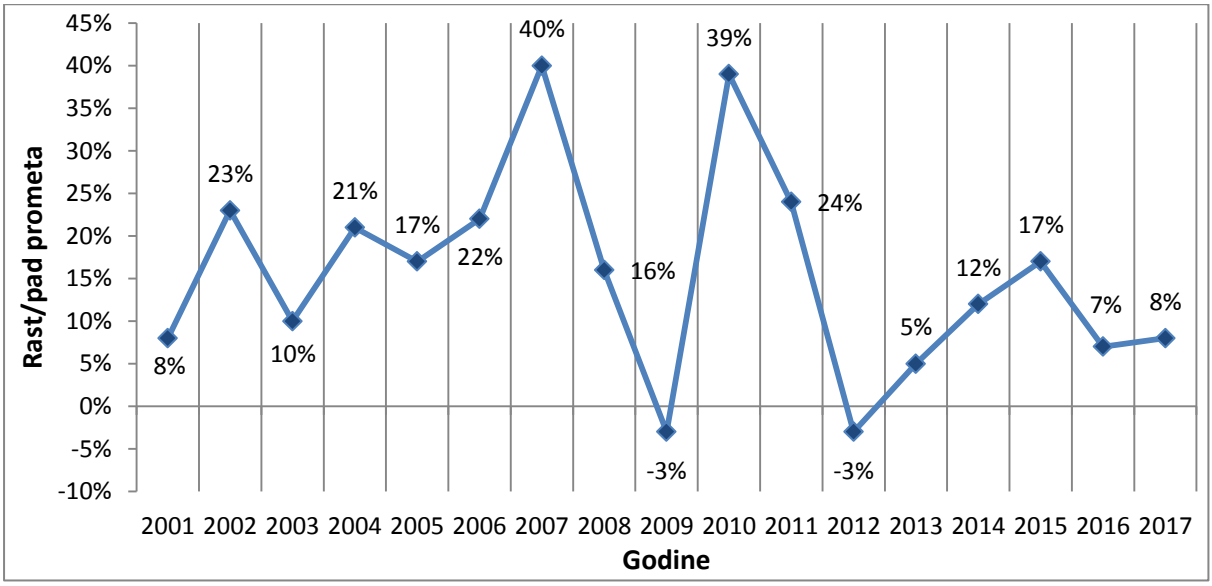
| Godina | *TEU* | *Rast/pad* |
|---|---|---|
| *2000.* | **86 675** | **N/A** |
| *2001.* | **93 187** | **8%** |
| *2002.* | **114 864** | **23%** |
| *2003.* | **126 237** | **10%** |
| *2004.* | **153 347** | **21%** |
| *2005.* | **179 745** | **17%** |
| *2006.* | **218 970** | **22%** |
| *2007.* | **305 648** | **40%** |
| *2008.* | **353 880** | **16%** |
| *2009.* | **343 165** | **3%** |
| *2010.* | **476 731** | **39%** |
| *2011.* | **589 314** | **24%** |
| *2012.* | **570 744** | **3%** |
| *2013.* | **600 441** | **5%** |
| *2014.* | **674 033** | **12%** |
| *2015.* | **790 736** | **17%** |
| *2016.* | **844 776** | **7%** |
| *2017.* | **911 528** | **8%** |

Izvor: Izradio autor prema [44]

Grafikon 3 slikovito prikazuje kontejnerski promet luke Koper iz godine u godinu u razdoblju od 2000. do 2017. godine. Uz konstantan rast prometa od početka promatranog razdoblja ističu se dva stupca, koja su prikazana crvenom bojom, 2009. i 2012. godine, kada je kao što je već rečeno zabilježen pad prometa u odnosu na prethodnu godinu. Osim toga, jasno je vidljivo da se promet terminala povećao sa 86 675 TEU koliko je zabilježeno 2000. godine do 911 528 TEU koliko je zabilježeno 2017. godine, što predstavlja porast od 1051%, odnosno 10,5 puta.




**Grafikon 3.** Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine
Izvor: Izradio autor prema [44]




**Grafikon 4.** Rast/pad kontejnerskog prometa luke Koper u odnosu na prethodnu godinu (u postocima)
Izvor: Izradio autor prema [44]

Grafikon 4 prikazan je rast, odnosno pad prometa luke Koper, u postocima, za svaku pojedinačnu godinu u odnosu na prethodnu godinu. Osim već spomenutih padova prometa od 3% u 2009. i u 2012. godine, na grafikonu se najviše ističu nagli porast prometa od 40%, zabilježen 2007. godine te porast od 39% koji je zabilježen 2010. godine, a uslijedio je odmah nakon recesijske 2009. godine. Godine 2007. promet je sa 218 970 TEU skočio na 305 648 TEU, a 2010. godine je sa 343 165 TEU skočio na čak 476 731 TEU.

# 7. KOMPARATIVNA ANALIZA TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI KONTEJNERSKIH TERMINALA LUKE RIJEKA I LUKE KOPER

Sljedeće poglavlje obuhvaća komparativnu analizu tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskih terminala luke Rijeka i Koper, u kojoj su analizirani geoprometni položaj i gravitacijsko područje, kapaciteti terminala i prijevozno-prekrcajna mehanizacija, informacijsko-komunikacijske tehnologije, razvojne mogućnosti te statistička analiza prometa.

## 7.1 Komparativna analiza geoprometnog položaja i gravitacijskog područja

Luka Rijeka i luka Koper su smještene na sjeveru Jadrana na uskom zemljopisnom položaju, na svega 60 kilometara zračne udaljenosti te imaju zajedničko gravitacijsko područje i geoprometni položaj, što je jasno vidljivo na sljedećoj Slika 26.




