

# Kontejnnerski terminal jadranska vrata - učinak dizalica pri prekrcaju kontejnera

---

Hančar, Matea

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **The Polytechnic of Rijeka / Veleučilište u Rijeci**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:125:538488>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**



Repository / Repozitorij:

[Polytechnic of Rijeka Digital Repository - DR PolyRi](#)



# **VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Matea Hančar

## **KONTEJNERSKI TERMINAL JADRANSKA VRATA d.d.- UČINAK DIZALICA PRI PREKRCAJU KONTEJNERA**

(završni rad )

Rijeka, 2021.



# **VELEUČILIŠTE U RIJECI**

Prometni odjel

Stručni studij cestovni promet

## **KONTEJNERSKI TERMINAL JADRANSKA VRATA d.d. - UČINAK DIZALICA PRI PREKRCAJU KONTEJNERA**

(završni rad)

MENTOR:

Dr. sc. Marko Kršulja dipl. ing. stroj.

STUDENTICA:

Matea Hančar

MBS: 2429000019/18

Rijeka, lipanj 2021.

VELEUČILIŠTE U RIJECI

Prometni odjel

Rijeka, 10.3.2021

ZADATAK

za završni rad

Pristupnici Matei Hančar MBS: 2429000019/18

Studentici stručnog studija Cestovnog prometa, izdaje se zadatak završni rad – tema završnog rada pod nazivom:

**KONTEJNERSKI TERMINAL JADRANSKA VRATA d.d. - UČINAK  
DIZALICA PRI PREKRCAJU KONTEJNERA**

Sadržaj zadatka: Ispitati učinak prekrcajnih kapaciteta dizalice na kontejnerskom terminalu poduzeća Jadranska vrata te usporediti sa konkurentnim terminalom luke Kopar. Utvrditi moguće razlike u načinu upotrebe prekrcajnih dizalica. Izračunati učinak prekrcajnog sredstva dizalice za transport kontejnera s naglaskom na sigurnost. U slučaju u prevelikih odstupanja objasniti razloge koji uzrokuju razlike. Objasniti prekrcajna sredstva koja se koriste za potrebe transporta na terminalu.

Rad obraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta u Rijeci.

Zadano: 10.3.2021.


Predati do: 15.09.2021.

Mentor:

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

Doc. dr. sc. Marko Kršulja

Pročelnik odjela:

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

Dr. sc. Ivica Barišić, prof. v. š.

Zadatak primila dana: 12.3.2021.

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

Dostavlja se:

- mentoru

Matea Hančar

pristupniku

# IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d.- učinak dizalica pri prekrcaju kontejnera

\_\_\_\_\_izradio samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora Doc. dr. sc. Marka Kršulja

\_\_\_\_\_.

Ime i prezime

*Matka Hrnčar*

\_\_\_\_\_  
(potpis studenta)

## SAŽETAK

Temeljni problem završnog rada je analizirati učinak rada kontejnerskih obalnih dizalica s osvrtom na Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d., te izraditi usporedbe između dvaju terminala luke Koper i Rijeke.

Predmet istraživanja je Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d.- Adriatic Gate Container Terminal kao značajan dio luke Rijeke. Također predmet istraživanja je glavni konkurent, a to je kontejnerski terminal luke Koper. Analizirana su prekrcajna sredstva i ostvareni kontejnerski promet u razdoblju od deset godina.

Hipoteza je da je Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d. – AGCT u Rijeci konkurentan kontejnerskom terminalu luke Koper. Na temelju izmjerenih parametara kod ukrcaja/iskrcaja izraditi će se usporedba učinka obalnih kontejnerskih dizalica.

Cilj ovog završnog rada je utvrditi način rada Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. u Rijeci i rad konkurenta luku Koper. Koju prekrcajnu mehanizaciju kontejnerski terminali koriste kod prekrcaja tereta i na temelju analiza utvrditi će se učinak obalnih kontejnerskih dizalica. Cilj svakog terminala je povećati kapacitete i modernizirati kontejnerske terminale novim tehnologijama prekrcaja. U radu su prikazane nove tehnologije prekrcaja koje mogu pridonijeti realizaciji ovih ciljeva.

Koristile su se metode promatranja, metode deskripcije, metode analize, matematičke metode, komparativne metode, metoda mjerenja, metoda sinteze, deduktivna metoda i induktivna metoda.

Rezultati su pokazali da je kontejnerski terminal luke Rijeka svojim položajem, kapacitetom, mehanizacijom, infrastrukturnom povezanošću konkurentan na tržištu. Budući razvojni planovi pridonijeti će rastu te povećati konkurentnost prema vanjskom tržištu.

Ključne riječi: kontejnerski terminal, kontejner, prekrcaj, učinak dizalice, intermodalni transport.

# SADRŽAJ

<b>1.UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Hipoteza .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Predmet istraživanja .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Problem istraživanja .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Ciljevi rada .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5. Metode istraživanja .....</b>	<b>2</b>
<b>1.6. Struktura rada .....</b>	<b>3</b>
<b>2. KONTEJNERSKI TERMINAL JADRANSKA VRATA d.d. - ADRIATIC GATE CONTAINER TERMINAL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Geoprometni položaj i gravitacijsko područje .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Kapacitet i mehanizacija AGCT .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Statistička analiza kontejnerskog prometa luke Rijeka .....</b>	<b>10</b>
<b>3. KONTEJNERIZACIJA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Kontejner .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Vrste kontejnera .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3. Dimenzije kontejnera .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Servisi kontejnerskih brodova.....</b>	<b>22</b>
<b>4. PREKRAJNA MEHANIZACIJA LUČKIH KONTEJNERSKIH TERMINALA ...</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Obalne kontejnerske dizalice.....</b>	<b>24</b>



<b>4.2. Hvatač kontejnera (Spreader).....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.1. Obalne kontejnerske dizalice Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.</b> .....	<b>27</b>
<b>4.3. Prijenosno – prekrcajna sredstva .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.1. Prijenosnici velikog raspona.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.2. RTG dizalice Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. ....</b>	<b>31</b>
<b>4.3.3. RMG dizalice Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. ....</b>	<b>31</b>
<b>4.4. Prijenosnici malog raspona .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.1 Viličar .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.2. Autodizalice (Reach Staker) .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.3. Tegljači (traktori) i prikolice za kontejnere.....</b>	<b>36</b>
<b>4.5. Održavanje prekrcajne mehanizacije s osvrtom na Kontejnerski terminal</b> <b>Jadranska vrata d.d. -AGCT.....</b>	<b>38</b>
<b>5. PROIZVODNI UČINAK KONTEJNERSKIH DIZALICA .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1. Učinak kontejnerskih dizalica Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. u</b> <b>Single i Twin lift modu dizanja .....</b>	<b>44</b>
<b>6. KONTEJNERSKI TERMINAL LUKE KOPER.....</b>	<b>50</b>
<b>6.1. Kapacitet i mehanizacija.....</b>	<b>51</b>
<b>6.2. Statistička analiza prometa Kontejnerskog terminala luke Koper .....</b>	<b>52</b>
<b>6.3. Komparativna analiza između Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. i</b> <b>kontejnerskog terminala luke Koper.....</b>	<b>53</b>

6.4. Razvojni planovi .....	58
<b>7. NOVA GENERACIJA PREKRCAJNIH SREDSTAVA .....</b>	<b>59</b>
7.1. Mobilna dizalica kao sredstvo prekrcaja .....	59
7.2. Komparativna analiza ZPMC Post Panamax i Gottwald Mobile Harbor Crane .	64
7.3. Budućnost upravljanja dizalicama .....	65
7.4 Liebherr Crane Planer .....	66
7..5. Sustav prilagodbe podizanjem obalne kontejnerske dizalice .....	67
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>69</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>70</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>71</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>73</b>

## **1.UVOD**

Temeljni motiv ovog rada je prekrcajna mehanizacija i njezin učinak te na temelju analize Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. u Rijeci uspoređene su neke nove prekrcajne tehnologije koje bi poboljšale prekrcaj. Jedan od najjeftinijih oblika prijevoza pomorskim putem ne zahtijeva izgradnju infrastrukture, već izgradnju luka sa svom potrebnom mehanizacijom. Luka bi trebala ići u korak sa tržištem s gledišta prekrcajne mehanizacije kako bi se iskoristili svi potencijali luka na Jadranu. Luka Koper koristi svoj potencijal te je veliki konkurent terminalu u Rijeci.

Kontejnerski promet robe ima važnu ulogu razvoja vanjske trgovine. Kao važna točka kontejnerskog prometa u RH Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d.- Adriatic Gate Container Terminal unatoč krizi uzrokovanj pandemijom COVID-19 bilježi značajan rast u broju prekrcajnog tereta izraženog u TEU jedinici što rezultira većom ekonomskom isplativošću. Na ekonomsku isplativost također utječe brzina utovara/istovara kontejnera u transportno sredstvo i na temelju ovih značajki određujemo učinak. Učinak se mjeri vremenskim trajanjem utovara/istovara i na temelju određenih faktora koji utječu na vrijeme utovara/istovara dobije se učinak dizalice.

U ovome radu tumačene su prekrcajne operacije tereta pomoću obalnih dizalica u cestovno vozilo s poluprikolicom, željeznički vagon. Primjenom obalnih dizalica proces prekrcaja teretom, odnosno kontejnerima je olakšan i eliminiran je fizički rad, oštećenja i sl. Upotrebom dizalica prekrcaj je relativno brz i učinkovit, što pridonosi rastu i razvoju, dodatnom rastu i razvoju pridonijela bi upotreba novih tehnologija prekrcaja.

### **1.1. Hipoteza**

Osnovna hipoteza je da je Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.- Adriatic Gate Container Terminal u Rijeci konkurentan, u usporedbi sa Lukom Koper. Na temelju izmjerenih parametara ukrcaja/iskrcaja izraditi će se usporedba učinka obalnih kontejnerskih dizalica.

### **1.2. Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja je Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d.- Adriatic Gate Container Terminal kao značajan dio Luke Rijeka. Kontejnerski terminal se koristi za ukrcaj/iskrcaj, smještaj, manipulaciju kontejnera u luci uz upotrebu svih prekrcajnih sredstava.

Tvrtka je osnovana 2001. godine te je pod koncesijom International Container Terminal Services Inc. (ICTSI) udjelom od 51 %.

Također, predmet istraživanja je i Luka Koper kao jedini konkurent na sjevernom Jadranu čiji godišnji kapacitet iznosi 950 000 TEU, duplo više od luke Rijeka, s daleko većim brojem prekrcajne mehanizacije luka Koper postiže kontinuirano sve veći promet kontejnera .

### **1.3. Problem istraživanja**

Problem istraživanja je učinak obalnih dizalica kod pretovara kontejnera u različitim uvjetima rada i sposobnost pretovara prekrcajnih sredstava. Također ispitati će se trenutna tehnologija na tržištu koja može unaprijediti pretovar i time povećati učinak ispitanog terminala.

### **1.4. Ciljevi rada**

Ciljevi su :

- Objasniti poslovanje i način rada Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. - AGCT i luke Koper,
- koji su kapaciteti kontejnerskog terminala luke Rijeka i Koper,
- definirati kontejnerizaciju, kontejnerske brodove,
- što je kontejner,
- definirati osnovne parametre koji utječu na učinak,
- prikazati nove tehnologije prekrcajnih sredstava u smjeru poboljšanja učinka.

### **1.5. Metode istraživanja**

U završnom radu koriste se sljedeće metode:

- Metoda promatranja (pretovar tereta iz broda u transportno sredstvo, manipulativne operacije, uvid u dokumente o kapacitetima terminala),
- metoda deskripcije (prigodno opisivanje i pojašnjavanje obilježja procesa pretovara, pisanje tablica, popisa i tumačenje podataka),
- metoda analize (opisati će se elementi koji tvore kontejnerski terminal – dizalica, skladište, dužina obale, dubina itd.),

- komparativna metoda (usporedba podataka prikupljenih pri prekrcaju, usporedba kapaciteta kontejnerskih terminala luke Rijeka i Koper, usporedba prekrcajne mehanizacije „staro-novo“),
- matematička metoda ( proračun učinka rada obalnih dizalica),
- metoda mjerenja (mjerenje vremena radnog ciklusa pretovara, broj kontejnera u određenom vremenskom intervalu),
- metoda sinteze ( sistematiziranje prikupljenih činjenica i znanja),
- deduktivna metoda (opći stavovi),
- induktivna metoda ( na temelju zapažanja dolazi do određenih tvrdnji).

## **1.6. Struktura rada**

Strukturno, rad je podijeljen na osam međusobno povezanih cjelina.

U uvodnom dijelu definirana je hipoteza, predmet i problem istraživanja, ciljevi rada, metode istraživanja i struktura rada.

U drugom dijelu rada opisana je tvrtka, mjesto gdje je istraživanje provedeno. Treće poglavlje bavi se definiranjem i kategorizacijom kontejnera i kontejnerskih brodova.

U četvrtom poglavlju sagledana je prekrcajna mehanizacija kontejnerskih terminala kao i mehanizacija koju čini Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d. U nastavku na temelju izrađenog proračuna o radu dizalica grafički su analizirani dobiveni rezultati teorijskog i eksploatacijskog učinka prekrcaja.

Šesto poglavlje bavi se kontejnerskim terminalom Luke Koper, najvećim konkurentom kontejnerskog terminala luke Rijeka, gdje je prikazana usporedba dvaju kontejnerskih terminala i njihov potencijal.

U sedmom poglavlju predstavljene su neke od novih tehnologija prekrcajnih sredstava koje bi mogle unaprijediti manipulativne operacije kontejnerskih terminala, također i kontejnerskog terminala u Rijeci.

U zaključnom dijelu završnog rada definirani su rezultati istraživanja s ciljem poboljšanja tehnologije pretovara. Na kraju nalazi se popis literature, slika, tablica i grafikona.

## **2. KONTEJNERSKI TERMINAL JADRANSKA VRATA d.d. - ADRIATIC GATE CONTAINER TERMINAL**

Luka Rijeka je najvažnija i najveća luka Republike Hrvatske, ona je poveznica srednje i srednjoistočnog kontinentalnog zaleđa s preko morskim tržištima. Okosnica napretka te razvitka grada, županije i države su otvoreni morski putevi, prirodna obalna pozicija i povezanost sa zaleđem.

Na području Sušačkog bazena smješten je Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d. (Slika 1.). U sklopu tvrtke Luka Rijeka d.d. osnovala se tvrtka „kći“ Jadranska vrata d.d. 2001. godine kojoj je namjena isključivo kontejnerski promet. 2011. godine tvrtku preuzima International Container Terminal Service Inc. (ICTSI) čiji udio vlasništva iznosi 51 % s koncesijom na 30 godina, do 2041. godine, a Luka Rijeka posjeduje 49 % dionica.

Od 1987. godine, korporacija ICTSI bavi se kupnjom, razvojem, upravljanjem i poslovanjem kontejnerskih luka i terminala na svjetskoj razini. Korporacija ICTSI trenutno vodi aktivni program kupnje novih koncesija na terminalima diljem svijeta.

Nakon preuzimanja tvrtka Jadranska vrata d.d. zbog prepoznatljivosti u svijetu ima novo ime Adriatic Gate Container Terminal . U tom trenutku kontejnerski terminal u potpunosti koristi svoje kapacitete, što je rezultiralo ulaganjem u terminal s ciljem povećanja kapaciteta i modernizacije terminala.( <https://www.ictsi.hr/oictsiu> )

Slika 1. Kontejnerski terminal – AGCT



Izvor: <https://www.ictsi.hr/oictsiu>

Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d. (AGCT) pruža usluge kontejnerskog terminala na moru i kopnu, uz ovu uslugu postoji aktivnost skladištenja kontejnera, također usluge ukrcaja/iskrcaja robe u/iz kontejnera. Neke od usluga vezane uz teret i kontejnere su:

1. Ukrcaj i iskrcaj kontejnera s broda,
2. prihvatanje i izdavanje kontejnera kamionom,
3. prihvatanje i izdavanje kontejnera željeznicom,
4. punjenje i pražnjenje kontejnera,
5. pranje kontejnera,
6. fumigacija,
7. defektaža i manji popravci,
8. asistencija kod carinskog ili fitosanitarnog pregleda, plombiranje,
9. skladištenje tereta.

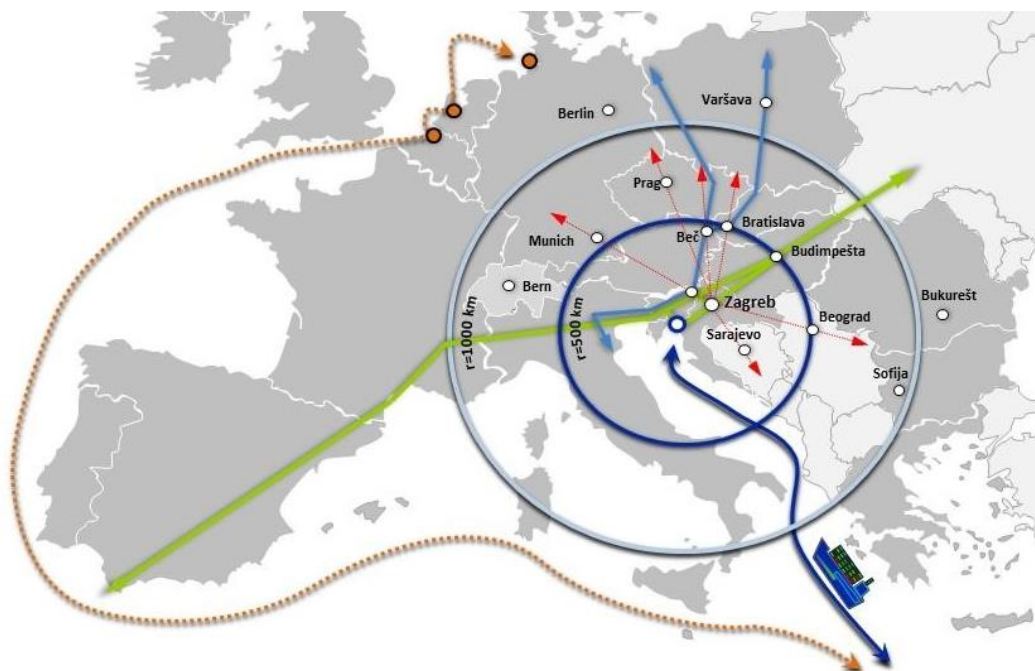
Izvor: ([https://cdnweb.ictsi.hr/s3fs-public/inline-files/agct\\_operativni\\_prirucnik\\_za\\_korisnike\\_1.pdf](https://cdnweb.ictsi.hr/s3fs-public/inline-files/agct_operativni_prirucnik_za_korisnike_1.pdf)).

## 2.1. Geoprometni položaj i gravitacijsko područje

Jadransko more je najdublje uvučeni dio europskog kopna, sjeverni Jadran je dio Europe koji srednjoeuropskim zemljama omogućuje najbliži pristup svjetskom moru. Luka Rijeka je važna tranzitna luka zemljama srednje, srednjoistočne i istočne Europe.

Luka Rijeka je dio sjevernojadranskog lučkog klastera zajedno s lukama Koper, Trieste, Venezia, Ravenna, Monfalcone i Chioggia. Sustav opslužuje uvozne i izvozne potrebe gravitacijskog područja u koji se ubrajaju Italija, Švicarska, Njemačka, Austrija, Hrvatska, Slovenija, Bosna i Hercegovina, Srbija, Mađarska, Slovačka, Češka i Poljska. (<https://lukarijeka.hr/profil-tvrtke/zemljopisni-polozaj/>).