**Slika 26.** Geoprometni položaj luka Rijeka i Koper
Izvor: http://www.portsofnapa.com/about-napa#!lightbox/0/

Na Slika 26 je prikazan usporedni geoprometni položaj analiziranih luka, s vidljivim najznačajnijim prometnim koridorima, koji su označeni sljedećim bojama:

- Plava boja – Paneuropski prometni koridor V (Italija, Slovenija, Mađarska, Ukrajina te ograncima povezane Slovačka, Hrvatska te Bosna i Hercegovina),
- Smeđa boja – Paneuropski prometni koridor X (Njemačka, Austrija, Slovenija, Hrvatska, Srbija, Makedonija, Grčka),
- Crvena boja – predloženi prometni koridor Baltik – Jadran (Latvija, Litva, Poljska, Češka, Slovačka, Austrija, Slovenija i Italija),
- Zelena boja – predloženi Mediteranski prometni koridor (Španjolska, Francuska, Italija, Slovenija, Mađarska) [25].

Luke Rijeka i Koper direktno su povezane sa zaleđem paneuropskim prometnim koridorom V. Luka Koper leži na samom koridoru V, dok je luka Rijeka povezana jednim od ogranaka, ogrankom Vb koji se preko Zagreba i Dombovara u Budimpešti povezuje s koridorom.

Tablica 8 prikazana je usporedna cestovna udaljenost luke Rijeka i luke Koper do pojedinih gradova u užem i širem zaleđu.

**Tablica 8.** Cestovna udaljenost luka Rijeka i Koper do pojedinih gradova (u km)

| ***Grad*** | ***Luka Rijeka*** | ***Luka Koper*** |
|---|---|---|
| *Zagreb* | 166 | 241 |
| *Ljubljana* | 116 | 107 |
| *Budimpešta* | 506 | 570 |
| *Bratislava* | 586 | 555 |
| *Beč* | 520 | 492 |
| *Prag* | 843 | 816 |
| *Minhen* | 516 | 509 |
| *Beograd* | 555 | 636 |
| *Sarajevo* | 564 | 640 |

Izvor: Izradio autor prema http://www.udaljenosti.com/

Analizirajući tablicu vidljivo je da je udaljenost od promatranih luka do navedenih ali i ostalih gradova u zaleđu poprilično jednaka te je time potvrđena teza da promatrane luke dijele geoprometni položaj i gravitacijsko područje iako djeluju u različitim državama i svaka pod svojim specifičnim uvjetima.

## 7.2 Komparativna analiza kapaciteta i mehanizacije

Tablica 9 prikazana je usporedba karakteristika kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper. Iz koje je vidljivo da kontejnerski terminal luke Rijeka ima ukupnu površinu od 168 000 $m^2$, dok ukupna površina kontejnerskog terminala luke Koper iznosi 270 000 $m^2$, odnosno 102 000 $m^2$ više. U skladu s tim koperski terminala ima veću slagališnu površinu, kao i ukupni godišnji te trenutni kapacitet. Slagališna površina je veća za gotovo 70 000 $m^2$, ukupni godišnji kapacitet za 500 000 TEU te trenutni kapacitet za nešto više od 10 000 TEU.

**Tablica 9.** Karakteristike kontejnerskih terminala luka Rijeka i Koper

| ***Karakteristika terminala*** | ***Rijeka*** | ***Koper*** |
|---|---|---|
| *Ukupna površina ($m^2$)* | 168 000 | 270 000 |
| *Slagališna površina ($m^2$)* | 111 000 | 180 000 |
| *Ukupni godišnji kapacitet (TEU)* | 450 000 | 950 000 |
| *Trenutni kapacitet (TEU)* | 9100 | 19 139 |
| *Priključaka za frigo kontejnere* | 418 | 432 |

Izvor: Izradio autor prema [33][45]

Velika razlika u trenutnom ali i ukupnom godišnjem kapacitetu između promatranih terminala se javlja zbog različite prijevozno-prekrcajne mehanizacije kojom se obavljaju manipulacije kontejnera, odnosno različitih prometno-tehnoloških procesa. Na cijeloj slagališnoj površini koperskog terminala se koriste RTG dizalice, dok se na više od pola slagališne površine riječkog terminala koriste autodizalice koje zahtijevaju znatno veću površinu za uspješno manipuliranje kontejnerima.

Tablica 10 prikazuje usporedbu karakteristika operativne obale kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper. Iz tablice je vidljivo da su duljina operativne obale i maksimalna dubina promatranih terminala gotovo podjednake. Riječki terminal ima dulju operativnu obalu za svega 32 metra te veću maksimalnu dubinu za manje od pola metra.

**Tablica 10.** Karakteristike operativne obale kontejnerskih terminala luka Rijeke i Koper

| *Karakteristika operativne obale* | *Rijeka* | *Koper* |
|---|---|---|
| *Duljina (m)* | 628 | 596 |
| *Maksimalna dubina (m)* | 14,88 | 14,5 |
| *Broj vezova* | 2 | 4 |

Izvor: Izradio autor prema [33][34][45]

Iz Tablica 11 vidljiva je sva transportno-manipulativna mehanizacija kojom raspolažu kontejnerski terminali luke Rijeka i luke Koper. Već pri prvom pogledu na tablicu jasno je da koperski terminal raspolaže s puno više mehanizacije od riječkog terminala. Koperski terminal raspolaže sa čak 5 obalnih kontejnerskih dizalica više u odnosu na riječki terminal. Riječki terminal raspolaže sa po dvije panamax i post-panamax dizalice, dok koperski posjeduje tri panamax, četiri post-panamax, te dvije super post-panamax dizalice.

**Tablica 11.** Transportno-manipulativna mehanizacija kontejnerskih terminala luke Rijeka i Koper

| *Vrsta sredstva* | *Rijeka* | *Koper* |
|---|---|---|
| *Panamax kontejnerske dizalice* | 2 | 3 |
| *Post-panamax kontejnerske dizalice* | 2 | 4 |
| *Super post-panamax kontejnerske dizalice* | / | 2 |
| *Portalni prijenosnici velikog raspona (RTG)* | 6 | 22 |
| *Portalni prijenosnici velikog raspona (RMG)* | 2 | 3 |
| *Autodizalice* | 7 | 12 |
| *Viličari* | 3 | 8 |
| *Tegljači (traktori)* | 9 | 61 |
| *Terminalske prikolice* | 17 | 61 |
| *Ro-Ro tegljači* | / | 1 |
| *Ro-Ro prikolice* | / | 1 |

Izvor: Izradio autor prema [39][45]

Manipulaciju kontejnerima na slagališnoj i primopredajnoj zoni kod oba terminala obavljaju portalni prijenosnici velikog raspona, odnosno RTG i RMG dizalice. Riječki terminal posjeduje 6 RTG dizalica te 2 RMG dizalice za operacije na

željezničkim kolosijecima, a koperski terminal posjeduje 22 RTG te 3 RMG dizalice. Također, riječki terminal posjeduje 7 autodizalica te 3 viličara, dok koperski broji 12 autodizalice te 8 viličara.

Po pitanju terminalskih tegljača, odnosno traktora i terminalskih prikolica, prednost je daleko na strani koperskog terminala, koji broji 61 tegljač i 61 prikolicu, dok riječki terminal ima tek 9 tegljača i 17 prikolica, uz tako veliku razliku koperski terminal posjeduje i jedan Ro-Ro tegljač sa svojom prikolicom.

## 7.3 Komparativna analiza informacijsko-komunikacijske tehnologije

Kao što je već navedeno, postoji više informacijsko-komunikacijskih sustava na kontejnerskim terminalima bez kojih suvremeni kontejnerski terminali ne bi mogli konkurirati na tržištu. Sustavi se razlikuju po softverskim rješenjima pojedinih proizvođača, no svi imaju istu svrhu.

Kontejnerski terminal luke Rijeka kao glavni operativni sustav za upravljanje radom koristi NAVIS SPARCS N4 s kojim su povezani razni informacijsko-komunikacijski sustavi kao podrška poslovanju. Inače, sustav NAVIS je implementiran na više od 320 kontejnerskih terminala diljem svijeta, pomažući im poboljšati učinkovitost i produktivnost svojim optimizacijskim alatima.

Na koperskom kontejnerskom terminalu koristi se TinO marketinškom i operativnom aplikacijom, koja je kombinacija terminalnog operativnog sustava i "*Port Management“* sustava. Aplikacija je razvijena u suradnji s Actual IT d.d. i neprestano se nadograđuje u skladu s operativnim i poslovnim potrebama poslovanja.

Oba analizirana kontejnerska terminala imaju implementiran terminalni operativni sustav, odnosno sustav za direktno planiranje prekrcajnih operacija na terminalu, a osim softverskih rješenja nema značajnije razlike u sustavima.

## 7.4 Komparativna analiza razvojnih planova

Razvojni planovi kontejnerskog terminala luke Koper podijeljeni su na dva perioda. Prvi period je do 2020. godine koji obuhvaća razvoj južnog dijela pristaništa I za kontejnerski teret (proširenje pristaništa, prenamjena sadašnjih kapaciteta te nabava potrebne opreme za rukovanje kontejnerima), te izgradnja novih ulaza u luku

– Bertoki i Sermin, kako bi se riješila cestovna zagušenost prometa. Za drugi period od 2021. do 2030. godine predviđa se tri značajnija projekta, a to su: proširenje sjevernog dijela pristaništa I (izgradnja dodatnih kapaciteta te ulaganje u opremu za rukovanje kontejnerima), prenamjena pristaništa II radi usmjerenja na zahtjeve i potrebe tržišta i daljnjeg rasta kontejnerskog prometa te izgradnja dodatnog natkrivenog skladišta namijenjenog za punjenje i pražnjenje kontejnera te njihovu distribuciju.

Najznačajniji projekt riječke luke je izgradnja novog kontejnerskog terminala na Zagrebačkom pristaništu, čija je prva faza izgradnje započela 2014. godine. Pristanište se gradi kroz dvije faze, a u konačnosti će imati duljinu od 680 metara, s prosječnom širinom od 300 metara, čime će se ostvariti kapacitet od 650 000 TEU godišnje, a planirana dubina od minimalno 20 metara omogućit će prihvat brodova svih veličina. Prva faza ovog projekta uključuje izgradnju pristaništa u dužini od 400 metara, a trebala bi biti završena do kraja 2018. godine.

Da bi ulaganja riječke luke u izgradnju novog pristaništa mogla dostići svoj puni potencijal potrebno je paralelno razvijati željezničku i cestovnu infrastrukturu. Stoga lučka uprava Rijeka u suradnji s HŽ infrastrukturom sudjeluje u nekoliko zajedničkih projekata kojima će se između ostalog realizirati rekonstrukcija postojećih kolosijeka teretnog dijela željezničkog kolodvora Rijeka te izgradnja terminala za željeznički intermodalni prijevoz na kontejnerskim terminalima Brajdica i novom kontejnerskom terminalu na zagrebačkoj obali. Što se tiče cestovne infrastrukture, najvažniji projekt je izgradnja ceste D-403 koja će povezivati čvor Škurinje na riječkoj obilaznici s novim kontejnerskim terminalom na zagrebačkoj obali.

Razvojni planovi riječke luke obuhvaćaju izgradnju potpuno novog kontejnerskog terminala Zagrebačko pristanište te rekonstrukciju i izgradnju nove željezničke i cestovne infrastrukture, a novi kontejnerski terminal će u konačnici povećati godišnji kapaciteti za 650 000 TEU te će omogućiti prihvat brodova svih veličina. S druge strane razvojni planovi koperske luke obuhvaćaju proširenja kontejnerskog pristaništa I, prenamjenu postojećeg pristaništa II za kontejnerski promet, izgradnju natkrivenog kontejnerskog skladišta te izgradnju novih ulaza u luku

radi smanjenja zagušenosti prometa. Proširenjem i prenamjenom pristaništa koperske luke očekuje se povećanje godišnjeg kapaciteta za oko 300 000 TEU.

## 7.5 Komparativna analiza kontejnerskog prometa

U ovom poglavlju prikazana je komparativna analiza kontejnerskog prometa luke Rijeka i luke Koper u vremenskom razdoblju od 2000. do 2017. godine, što je prikazano Tablica 12 i usporednim Grafikon 5 i Grafikon 6.