Slika 2. Gravitacijsko područje luke Rijeka



Izvor: <https://lukarijeka.hr/profil-tvrtke/zemljopisni-polozaj/>



## 2.2. Kapacitet i mehanizacija AGCT

AGCT je smješten u istočnom dijelu luke sa pristaništem 1. čija dužina privezišta iznosi 300 m, a dubina mora 11.7 m, pristanište 2. sa dužinom privezišta 326 m i dubinom mora 14.88 m, te maksimalni mogući kapacitet terminala je do 600 000 TEU-a. Da bi se postigao ovaj kapacitet, zadnjih godina radi se na proširenju i modernizaciji terminala. Nakon provedenog projekta rekonstrukcije željezničkog kolodvora, nadogradnje željezničke infrastrukture i za povećanje ukrajno/iskrajnih kapaciteta luke Rijeka u otpremi kontejnera željeznicom. Zahvaljujući projektu koji je realiziran u danom roku i unatoč krizi uzrokovanoj pandemijom COVID-19, AGCT je 23. prosinca 2020. godine premašio 300 000 prekrcanih TEU jedinica (1 TEU ekvivalent 20' kontejneru) što je pridonijelo značajan porast prometa kontejnera na godišnjoj razini. Nakon 20 % rasta u 2019. godini, u 2020. godini rasli su daljnjih 12%, uglavnom porastom pretovara na željeznici koji je pak porastao za 30 %. Nakon uspješnog razvoja novog intermodalnog dijela terminala i puštenog u pogon 2 RMG-a i novog ranžirnog tunela, terminal je značajno povećao željeznički kapacitet. (<https://www.ictsi.hr/press-releases/300-000-teu-na-agct-u>)

Operativna obala kontejnerskog terminala duljine je 628 metara, a dijeli se na dva veza:

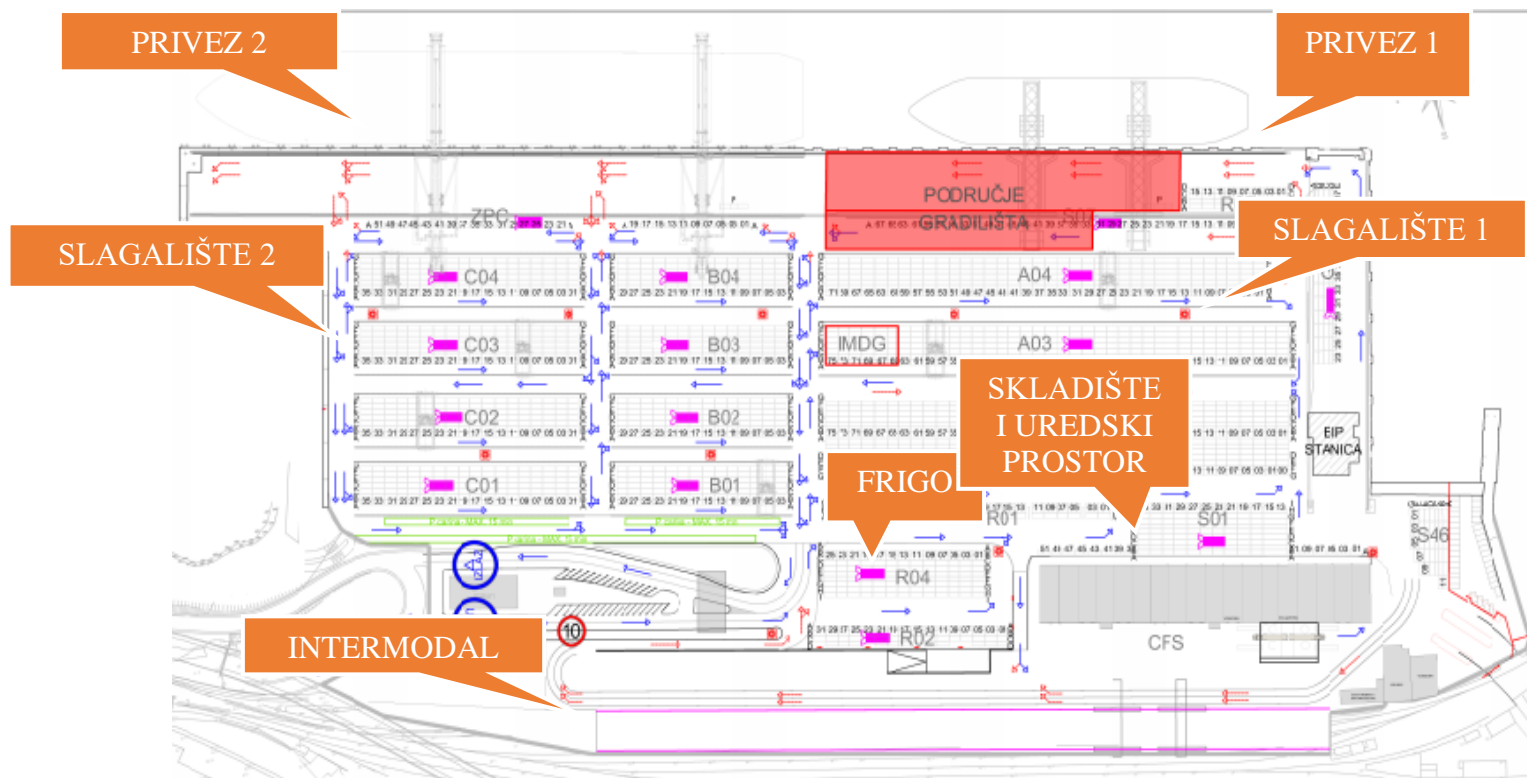
- Dubina mora:
  - Na vezu br.1: 11.2 metara.
  - Na vezu br.2: 14.8 metara.
  - Godišnji teoretski kapacitet: 450 000 kontejnera.
- Operativna površina: 168 000 m<sup>2</sup>.
  - Slagalište 1: 61 000 m<sup>2</sup>.
  - Slagalište 2: 50 000 m<sup>2</sup>.
  - Slagalište za frigo kontejnere: 230 priključaka, koji se mogu proširiti na

330.

Skladište za kontejnere su uglavnom pripremljeni prostor za smještaj kontejnera na otvorenom i nazivaju se slagališta. Teret tj. kontejneri su otporni na atmosferske utjecaje te je ovakav način skladištenja najjeftiniji i učinkovitiji. Slagalište je nastalo prema unaprijed utvrđenom planu

Slagalište 1 kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. se koristi za skladištenje praznih kontejnera i kontejnera s posebnim vrstama tereta kao što je van-gabaritni, generalni tereti u posebnim kontejnerima i sl. Što se tiče skladištenja opasnih tereta u kontejnerima, na slagalištu 1 je moguće skladištiti kontejnere IMO klase. Slagalište 1 raspolaže površinom od 61 000 m<sup>2</sup> te ima kapacitet skladištenja od 4 500 TEU-a. Pomoću autodizalica se obavljaju sve potrebne manipulacije.

Slika 3. Plan Kontejnerskog terminala



Izvor: obrada autorice

Slagalište 2 se koristi za skladištenje punih kontejnera. Ono je površinom od 50 000 m<sup>2</sup> manje od prvog slagališta ali je kapacitetom skladištenja od 4 600 TEU-a neznatno veće. Sve manipulacije kontejnerima na slagalištu se odvija pomoću RTG-a. Izvor: <https://www.ictsi.hr/oictsiu>.

U sklopu terminala nalazi se posebno dizajniran skladišni prostor za prijem i skladištenje frigo kontejnera. AGCT frigo Yard, opremljen je energetskim ormarima sa standardnim električnim priključcima za frigo kontejnere. AGCT ima informatički sustav koji odmah šalje upozorenja na email primaocu u slučaju opaženog kvara. Frigo Yard je opremljen sa 230 frigo priključaka, koji se u svakom trenutku mogu proširiti za dodatnih 330 priključaka. Vrlo je bitno da se obavlja monitoring (3 puta dnevno), te kao dodatnu uslugu AGCT nudi pranje frigo kontejnera i PTI (pre-trip inspection).

U Tablici 1. prikazana je prekrcajna mehanizacija koja se nalazi na Kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d.- AGCT, a detaljno opisana mehanizacija nalazi se pod naslovom broj 4. Prekrcajna mehanizacija lučkih kontejnerskih terminala.

**Tablica 1.** Prekrcajna mehanizacija Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.

<i>VRSTA SREDSTVA</i>	<i>KOLIČINA</i>	<i>GODINA</i>
<i>Panamax SAMSUNG kontejnerske dizalice</i>	2	2001.
<i>Post-panamax kontejnerske dizalice</i>	2	2013.
<i>Portalni prijenosnici velikog raspona (RTG)</i>	6	2013.
<i>Portalni prijenosnici velikog raspona (RMG)</i>	2	2013.
<i>Autodizalice</i>	7	2011.
<i>Viličari</i>	3	2012.
<i>Tegljači (traktori)</i>	9	2008., 2018.
<i>Terminalske prikolice</i>	17	2008., 2018.

Izvor: Obrada autorice

### 2.3. Statistička analiza kontejnerskog prometa luke Rijeka

Prikazom statističkih podataka utvrđena je analiza kontejnerskog prometa luke Rijeka za razdoblje od zadnjih deset godina od 2010. do 2020. godine.

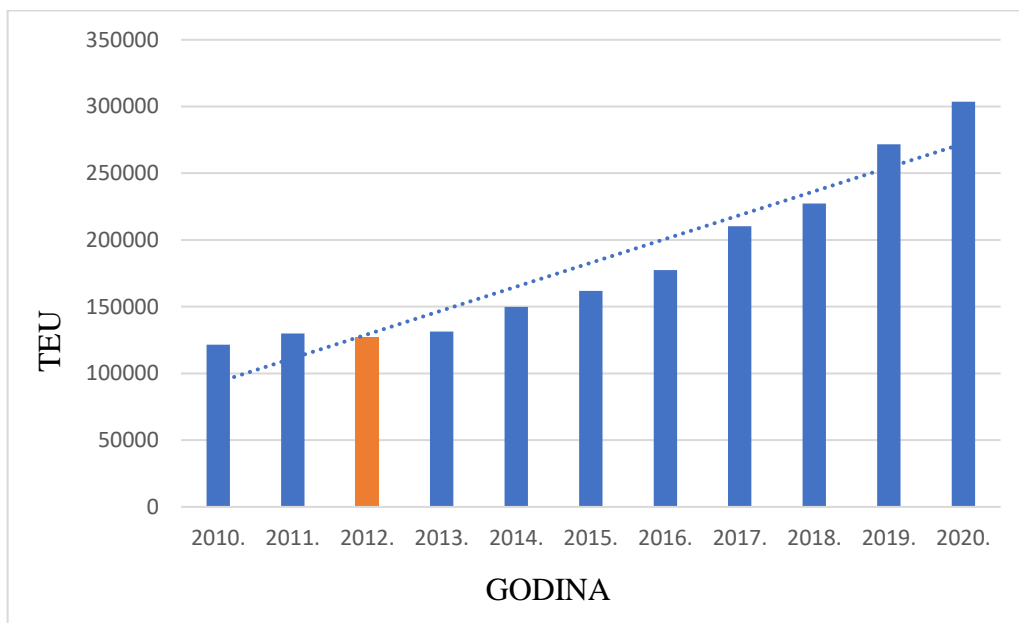
U Tablica 2. prikazan je kontejnerski promet luke Rijeka u razdoblju od 2010. do 2020. godine u TEU jedinicama za svaku godinu u promatranom razdoblju. Bitno je naglasiti da u 2020. godini kontejnerski terminal unatoč krizi uzrokovanoj pandemijom COVID -19 bilježi značajan rast te taj trend će se nastaviti za 10% kroz 2021. godinu.

**Tablica 2.** Statistička analiza prometa kontejnera kontejnerskog terminala u Rijeci

<b>GODINA</b>	<b>TEU</b>
2010.	121 442
2011.	130 054
2012.	126 680
2013.	131 310
2014.	149 838
2015.	161 883
2016.	177 401
2017.	210 377
2018.	227 375
2019.	271 817
2020.	303 626

Izvor: obrada autorice

**Grafikon 1.** Grafički prikaz kontejnerskog prometa

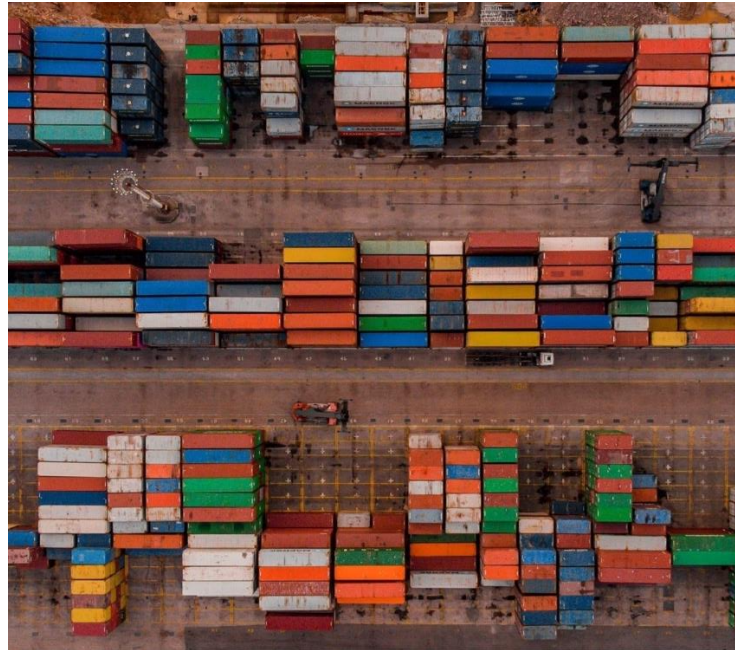


Izvor: Obrada autorice

### 3. KONTEJNERIZACIJA

Kontejnerizacija je tehnologija objedinjavanje manjih teretnih jedinica u jednu smještajem tereta u kontejnere i upotrebom prekrcajne tehnologije radi prijenosa kontejnera od prijevoznog sredstva do daljnjeg potrošača.

Slika 4. Kontejnerizacija



Izvor: [https://www.instagram.com/\\_explorer\\_bz/?hl=hr](https://www.instagram.com/_explorer_bz/?hl=hr) .

Najvažniji ciljevi kontejnerizacije jesu:

- Objedinjavanje manjeg tereta koji je u kutijama, sanducima, paletama i sl. u jednu teretnu jedinicu,
- sigurno, brzo manipuliranje i prijevoz tereta,
- kvalitativno i kvantitativno maksimiziranje tehničko-tehnoloških organizacijskih procesa proizvodnje prometne usluge,
- maksimiziranje rada operativnih menagera i drugih radnika u sustavu kontejnerizacije.( Zelenika, R., Jakomin, L.,(1995.): Suvremeni transportni sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci) .

### 3.1. Kontejner

Kontejner je zaslužan za lakše manipuliranje i čuvanje robe. Prema definiciji, kontejner je manipulativna transportna oprema, najčešće u obliku čvrstog, hermetički zatvorenog prijenosnog spremnika standardiziranih dimenzija. Kontejneri služe za formiranje krupnih jedinica tereta s ciljem racionalizacije skladišnih operacija, (<https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>).

Kontejneri su posebne naprave, prenosivi spremnici, transportni sanduci, transportne posude, savitljivo složene posude, pokretna transportna oprema ili druge slične konstrukcije, koje trebaju ispunjavati ove uvjete:

- potpuno ili djelomično zatvoreni, ali da čine odijeljeni 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 pogodnim za brzo, sigurno i jednostavno rukovanje, posebice za pretovar (prekrcaj) s jednog na drugo prijevozno sredstvo,
- izrađeni od čvrstog materijala, otporni na vremenske prilike i prikladni za višekratnu uporabu,
- izrađeni s obujmom od najmanje jednog kubičnog metra.

(Zelenika, R., Jakomin, L.,(1995.): Suvremeni transportni sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci)

### 3.2. Vrste kontejnera

Pojedine vrste kontejnera određuju se prema različitim kriterijima, a najčešće su prema namjeni, dimenzijama i materijalu izrade. Kontejnere prema namjeni možemo svrstati u dvije skupine, a to su: univerzalni i specijalni kontejneri ili kontejneri za prijevoz posebnih vrsta roba.

Mogu biti čelični, drveni, gumeni, plastični, aluminijski, olovni i kontejneri izgrađeni od legura. A prema nosivosti razlikuju se laki ili mali (1 do 3 tone), srednji (od 3 do 10) i teški (od 5 do 30 tona), a prema konstrukciji mogu biti : sklopivi, nesklopivi i kontejneri s uređajem ili bez uređaja za samo-iskrcaj. (Dundović, Č., Hess S.,(2007.): Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, str. 71.)

Skupina univerzalnih kontejnera (85% kontejnerskog parka u svijetu) ima više podskupina:

- kontejneri za opću uporabu (potpuno zatvoreni i nepropustljivi za vodu i prašinu, na bočnim ili čelnim stranama obično imaju po jedna vrata),
- kontejneri za posebne namjene (otvoreni, zatvoreni s provjetravanjem, kontejner i platforme s otvorenim bočnim stranama i sa cjelokupnom nadgradnjom). (Dundović, Č., Hess S.,(2007.): Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, str. 67)

Svi kontejneri koji se koriste u pomorskom transportu, razvrstavamo 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 (Slika 5.),
- „tank“ kontejneri ili kontejneri-cisterne za tekuće i komprimirane plinove ( Slika 6.),
- „bulk“ kontejneri za prijevoz rasutih tereta (ukrcaj pod tlakom ili slobodnim padom),
- kontejneri-platforme (eng. flat containers), koji imaju samo podlogu ili temelj (Slika 10.),
- kontejneri specijalne namjene koji se dijele u dvije skupine: kontejneri za prijevoz stoke i sklopivi kontejneri. (Dundović, Č. (2002.) Lučki terminali, Rijeka, Pomorski fakultet u Rijeci, str 41.).

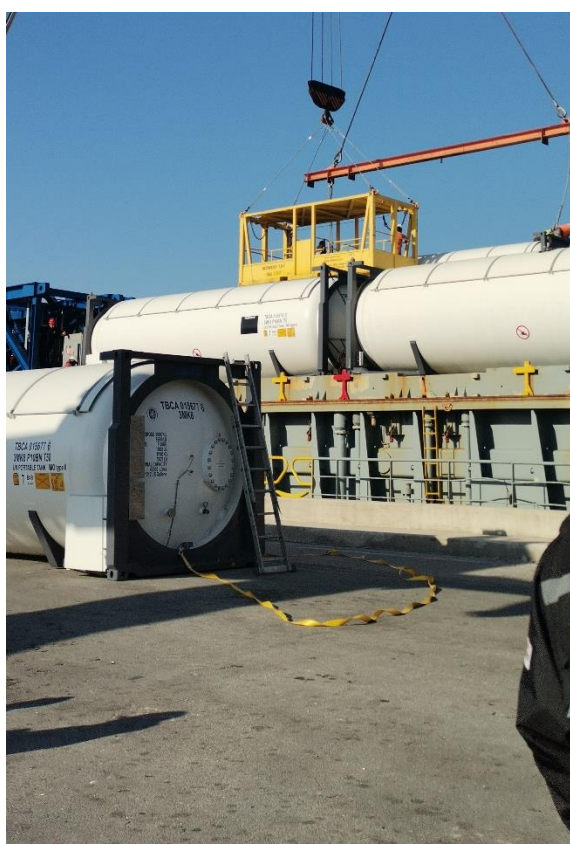


Slika 5. Frigo kontejneri



Izvor: obrada autorice

Slika 6. Generalni teret - cisterne



Izvor: obrada autorice

### 3.3. Dimenzije kontejnera

Američko udruženje za standardizaciju (ASA) predložilo je standardizaciju kontejnera u pogledu dimenzija i nosivosti radi jednakosti u svim zemljama svijeta i prilagođenosti prekrcajnim sredstvima. Dimenzije koje su usvojene iznosile su 10, 20, 30 i 40 stopa za duljinu, a 8 stopa za širinu i visinu (jedna stopa – „foot“ je 0,3048m). 1965. godine ISO je prihvatio standardizaciju kontejnera (dužina 20' i 40', širina 8', visina 8'6"). Početna širina od 8', a kasnije se povećala na visina kontejnera od 9'6" (High Cube container) što danas oko 55% svih 40' kontejnera su tzv. High Cube kontejneri, gdje se povećavaju dužine na 45'. (Karmelić, J.,(2005.), U povodu 50-te godišnjice početka kontejnerizacije, Pomorski zbornik 43, str. 327-333)