**Tablica 12.** Kontejnerski promet luke Rijeka i luke Koper u razdoblju od 2000. do 2017. godine (u TEU jedinicama)

| *Godina* | *Luka Rijeka* | *Rast/pad luke Rijeka* | *Luka Koper* | *Rast/pad luke Koper* |
|---|---|---|---|---|
| *2000.* | **8 925** | ***N/A*** | **86 675** | ***N/A*** |
| *2001.* | **12 711** | **42%** | **93 187** | **8%** |
| *2002.* | **15 215** | **20%** | **114 864** | **23%** |
| *2003.* | **28 298** | **86%** | **126 237** | **10%** |
| *2004.* | **60 864** | **115%** | **153 347** | **21%** |
| *2005.* | **76 258** | **25%** | **179 745** | **17%** |
| *2006.* | **94 390** | **24%** | **218 970** | **22%** |
| *2007.* | **145 040** | **54%** | **305 648** | **40%** |
| *2008.* | **168 761** | **16%** | **353 880** | **16%** |
| *2009.* | **130 740** | **23%** | **343 165** | **3%** |
| *2010.* | **137 048** | **5%** | **476 731** | **39%** |
| *2011.* | **150 677** | **9%** | **589 314** | **24%** |
| *2012.* | **171 945** | **14%** | **570 744** | **3%** |
| *2013.* | **169 943** | **1%** | **600 441** | **5%** |
| *2014.* | **192 004** | **13%** | **674 033** | **12%** |
| *2015.* | **200 102** | **5%** | **790 736** | **17%** |
| *2016.* | **214 348** | **7%** | **844 776** | **7%** |
| *2017.* | **249 975** | **17%** | **911 528** | **8%** |

Izvor: Izradio autor prema http://www.portauthority.hr/documents/Statistika+za+WEB+-+HR.pdf i https://www.luka-kp.si/eng/cargo-statistics

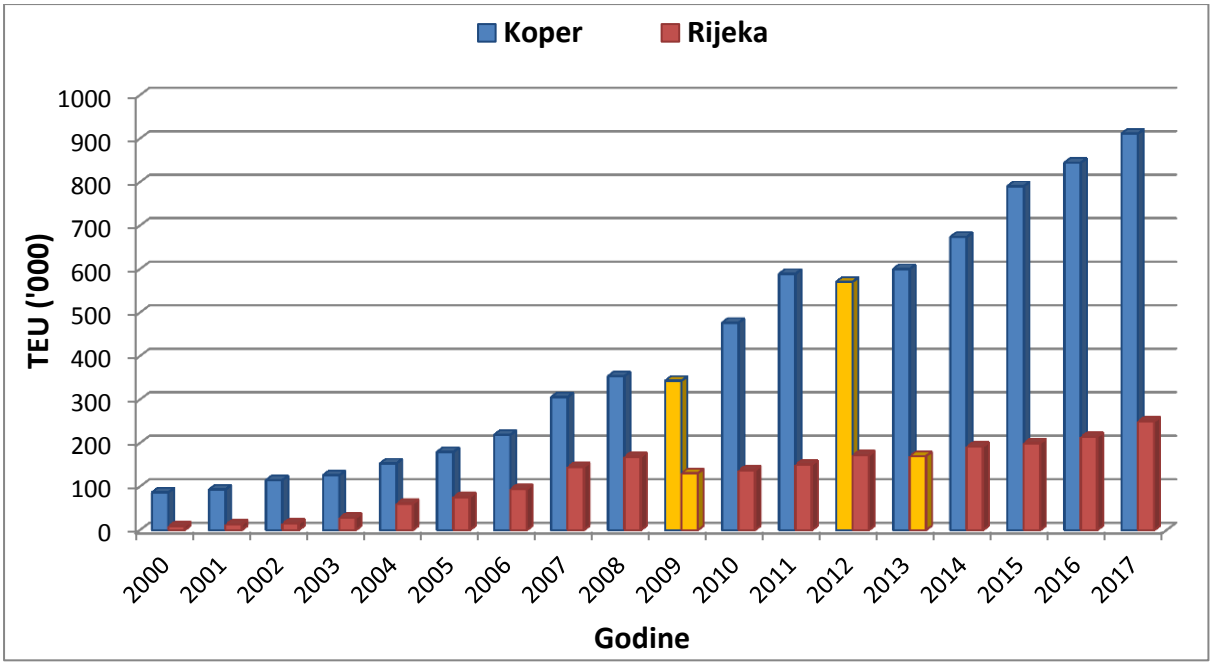
Tablica 12 prikazuje kontejnerski promet luka Rijeka i Koper u TEU jedinicama za svaku godinu u promatranom razdoblju od 2000. do 2017. godine, također je prikazan rast, odnosno pad prometa u postocima, za svaku godinu u odnosu na prethodnu godinu.

Analizirajući tablicu vidljivo je da kontejnerski terminal luke Koper ostvaruje daleko veći promet od kontejnerskog terminala luke Rijeka kroz cijelo promatrano razdoblje, uz oscilacije koje su opisane u daljnjem tekstu.

Promet kontejnerskog terminala luke Koper za 2000., prvu promatranu godinu iznosi 86 675 TEU, a promet riječkog terminala iznosi 8 925 TEU za istu godinu, što je gotovo 10 puta manje od prometa koperskog terminala.

Nekoliko godina kasnije, odnosno 2003. i 2004. godine riječki terminal je ostvario nagli porast prometa (86 i 115% u odnosu na prethodnu godinu), a zabilježen je promet od 60 864 TEU, iste godine koperski terminal je bilježio promet od 153 347 TEU, što znači da se u samo četiri godine razlika prometa analiziranih terminala sa gotovo 10 puta smanjila na 2,5 puta.