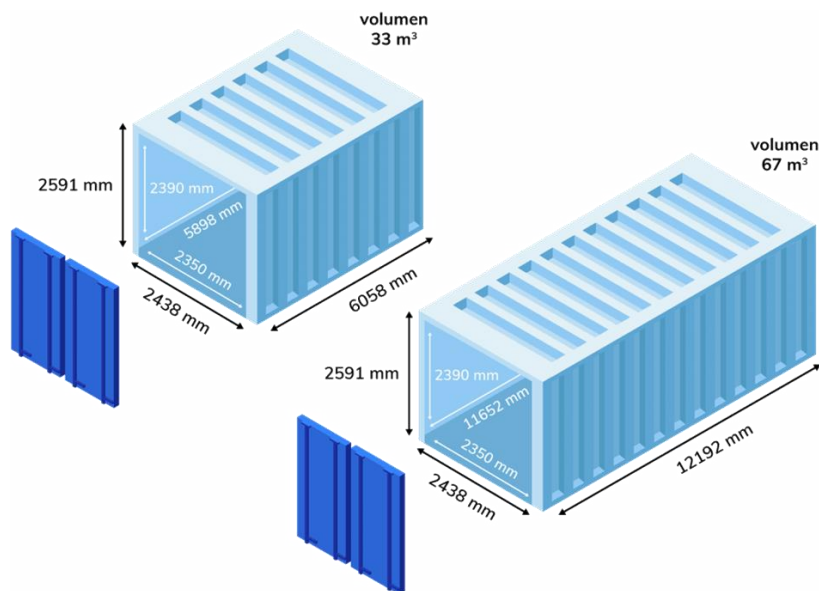
U nastavku rada prikazani su 20' i 40' kontejneri, sa svim dimenzijama, dužinom, širinom, visinom, težinom i zapreminom (volumen).

**Tablica 3.** Dimenzije 20' i 40' kontejnera

STANDARDNI 20' KONTEJNER (20'x8'x8,6')					
DIMENZIJE	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	TEŽINA	ZAPREMNINA
IZVANA	6058 mm	2438 mm	2591 mm	2,3 t,	33 m <sup>3</sup>
UNUTRA	5898 mm	2350 mm	2390 mm	Nosivost 28 t	
STANDARDNI 40' KONTEJNER (40'x8'x8,6')					
DIMENZIJE	DUŽINA	ŠIRINA	VISINA	TEŽINA	ZAPREMNINA
IZVANA	12192 mm	2438 mm	2591 mm	3,7 t, Nosivost	67 m <sup>3</sup>
UNUTRA	12032 mm	2350 mm	2390 mm	28 t	

Izvor: obrada autorice

Slika 7. Prikaz 20' i 40' kontejnera



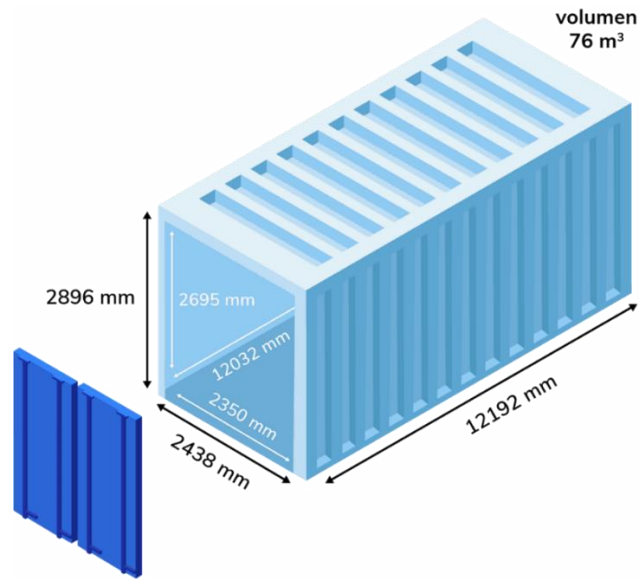
Izvor: <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>

Specijalni kontejneri zahtijevaju posebne uvjete prijevoza tereta i specijalne robe. To su kontejneri s izo-termičkim obilježjima, kontejneri cisterne (opasni tereti) za prijevoz robe u plinovitom i tekućem stanju.

Prema veličini kontejnera možemo podijeliti na male, srednje i velike:

- Mali kontejneri- mali kontejneri opće namjene mogu se svrstati u 3 kategorije: volumen do 1 m<sup>3</sup>, od 1 do 2 m<sup>3</sup> i preko 2 m<sup>3</sup>. Ovakav tip kontejnera je vrlo često u posjedu željeznice i ne koriste se u prekomorskom prijevozu.
- Srednji kontejneri - dugački su manje od 6 m, teški od 2,5 do 5 t i imaju zapreminu do 21 m<sup>3</sup>. Kontejneri najčešće služe za prijevoz sirovina, minerala i specifičnog građevinskog materijala i najčešće se koristi u željezničkom prometu.
- Veliki kontejneri - zapreminu veću od 10 m<sup>3</sup> i nosivost do 10 tona.

Slika 8. Veliki kockasti 40' brodski kontejner



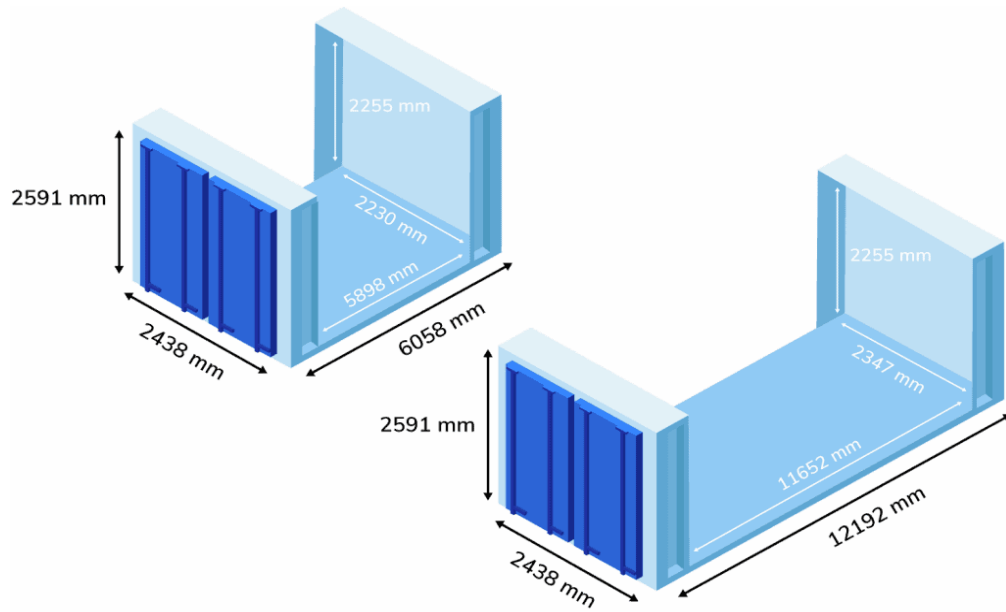
Izvor: <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>

**Tablica 4:** Dimenzije velikog kockastog 40' brodskog kontejnera

<b>VISOKI KOCKASTI 40' BRODSKI KONTEJNER (40'X8'X8,6')</b>					
<b>DIMENZIJA</b>	<b>DUŽINA</b>	<b>ŠIRINA</b>	<b>VISINA</b>	<b>TEŽINA</b>	<b>ZAPREMNINA</b>
<b>IZVANA</b>	12192 mm	2438 mm	2896 mm	3,9 t	76 m <sup>3</sup>
<b>IZNUTRA</b>	12032 mm	2350 mm	2695 mm	Nosivost 28 t	

Izvor: Obrada autorice

Slika 9. Flat kontejner za vangabaritni teret



Izvor: <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>

Slika 10. Flat Rack kontejner



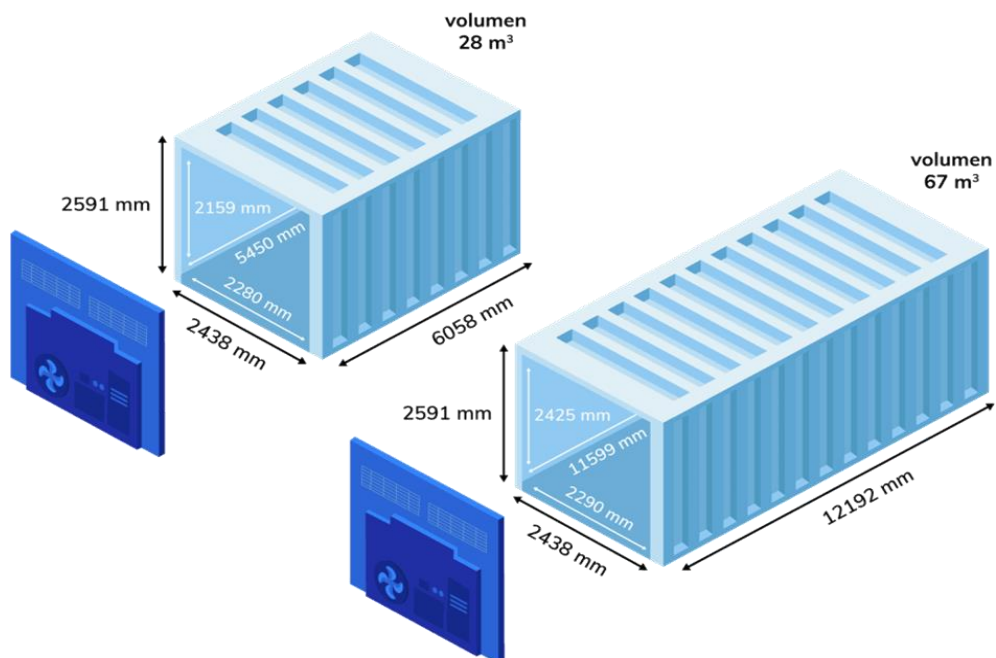
Izvor: obrada autorice

**Tablica 5.** Dimenzije Flat rack kontejnera

<b>20' FLAT RACK KONTEJNER (20'X8'X8,6')</b>				
<b>DIMENZIJE</b>	<b>DUŽINA</b>	<b>ŠIRINA</b>	<b>VISINA</b>	<b>TEŽINA</b>
<b>IZVANA</b>	6058 mm	2438 mm	2591 mm	2,8 t
<b>IZNUTRA</b>	5698 mm	2230 mm	2255 mm	Nosivost 31 t
<b>40' FLAT RACK KONTEJNER (40'X8'X8,6')</b>				
<b>IZVANA</b>	12192 mm	2438 mm	2591 mm	5,7 t
<b>IZNUTRA</b>	11652 mm	2347 mm	2265 mm	Nosivost 39 t

Izvor: Obrada autorice prema (<https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers> )

Slika 10. Frigo-rashladni kontejneri



Izvor: <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>

**Tablica 6.** Dimenzije rashladnog kontejnera

<b>20' RASHLADNI KONTEJNER (20'X8'X8,6')</b>					
<b>DIMENZIJE</b>	<b>DUŽINA</b>	<b>ŠIRINA</b>	<b>VISINA</b>	<b>TEŽINA</b>	<b>ZAPREMNINA</b>
<b>IZVANA</b>	6058 mm	2438 mm	2591 mm	2,8 t	28 m <sup>3</sup>
<b>IZNUTRA</b>	5450 mm	2280 mm	2159 mm	Nosivost 29 t	
<b>40' RASHLADNI KONTEJNER- FRIGO (40'X8'X8,6')</b>					
<b>IZVANA</b>	12192 mm	2438 mm	2591 mm	4,4 t	67 m <sup>3</sup>
<b>IZNUTRA</b>	11599 mm	2290 mm	2425 mm	Nosivost 29 t	

Izvor : Obrada autorice prema : <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>.

Kod planiranja prijevoza potrebno je imati jedinstveni identifikacijski broj i oznaku dimenzija kontejnera što olakšava praćenje kontejnera. Ispod svake oznake saznajemo koje je dimenzije kontejner i kojoj skupini tereta pripada, da li je klasični, generalni ili specijalni teret.

Klasični tereti su generalni tereti najčešće u jutanim, papirnim ili plastičnim vrećama, bačvama, tereti u balama, drvenim sanducima i košarama, kartonskim i plastičnim kutijama, krletkama, svežnjevima, automobili, kućanski aparati, itd. Izvor: <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers>.

### 3.4. Servisi kontejnerskih brodova

Kontejnerski brodovi su teretni brodovi posebno dizajnirani za prijevoz tereta koji je smješten u kontejnere. Na taj način omogućena je integracija transportnog lanca u jedan sustav neprekinutog transporta od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Kontejnerski brodovi čine 13,3 % svjetske trgovine, oko 28 % od ukupnog svjetskog lučkog kontejnerskog prometa obavlja se u kineskim lukama. Kontejnerski brodovi su posebno dizajnirani za kontejnere, skladišni prostor sadrži skladišne ćelije za svaki kontejner i na taj način kontejneri su učvršćeni u unutrašnjosti broda ispod palube. Na brodu nema dizalica i slične opreme za prekrcaj, osim u izuzetnim slučajevima jer se uređaji nalaze na operativnoj obali lučkog terminala. (Udruga pomorskih kapetana, (2017.), Kapetanov glasnik, Split, str. 15.-22.)

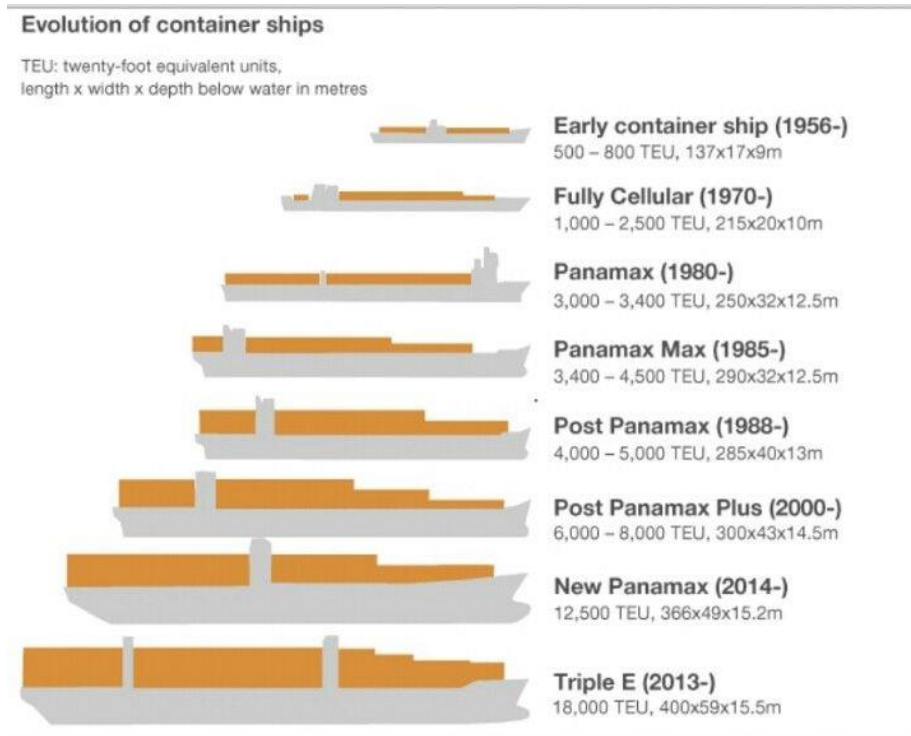
Prema tehnologiji prijevoza kontejnerske brodove dijelimo na:

- Lo – Lo tehnologija ukrcanja i iskrcanja (eng. Lift on – Lift off „podigni-spusti“)
- Ro-Ro tehnologija (eng. Roll on – Roll off „dokotrljaj – otkotrljaj“)
- Fo- Fo tehnologija (eng. Float on – Float off „doplutaj – otplutaj“)

U svjetskoj pomorskoj trgovini danas su potpuno kontejnerski brodovi Full Container Ships – FCS koji posebno dizajniranim ćelijama smješta kontejnere u više redova na i ispod palube. Oni pripadaju Lo – Lo tehnologiji prijevoza. Slika 12. prikazuje evoluciju kontejnerskih brodova. Sa sve većom popularnosti kontejnerskog prometa razvili su se veliki brodovi koji mogu primiti značajan broj teretnih jedinica, kako zbog ekonomskih razloga tako i zbog sve veće ponude i potražnje za robama i međunarodnom trgovinom.



Slika 11. Evolucija razvoja kontejnerskih brodova



Izvor : <https://securityboulevard.com/2020/03/community-updates-nancy-has-a-new-ship-and-found-oysters/>

## **4. PREKRCAJNA MEHANIZACIJA LUČKIH KONTEJNERSKIH**

### **TERMINALA**

Sve veći broj kontejnera na tržištu zahtijeva upotrebu prekrcajne mehanizacije, dizalica. Upotreba prekrcajne mehanizacije podrazumijeva pružanje pravilnog smještaja i rukovanje teretom i njegovo čuvanje. Razvojem i modernizacijom mehanizacije vidno se može primijetiti bolja i kvalitetnija usluga transporta. Modernizacija i nabavljanje novih strojeva za prekrcaj robe sa sobom povlače velike troškove, stoga važno je procijeniti isplativost nabavljenog stroja i da li će se kroz određeni vremenski period rada zaista pokazati kao izvor ostvarenog profita. Prekrcajna mehanizacija koja služi za transport kontejnera dijeli se na viličare, dizalice i prijenosnike. Pod dizalicama i prijenosnicima podrazumijevaju se sredstva koja se primjenjuju kod prekrcaja i prijenosa većih jedinica tereta, odnosno transportnih uređaja u operativnim zonama manipulacije ili smještaja. (Dundović, Č.(2002.), Lučki terminali, Pomorski fakultet, Rijeka, 2002., str. 70-80)

Na kontejnerskim terminalima za prekrcaj kontejnera upotrebljavaju obalne kontejnerske dizalice, lučke mobilne dizalice te prijevozno-prekrcajna sredstva kao što su:

- mosne dizalice koje se kreću po tračnicama ili kotačima,
- portalne dizalice ili portalni mostovi,
- portalni prijenosnici kontejnera,
- viličari s čeonim ili bočnim zahvatom,
- lučke dizalice na tračnicama,
- autodizalice,
- specijalne prikolice za smještaj i prijenos kontejnera unutar terminala.

(Zelenika, R.,(2001.): Prometni sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, str.508-509)

#### **4.1. Obalne kontejnerske dizalice**

Kontejnerske dizalice su sredstva za manipulacije pretovara velikih kontejnera. Najčešće kod manipulacije malih 20' kontejnera upotrebljavaju se različite vrste viličara. Širina brodova koje treba uslužiti ovisi o dimenziji i rasponu dizalica te ovisi o tomu radi li se o lučkom ili kopnenom (kontinentalnom) terminalu, o broju željezničkih kolosijeka, cestovnih prometnica i

odlagališnih trakova. Nosivost dizalica ovisi o veličini i težini kontejnera koji se prekrcajavu. (Ivaković, Č., Jurum, J.,(1995.): Metodologija utvrđivanja potrebite mehanizacije za rad i usluživanje kontejnerskog terminala, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, str. 34.)

Najvažnija manipulacijska sredstva u terminalima smještena su na operativnoj obali, dok se u kopnenom dijelu terminala nalazi iznad prekrcajnih kolosijeka. To su sredstva velikoga kapaciteta koja se mogu kretati uzduž cijele operativne obale i posluživati nekoliko prijevoznih sredstava najčešće kamion ili vagone kolosjeka.