Razlika prometa se nastavila smanjivati sve do recesijske 2009. godine, kada kontejnerski terminal riječke luke bilježi pad prometa od 23%, dok koperski terminal bilježi pad od samo 3% prometa. Godina 2010. je, nakon 2007. bila godina kada je koperski terminal zabilježio najveći porast prometa od čak 39% te se time razlika prometa povećala na 3.5 puta, što se uz manje oscilacije održalo sve do 2017. godine kada riječki terminal bilježi promet od 249 975 TEU, a koperski od 911 528 TEU.



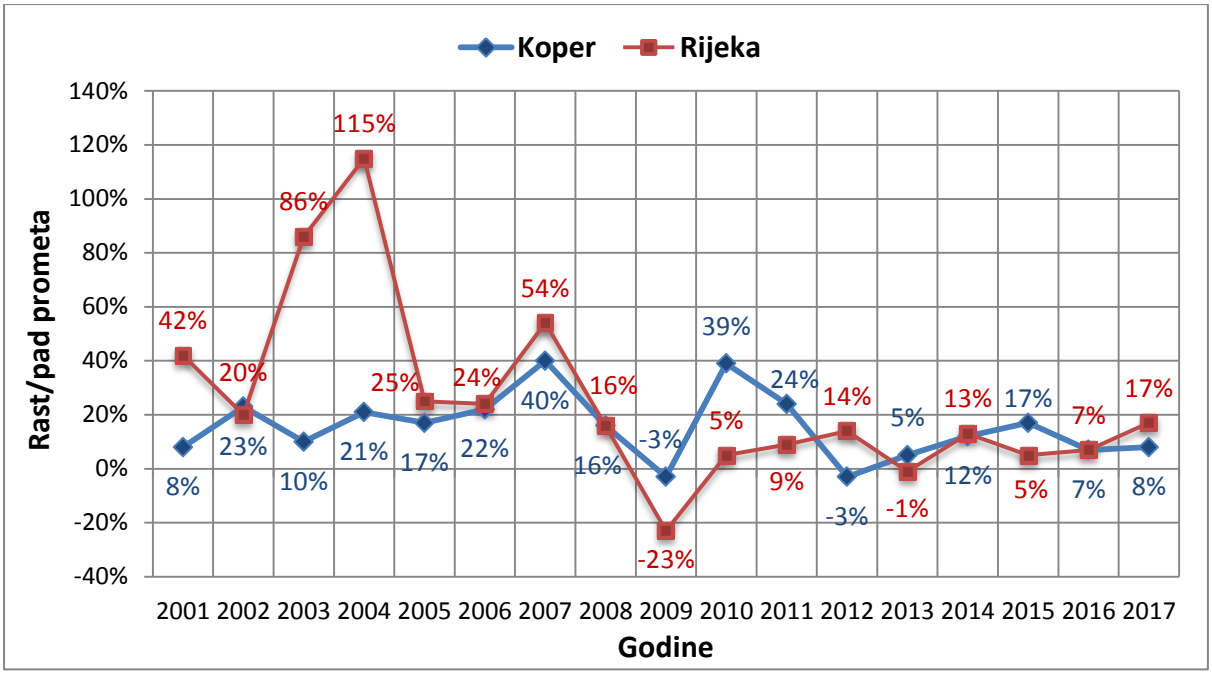

**Grafikon 5.** Kontejnerski promet luka Rijeka i Koper u razdoblju od 2000. do 2017. godine

Izvor: Izradio autor prema http://www.portauthority.hr/documents/Statistika+za+WEB+-+HR.pdf i https://www.luka-kp.si/eng/cargo-statistics

Grafikon 5 slikovito prikazuje usporedni kontejnerski promet luka Rijeka i Koper u razdoblju od 2000. do 2017. godine, na kojem se jasno vidi konstantni porast prometa na oba promatrana terminala.

Na grafikonu se, također ističu četiri stupca označena narančastom bojom koji predstavljaju padove prometa u odnosu na prethodnu godinu. Recesija na svjetskoj razini uzročnik je pada prometa analiziranih, ali i ostalih svjetskih kontejnerskih terminala u 2009. godini. Osim spomenutog recesijskog pada u 2009. godini, svaka od promatranih luka bilježi još jedan pad prometa u odnosu na prethodnu godinu, koperski terminal ga je zabilježio 2012. godine, a riječki terminal godinu kasnije.

Osim konstantnog rasta i spomenutih povremenih padova prometa grafikon jasno prikazuje razliku prometa između kontejnerskog terminala luke Rijeka i kontejnerskog terminala luke Koper. U 2000. godini razlika prometa između analiziranih luka bila je 10 puta, od 2004. do recesijske 2009. godine razlika se smanjila na svega 2,5 puta, da bi sljedećih godina porasla na oko 3,5 puta i zadržala se sve do danas.




**Grafikon 6.** Rast/pad kontejnerskog prometa luka Rijeka i Koper u odnosu na prethodnu godinu (u postocima)
Izvor: Izradio autor prema http://www.portauthority.hr/documents/Statistika+za+WEB+-+HR.pdf i https://www.luka-kp.si/eng/cargo-statistics

Grafikon 6 slikovito prikazuje usporedni rast, odnosno pad prometa kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper, u postocima, za svaku pojedinačnu godinu u odnosu na prethodnu godinu, u promatranom razdoblju od 2000. do 2017. godine. Promatrajući grafikon vidljivo je da kontejnerski terminal luke Rijeka bilježi značajnije oscilacije po pitanju rasta i pada prometa u odnosu na koperski terminal.

Osim već spomenutih padova prometa na kontejnerskom terminalu luke Rijeka od 23% u 2009. i minimalnih 1% u 2013. godine te padova na kontejnerskom terminalu luke Koper od 3% u 2009. i 2012. godini, na grafikonu se najviše ističu nagli porasti prometa riječkog kontejnerskog terminala koji su zabilježeni kroz nekoliko godina. Prvi od četiri najznačajnija porasta prometa je porast od 42% zabilježen 2001. godine, zatim slijede porasti od 86 i čak 115% zabilježeni 2003. i 2004. godine te porast od 54% zabilježen 2007. godine. Na grafikonu su također vidljiva dva najznačajnija porasta prometa koperskog terminala, a to su porast od 40% zabilježen 2007. godine, te porast od 39% zabilježen 2010. godine.