Konstrukciju dizalice čine sljedeći osnovni elementi:

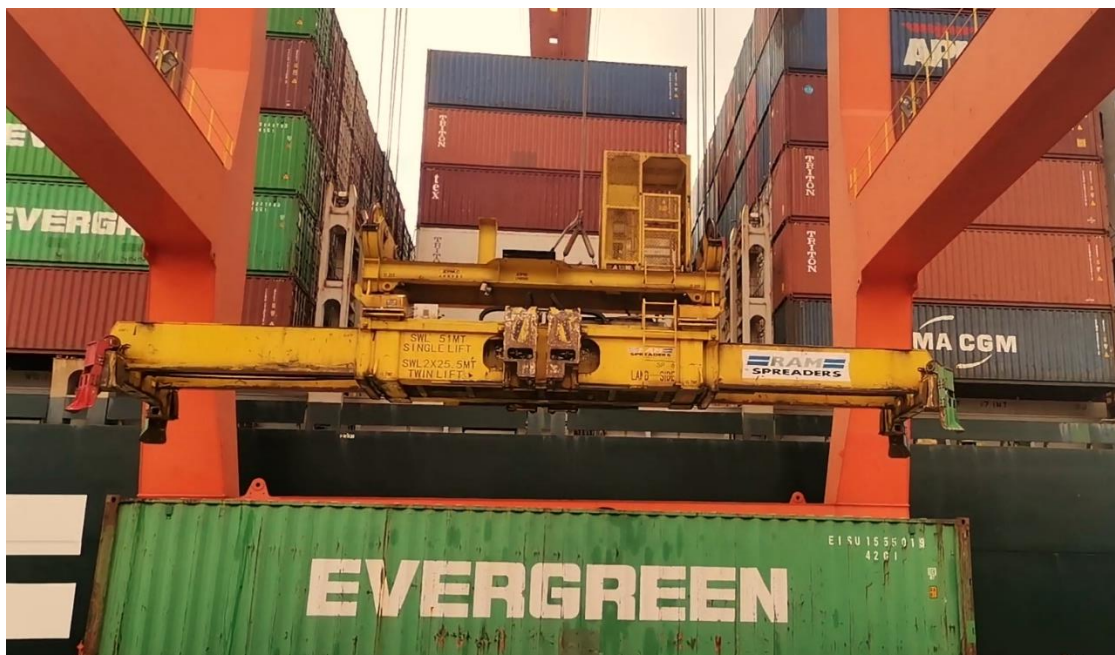
- čelični nosivi portalni ram sa čeličnim nosačima,
- uređaj za dizanje tereta (klizno-kolutni motor, čeljusne kočnice, reduktor),
- uređaj za vožnju dizalice,
- hidraulični hvatač za kontejnere.

#### **4.2. Hvatač kontejnera (Spreader)**

Hvatač kontejnera je univerzalno sredstvo za rukovanje kontejnerima. Konstrukcija je izgrađena od čeličnih profila, posebno prilagođene za brz zahvat i rukovanje kontejnerima. Za prekrcaj kontejnera primjenjuju se različite izvedbe. S obzirom na konstrukciju razlikuju se lake, srednje i teške konstrukcije, s obzirom na pogon mogu biti s hidrauličkim, elektromotornim ili kombiniranim elektro-hidrauličkim pogonom, a s obzirom na izvedbu prema (Dundović, Č.,(2002.): Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci) mogu se svrstati u dvije skupine:

1. Standardni hvatač – predviđen za samo jednu vrstu kontejnera i izražene dužine 20, 30 i 40 stopa, kao i za kontejnere od 35 stopa. Jednostavne je konstrukcije, a svaki hvatač ima sve potrebne sigurnosne i signalne uređaje (semafore) za pravilno i pravodobno otključavanje kontejnera.
2. Univerzalni hvatač (Slika 11. ) – on može mijenjati dužinu prema potrebi, a podešavanje se obavlja (elektro-hidraulički) iz kabine dizaličara. Ova izvedba hvatača složene je konstrukcije sa svim upravljačkim i sigurnosnim uređajima. Univerzalni je jer se može prilagoditi svim vrstama kontejnera. Imaju mogućnost priključka na obalne kontejnerske dizalice, lučke mobilne dizalice, autodizalice, prijenosnike i na sve vrste mehanizacije koja se upotrebljava pri prekrcaju kontejnera.

Slika 12. Spreader



Izvor: obrada autorice

Konstrukcija Spreadera mora ispunjavati neke od zahtijeva koji su prema (Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2002.) jesu:

- Spreader se treba okretati oko svoje vertikalne osi za oko 25°,
- uređaj koji služi za optičko pokazivanje položaja okretanja i sredine kontejnera,
- hvatač se treba poluautomatski prilagođavati za sve veličine od 20-stopnih do 45-stopnih kontejnera,
- čepovi za zabavljanje trebaju se lako i bez teškoća postaviti u otvore (nauglice) kontejnera pomoću vodilica,
- sajle hvatača trebaju biti što bliže i to iznad ovješnog tereta, jer se time smanjuje sila opterećenja, a razmak sajli prilagođava dužini kontejnera,
- čepovi za brtvljenje trebaju sigurno zahvaćati kontejner te zbog toga trebaju biti u ležajevima okretni u svim smjerovima.

#### 4.2.1. Obalne kontejnerske dizalice Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.

Sa početkom razvoja kontejnerskog terminala u Rijeci 2001. godine pojavljuje se prekrcajna mehanizacija, dvije kontejnerske dizalice marke „SAMSUNG“, one su postavljene na samoj operativnoj obali. Njihova nosivost s Twin-lift Sprederom iznosi 50 tona, s dohvatom od 38 metara prema moru, te dohvat od 10 m prema kopnu. Brzina dizanja samog Spredera s teretom iznosi 60 metara/minuti, a bez tereta 120 metara/minuti.

**Tablica 7.** Karakteristike Panamax kontejnerske dizalice marke Samsung

Proizvođač	Samsung
Tip	Panamax
Vrsta pogona	Električni
Nosivost u Single lift modu	40,8 t
Nosivost u Twin lift modu	50 t
Max nosivost (Q)	50 t
Nosivost na nosivoj gredi	61 t
Težina dizalice	750 t
Dohvat prema moru	38 m (14 redova)
Dohvat prema kopnu	10 m
Visina podizanja	34 m
Raspon pomicanja po tračnicama	400 m
Brzina podizanja tereta	60 m/min
Brzina spuštanja tereta	60 m/min
Brzina podizanja bez tereta	120 m/min
Brzina spuštanja bez tereta	120 m/min
Brzina pomicanja po nosivoj gredi	210 m/min
Brzina pomicanja dizalice	50 m/min

Izvor: [https://www.liftech.net/liftech\\_projects/truss-boom-crane-design/](https://www.liftech.net/liftech_projects/truss-boom-crane-design/), obrada autorice.

Slika 13. Samsung Panamax dizalica



Izvor: obrada autorice

S povećanjem obima posla potrebna je modernizacija prekrcajne mehanizacije, 2013. godine nabavljene su dvije Post – Panamax kontejnerske dizalice marke „ZPMC“ (Slika 15.) posebno dizajnirane, proizvedene i izgrađene za potrebe prekrcajnih operacija kontejnerima na Adriatic Gate Container terminalu (AGCT) u Rijeci. Nosivost dizalica ispod Spredera je 51 tonu za 20' (stopni) kontejner u Twin-lift (dva kontejnera u paru) modu dizanja, 51 tona za 20/40/45 stopne kontejnere u modu s jednim liftom i 61 tona pod teretnom gredom. Maksimalni dohvat prema moru je 50 metara, a prema kopnu 12 metara. Dok je brzina dizanja pri opterećenju iznosi 80 metara/minuti, a bez tereta 160 metara/minuti. (Kolanović I, Grgas-Oštro A, Dundović K.,(2015.): Ocjena i tendencije razvitka prekrcajnih sredstava, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, str. 221-234).

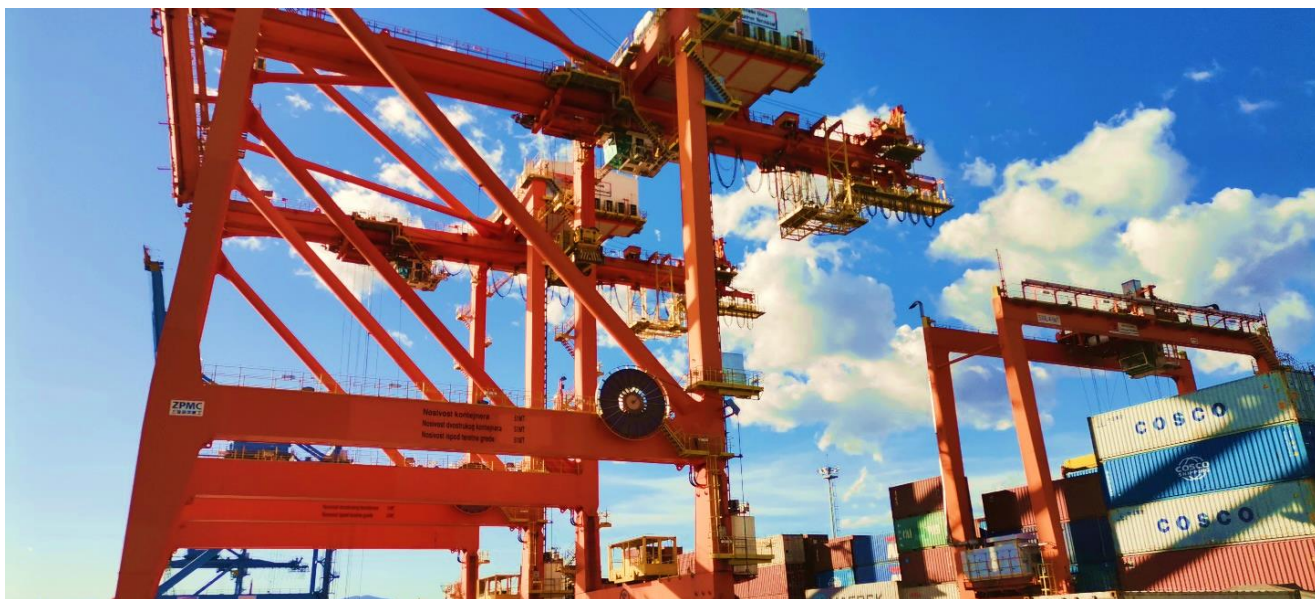
**Tablica 8.** Karakteristike Post Panamax kontejnerske dizalice marke ZPMC

Proizvođač	ZPMC
Tip	Post Panamax
Vrsta pogona	Električni
Nosivost u Single lift modu 20/40/45	51 t
Nosivost u Twin lift modu	2 x 25 t
Max nosivost	51 t
Nosivost na nosivoj gredi	61 t
Težina dizalice	800 t
Dohvat prema moru	50 m (18 redova)
Dohvat prema kopnu	12 m
Visina dizanja	39 m
Raspon pomicanja po tračnicama	400 m
Brzina podizanja tereta	80 m/min
Brzina spuštanja tereta	80 m/min
Brzina podizanja bez tereta	160 m/min
Brzina spuštanja bez tereta	160 m /min
Brzina pomicanja po nosivoj gredi	210 m/min
Brzina pomicanja dizalice	50 m/min

Izvor : [https://www.liftech.net/liftech\\_projects/truss-boom-crane-design/](https://www.liftech.net/liftech_projects/truss-boom-crane-design/) , obrada autorice.