Analizom grafikona također je vidljivo da kontejnerski terminal luke Rijeka u promatranom razdoblju bilježi prosječni rast prometa od 25,2%, dok kontejnerski terminal luke Koper ima prosječni rast od 15,5%.

# 8. ZAKLJUČAK

Razvoj kontejnerizacije, odnosno kontejnera te kontejnerskih brodova koji su potakli te sve do danas potiču razvoj kontejnerskih terminala započeo je šezdesetih godina prošlog stoljeća kada je američki poduzetnik Malcom Mclean došao na ideju da prevozi teret u univerzalnim kontejnerima, sustavom intermodalnosti u kojem bi se isti kontejner lako mogao prilagođavati raznim prijevoznim modalitetima, odnosno drugim vidovima prometa.

Nedugo nakon početka kontejnerizacije uslijedila i standardizacija kontejnera koju je propisala Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO). Standardizacija kontejnera je dodatno potakla brodare za ulaganja u nove brodove, koji su do danas podijeljeni na šest generacija, a uglavnom se razliku po veličini i nosivosti. Kako su se pojavljivali sve veći brodovi koji su na kontejnerske terminale dovozili sve veći broj kontejnera, tako se pojavila i potreba za sve većom površinom kontejnerskih terminala te sve većom prijevozno-prekrcajnom mehanizacijom na terminalima, a samim time se pojavila i potreba za ulaganjem u nove informacijsko-komunikacijske tehnologije.

Suvremeni kontejnerski terminali zbog same količine tereta, ne bi mogli efikasno i učinkovito funkcionirati bez odgovarajućih informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Postoji velik broj informacijsko-komunikacijskih sustava i svi oni imaju istu svrhu, omogućiti planiranje, organiziranje, koordiniranje i kontroliranje svih aktivnosti te povezivanje subjekata lučkog sustava, a uglavnom se razlikuju po softverskim rješenjima pojedinih proizvođača. Najvažniji informacijsko-komunikacijski sustav je terminalni operativni sustav (TOS) koji može osigurati dugoročan uspjeh terminala time što je učinkovit, prilagodljiv, fleksibilan, ekonomičan i skalabilan.

Današnji informacijsko-komunikacijski sustavi, naravno uz druge tehnologije su razvijeni do te mjere da omogućuju potpunu automatizaciju kontejnerskih terminala, što je danas viđeno na najvećim svjetskim kontejnerskim terminalima koji se često nazivaju i „terminali duhova“. To su terminali koji su opremljeni automatskim sustavom za manipulaciju kontejnerima koji se sastoji od automatskih dizalica i automatski navođenih vozila. Velika prednost automatizacije dugoročno gledano, je

ušteda na radnoj snazi i svođenje ljudskih grešaka koje mogu uzrokovati zastoje i kvarove na minimum.

Komparativnom analizom tehničko-tehnoloških značajki kontejnerskih terminala luke Rijeka i luke Koper utvrđeno je da su obje luke smještene na sjeveru Jadrana na uskom zemljopisnom položaju te imaju zajedničko gravitacijsko područje i geoprometni položaj te su direktno povezane sa zaleđem paneuropskim prometnim koridorom V. Glavna razlika je u tome što koperski kontejnerski terminal ima bolju željezničku infrastrukturu te je uspostavio preko sto redovnih željezničkih linija tjedno u preko deset zemalja u zaleđu, dok iz riječkog kontejnerskog terminala postoji tek nekoliko redovnih željezničkih linija.

Utvrđeno je da oba analizirana kontejnerska terminala imaju implementiran terminalni operativni sustav (TOS), s kojim su kao podrška poslovanju povezani razni drugi informacijsko-komunikacijski sustavi, koji se uglavnom razlikuju po softverskim rješenjima. Također je utvrđeno da i jedna i druga luka imaju razvojne planove čijom bi se realizacijom ukupni godišnji kapaciteti povećali na preko 1 100 000 TEU godišnje, a riječka luka sudjeluje i na nekoliko projekata rekonstrukcije i izgradnje nove željezničke i cestovne infrastrukture.

Isto tako utvrđeno je da kontejnerski terminal luke Koper ima veću ukupnu površinu terminala za 102 000 $m^2$ od riječkog kontejnerskog terminala, a samim time ima i veću slagališnu površinu te dvostruko veći ukupni godišnji kapacitet. U skladu s tim koperski terminal raspolaže s puno više prijevozno-prekrcajnih sredstava od riječkog terminala. Jedina prednost kontejnerskog terminala luke rijeka po pitanju kapaciteta i mehanizacije je dulja operativna obala za 32 metara, te veća maksimalna dubina za nešto manje od pola metra.

Komparativnom analizom kontejnerskog prometa luke Rijeka i luke Koper utvrdile su se već poznate činjenice o velikom zaostajanju riječkog terminala u odnosu na koperski terminal. Riječki kontejnerski terminal je u 2017. godini ostvario promet od 249 975 TEU, a ukupni godišnji kapacitet terminala iznosi 450 000 TEU. U istoj godini koperski terminal je ostvario promet od 911 528 TEU, dok mu je godišnji kapacitet 950 000 TEU. Kod riječkog kontejnerskog terminala su ostali neiskorišteni kapaciteti od 200 000 TEU, dok ta brojka iznosi samo 40 000 TEU kod

koperskog terminala koji je prisiljen proširivati se kako bi imao dovoljne kapacitete za sljedeću godinu, što govori sljedeće.

Problem zaostajanja kontejnerskog terminala luke Rijeka za kontejnerskim terminalom luke Koper po pitanju ostvarenog prometa nije uzrokovan manjim kapacitetima ili manjim brojem prijevozno-prekrcajnih sredstava kojima raspolaže riječki terminal niti informacijsko-komunikacijskim tehnologijama, već samom vezom sa zaleđem. Koperski terminal je uz bolju željezničku infrastrukturu uspostavio preko sto redovnih željezničkih linija s preko deset država u zaleđu, dok riječki terminal nema niti približno toliko redovnih željezničkih linija, što rezultira dužim tranzitnim vremenom kontejnera i većim troškovima prijevoza, a u suvremenim uvjetima krajnjem korisniku je to od presudnog značenja. Upravo to predstavlja glavni problem i sve dok se ne riješi problem po pitanju željezničke infrastrukture i dok se ne uspostave redovne željezničke linije s najprometnijim čvorištima u zaleđu koperski terminal će ostvarivati daleko veći promet.

# POPIS LITERATURE

[1] Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2002.

[2] Jolić, N.: Luke i ITS, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2008. p. 92

[3] Rodrigue, J-P., Comtois, C., Slack, B.: The geography of transport systems - fourth edition, Routledge, New York, 2017.

[4] Dundović, Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2007.

[5] Zelenika, R., Jakomin, L.: Suvremeni transportni sustavi, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 1995.

[6] Božičević, D., Kovačević D.: Suvremene transportne tehnologije, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2002.

[7] Vranić, D., Kos, S.: Morska kontejnerska transportna tehnologija I, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2008.

[8] Marković, I.: Integralni i transportni sustavi i robni tokovi, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1990.

[9] Adriaansen, A.C.: An automated guided vehicle system in a container terminal, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, 2011

[10] Dodič, V.: Izboljšave procesov skladiščenja kontejnerjev v luki Koper d. d., B&B višja strokovna šola, Kranj, 2012

[11] Rogić, K.: Nastavni materijali „Sigurnost u vodnom prometu II“, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagreb, Zagreb, 2013.

[12] Summary of Luka Koper d.d. and the Luka Koper Group Business Strategy until 2030 and the Company's and Group's Strategic Business Plan 2016 – 2020, 2015

[13] Twrdy, E., Trupac I., Kolenc J.: Container Boom in the Port of Koper,Portoroţ, 2012.

[14] Perić, Z.: Osnove brodogradnje, Industrijska škola Split, Split, 2014.

[15] Vilke, S.: Logistički pristup razvitku sjevernojadranskih luka Rijeke, Kopra i Trsta, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2006.

[16] Kolanović, I., Grgas-Oštro A., Dundović K.: Ocjena i tendencije razvitka prekrcajnih kapaciteta kontejnerskih terminala luka rijeka, ploče i kopar, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 3 (2015), No. 1.

[17] Mišković, D., Ivče, R., Popović, M.: Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest, Naše more, 63(1)/2016.

[18] Bonaca, J., Černjul, R., Vaclavek, S.: Sustavi za upravljanje kontejnerskim terminalima podržani GNSS-om i GIS-om, Ekscentar, br. 16, 2013.

[19] Tijan, E., Hlača, B., Agatić, A.: Evolucija informacijsko-komunikacijskih tehnologija na kontejnerskim terminalima, Pomorstvo, 24/1, 2010.

[20] Godišnji program rada i financijski plan za 2017. godinu, Lučka uprava Rijeka, Rijeka, 2016.

[21] http://www.worldshipping.org/about-the-industry/history-of-containerization (svibanj, 2018.)

[22] http://www.worldshipping.org/about-the-industry/history-of-containerization/the-birth-of-intermodalism (svibanj, 2018.)

[23] http://www.worldshipping.org/about-the-industry/history-of-containerization/ industry- globalization (svibanj, 2018.)

[24] http://navis.com/get-more-n4 (svibanj, 2018.)

[25] http://www.portsofnapa.com/about-napa#!lightbox/0/ (svibanj, 2018.)

[26] https://www.luka-kp.si/eng/railway-connections (svibanj, 2018.)

[27] https://luka-kp.si/eng/news/single/the-biggest-in-the-adriatic-and-beyond-11122 (svibanj, 2018.)

[28] https://www.luka-kp.si/eng/it-support (svibanj, 2018.)

[29] http://www.hzinfra.hr/?p=9442 (lipanj, 2018.)

[30] http://www.hzinfra.hr/?p=14181(lipanj, 2018.)

[31] http://www.novilist.hr:8090/Vijesti/Hrvatska/IPAK-SE-KRECE-Natjecaj-za-cestu-D-403-na-jesen-gradnja-pocinje-pocetkom-2019?meta_refresh=true (lipanj, 2018.)

[32] http://www.lukarijeka.hr/hr/port_handbook/prometna_povezanost/default.aspx (svibanj, 2018.)

[33] http://www.ictsi.com/operations/adriatic-gate-container-terminal-agct-rijeka-croatia/infrastructure-and-support-facilities-25/ (svibanj, 2018.)

[34] http://www.ictsi.hr/index.php/hr/o-nama/novosti/item/264-produbljen-maksimalni-gaz-na-vezu-2/264-produbljen-maksimalni-gaz-na-vezu-2 (lipanj, 2018.)

[35] http://www.ictsi.hr/index.php/hr/o-nama/povijest-agct (svibanj, 2018.)

[36] http://www.ictsi.hr/index.php/hr/o-nama/o-ictsi-u (svibanj, 2018.)

[37] http://www.portauthority.hr/razvojni_projekti/rijeka_gateway_projekt/kontejnerski_terminal_brajdica (svibanj, 2018.)

[38] https://www.liebherr.com/shared/media/maritimecranes/downloadsandbrochures/brochures/lcc/liebherr-sts-cranes-technical-description.pdf (lipanj, 2018.)

[39] http://www.ictsi.hr/index.php/hr/detalji-o-terminal (svibanj, 2018.)

[40] http://www.ictsi.com/operations/adriatic-gate-container-terminal-agct-rijeka-croatia/information-technology-and-communications-systems-16/ (lipanj, 2018.)

[41] http://www.ictsi.hr/index.php/hr/o-nama/novosti/item/185-agct-zapoceo-sa-koristenjem-ics-aplikacije (lipanj, 2018.)

[42] http://www.portauthority.hr/razvojni_projekti/rijeka_gateway_projekt (lipanj, 2018.)

[43] http://www.portauthority.hr/documents/Statistika+za+WEB+-+HR.pdf (lipanj, 2018.)

[44] https://www.luka-kp.si/eng/cargo-statistics (lipanj, 2018.)

[45] https://www.luka-kp.si/eng/terminals/single/container-terminal-244(lipanj, 2018.)

# POPIS KRATICA

TEU – (eng. Twenty-Foot Equivalent Unit) 20 stopna transportna jedinica

ISO – (eng. International Organization for Standardization) Međunarodna organizacija za standardizaciju

Lo-Lo – (eng. Lift on – Lift off) podigni – spusti

Ro-Ro – (eng. Roll on – Roll off) dokotrljaj – otkotrljaj

Fo-Fo – (eng. Float on – Float off) doplutaj – otplutaj

FCS – (eng. Full Container Ships) potpuno kontejnerski brod

FCC – (eng. Fully Cellular Containership) potpuno ćelijski kontejnerski brod

STS – (eng. Ship-to-Shore) obalna kontejnerska dizalica

QC – (eng. Quay crane) mosna dizalica

RTG – (eng. Rubber Tyred Gantry Cranes) portalni prijenosnik velikog raspona na gumenim kotačima

RMG – (Rail Mounted Gantry Cranes) portalni prijenosnik velikog raspona na tračnicama

ACT – (eng. Automated Controled Terminals) automatizirani terminali

ASC – (eng. Automated Stacking Cranes) automatske dizalice

AGV – (eng. Automated Guided Vehicles) automatski navođena vozila

GNSS – (eng. Global Navigation Satellite System) globalni navigacijski satelitski sustav

ICT – (eng. Information and Communication Technologies) informacijsko-komunikacijske tehnologije

TOS – (eng. Terminal Operating System) terminalni operativni sustav

GPS – (eng. Global Positioning System) globalni pozicijski sustav

GIS – (eng. Geographic Information Systems) geografski informacijski sustav

RFID – (eng. Radio Frequency Identification Technology) tehnologija identifikacije putem radio frekvencije

CTS – (eng. Container Tracking Service) sustav za praćenje kontejnera

# POPIS SLIKA

Slika 1. Vrste kontejnera ..... 12
Slika 2. Oznake kontejnera ..... 13
Slika 3. Generacije kontejnerskih brodova ..... 17
Slika 4. Shematska struktura lučkog kontejnerskog terminala ..... 21
Slika 5. Moduli slaganja kontejnera – tlocrt ..... 25
Slika 6. Univerzalni hvatač kontejnera ..... 26
Slika 7. Obalna kontejnerska dizalica ..... 28
Slika 8. Evolucija kontejnerskih (mosnih) dizalica ..... 29
Slika 9. Lučka mobilna dizalica ..... 30
Slika 10. Portalni prijenosnik velikog raspona – RTG dizalica ..... 32
Slika 11. Portalni prijenosnik velikog raspona – RMG dizalica ..... 32
Slika 12. Portalni prijenosnik malog raspona ..... 33
Slika 13. Autodizalica ..... 34
Slika 14. Čeoni viličari ..... 35
Slika 15. Tegljač (traktor) ..... 37
Slika 16. Kontejnerska prikolica ..... 37
Slika 17. Automatizirani kontejnerski terminal Altenwerder (Hamburg) ..... 40
Slika 18. Struktura tradicionalnog i suvremenog logističkog lanca ..... 42
Slika 19. Kontejnerski terminal luke Rijeka (Brajdica) ..... 51
Slika 20. Gravitacijsko područje luke Rijeka ..... 52
Slika 21. Prostorni raspored kontejnerskog terminala Brajdica ..... 54
Slika 22. Budući kontejnerski terminal Zagrebačko pristanište ..... 59
Slika 23. Kontejnerski terminal luke Koper ..... 64
Slika 24. Gravitacijsko područje luke Koper ..... 65
Slika 25. Plan proširenja kontejnerskog terminala luke Koper ..... 71
Slika 26. Geoprometni položaj luka Rijeka i Koper ..... 74

# POPIS TABLICA

Tablica 1. Standardne dimenzije (vanjske) kontejnera ..... 10
Tablica 2. Osnovne karakteristike tipičnih mosnih dizalica ..... 29
Tablica 3. Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Rijeka ..... 55
Tablica 4. Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine .. 61
Tablica 5. Redovne željezničke linije luke Koper ..... 66
Tablica 6. Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Koper ..... 67
Tablica 7. Kontejnerski promet luke Koper za razdoblje od 2000. do 2017. godine . 72
Tablica 8. Cestovna udaljenost luka Rijeka i Koper do pojedinih gradova (u km) .... 75
Tablica 9. Karakteristike kontejnerskih terminala luka Rijeka i Koper ..... 76
Tablica 10. Karakteristike operativne obale kontejnerskih terminala luka Rijeke i Koper ..... 77
Tablica 11. Transportno-manipulativna mehanizacija kontejnerskih terminala luke Rijeka i Koper ..... 77
Tablica 12. Kontejnerski promet luke Rijeka i luke Koper u razdoblju od 2000. do 2017. godine (u TEU jedinicama) ..... 80

# POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine 62
Grafikon 2. Rast/pad kontejnerskog prometa luke Rijeka u odnosu na prethodnu godinu (u postocima) ..... 63
Grafikon 3. Kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2000. do 2017. godine 73
Grafikon 4. Rast/pad kontejnerskog prometa luke Koper u odnosu na prethodnu godinu (u postocima) ..... 73
Grafikon 5. Kontejnerski promet luka Rijeka i Koper u razdoblju od 2000. do 2017. godine ..... 82
Grafikon 6. Rast/pad kontejnerskog prometa luka Rijeka i Koper u odnosu na prethodnu godinu (u postocima) ..... 83

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Tehničko-tehnološki procesi razvoja lučkih kontejnerskih terminala** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 3.9.2018

*(potpis)*