Slika 14. ZPMC Post Panamax dizalica- AGCT



Izvor: obrada autorice

#### **4.3. Prijenosno – prekrcajna sredstva**

Kod procesa manipulacijskog rada kontejnerskih terminala i kontejnerskog terminala u Rijeci primjenjuju se prijenosno-prekrcajna sredstva koja se mogu podijeliti u sljedeće skupine:

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

##### **4.3.1. Prijenosnici velikog raspona**

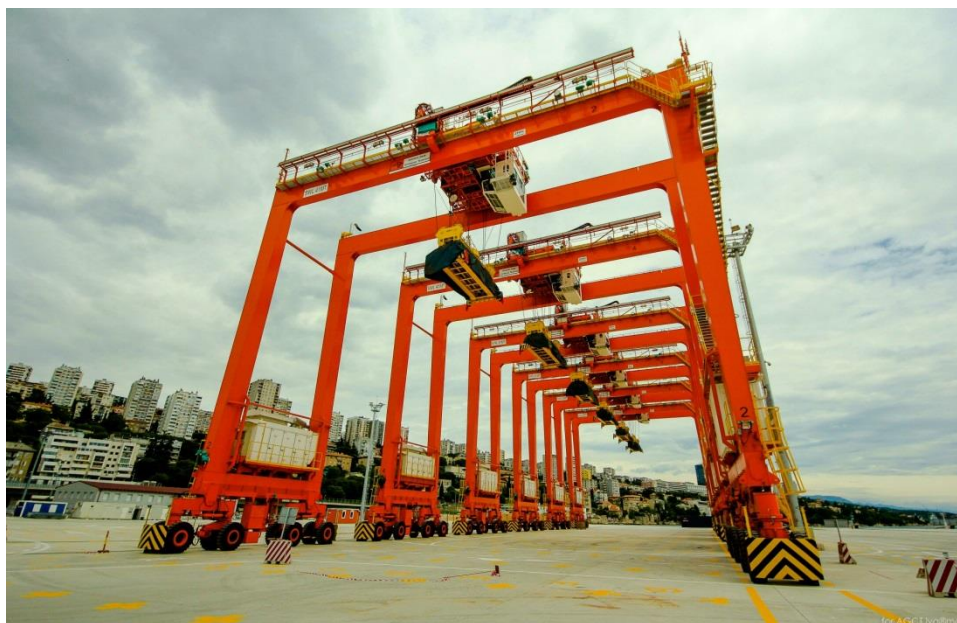
Portalni prijenosnici velikog raspona su mosne dizalice koje se kreću na gumenim kotačima kao RTG dizalice ili po tračnicama kao RMG dizalice. Portalni prijenosnici velikog raspona konstrukcijski su izvedeni u obliku portala po čijem se gornjem dijelu kreće vitlo sa hvatačem za kontejnere koje može premostiti 5 do 15 redova kontejnera složenih u 3 do 4 reda visine. (Dundović, Č.(2002.), Lučki terminali, Pomorski fakultet, Rijeka, str. 70)



#### 4.3.2. RTG dizalice Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.

RTG dizalice služe za dizanje i prijenos tereta na kraće udaljenosti i namijenjene su za slaganje i manipulaciju kontejnera na kontejnerskom terminalu. Pogonjena je s pomoću seta dizel generatora (850 KS). Još je jedna bitna razlika, a to je da RTG radi na diesel agregat. Znači ima diesel motor koji pomoću generatora proizvodi struju za daljnje napajanje i glavne elektromotore stroja kojima se vrše sve manipulacije kako strojem tako i teretom.. Kreće se na gumenim kotačima te obuhvaća više redova kontejnera, širine raspona između sredine nogu je 26,2 metra, vanjski gabariti iznose 29 m, a širina između odbojnika je 12,4 m, u nastavku možete vidjeti (Slika 16.) RTG dizalicu Kontejnerskog terminala u Rijeci. Kontejnere može slagati do 6. visine na 18 m visine te 7 redova širine što iznosi 26,2 m uz jedan red koji služi za ukrcaj kontejnera na prijevozna sredstva (kamioni ili MAFI traktore).

Slika 15. RTG AGCT-a



Izvor : <https://hr-hr.facebook.com/jadranskavrata/>

#### 4.3.3. RMG dizalice Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.

RMG dizalice razlikuju se od RTG po tome što se kreću po tračnicama te su namijenjene za prekrcaj kontejnera na lučkom kolosijeku. Na kontejnerskom terminala u Rijeci 2013. godine nabavljene su dvije RMG (Rail Mounted Gantry Cranes), nakon izgradnje i rekonstrukcije intermodalnog terminala 2019. godine u pogon su postavljene dvije RMG dizalice koje

pokrivaju četiri kolosijeka čime se značajno povećava udio prekrcajnih kontejnera. Portalnog su oblika po kojemu se kreće kabina i Spreader (Slika 17.), gdje pomoću vitla i Spreadera vrši prekrcaj.

Slika 16. RMG dizalica AGCT-a



Izvor : obrada autorice

Prednosti primjene portalnih prijenosnika izražena je pri smještanju kontejnera u blokove, kada nije nužno slaganje kontejnera po tipu, vrsti robe i sl. Bez obzira na tip kontejnera bilo teški ili kontejneri krupnih tereta dizalica ih može prenijeti. Velikog su raspona i kontejnere mogu slagati do četiri kontejnera u visinu, s malim razmakom među njima.

Nedostatak je potreba za kretanjem samo po ravnoj površini, veća je mogućnosti oštećenja kontejnera i česta potreba održavanja hidrauličnog sustava. (Dundović, Č. (2002.): Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci).

#### **4.4. Prijenosnici malog raspona**

Prijenosnici širokog raspona imaju svrhu pretovara kontejnera s kopnenih prijevoznih sredstava na kontejnerske terminale, a prijenosnici malog raspona služe za pretovar i razmještanje kontejnera na slagalištima terminala. Najpoznatiji proizvođači prijenosnika u svijetu su tvrtke: Valmet, Belotti, Mijack, Sea Containers i drugi. Nosivost prijenosnika je 300 - 450 kN i predviđeni su za manipulacije s kontejnerima od 20 do 40 stopa. (Izvor: Ivaković,

Č., Jurum, J., Metodologija utvrđivanja potrebite mehanizacije za rad i usluživanje kontejnerskog terminala, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1995., str. 35.)

Slika 17. Portalni prijenosnik malog raspona



Izvor: [https://www.konecranes.com/en-au/equipment/container-handling-equipment/straddle-carriers?utm\\_medium=redirect&utm\\_source=www.konecranes.com.au](https://www.konecranes.com/en-au/equipment/container-handling-equipment/straddle-carriers?utm_medium=redirect&utm_source=www.konecranes.com.au)

Portalni prijenosnici malog raspona (Slika 18.), (eng. Straddle Carrier), namijenjeni su prijenosnici za rad na suvremenim kontejnerskim terminalima. Razlikujemo tri različita tipa:

- portalni nosač (eng. Portal Frame Straddle Carrier) – mogućnost prilagodbe položaju kontejnera,
- portalni nosač otvoren na vrhu (eng. open top portal frame straddle carrier),
- portalni teleskopski nosač. (Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2002 ).

Jedno od bitnih obilježja im je velika radna brzina koja smanjuje vrijeme radnog ciklusa i utječe na učinak. Težište im je na sredini pa je pritisak podjednako raspoređen na kotače. Na kratke udaljenosti prenose samo jedan kontejner, za što su i namijenjeni, npr. transport od broda do slagališta. Mogu postići brzine do 60 km/h, nosivosti su od 350 do 400 kN. Vrlo su okretni, imaju mogućnost zakretanja za 360°, a za pogon upotrebljavaju motor SUI, a mehanizam dizanja primjenjuje hidraulički prijenos. Nedostatak portalnih prijenosnika malog raspona jest slabo korištenje prostora i duže vrijeme provedeno na održavanju (Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2002).

U nastavku predstavljeni su prijenosnici malog raspona kojima se vrši prekrcaj na Kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d. u Rijeci.

#### 4.4.1 Viličar

Viličari koji se koriste na kontejnerskom terminalu su uglavnom paletarni viličari sa svrhom istovara i utovara paleta sa robom u/iz kontejnera ili kamiona u skladišni prostor koji je u sklopu terminala. Viličari marke STILL dopremljeni su 2012, godine. Na električni su pogon i nosivost im je 2 tone, gdje je brzina vožnje 16 km/h.

Slika 18. Viličar



Izvor: <https://www.still.hr/vilicari/novi-vilicari/elektricni-vilicari.html>

Viličari kao sredstvo rukovanja kontejnera kontejnerski terminal ih ne posjeduje, ali za manipulaciju kontejnera postoje čeon i bočni viličari. Čeon viličari (Slika 20. ), (eng. fork lift) imaju važnu ulogu u unutarnjem transportu luka i terminala. Jednostavni su za upravljanje, imaju vrlo veliku produktivnost i fleksibilnost i nisku cijenu.

Na kontejnerskim terminalima upotrebljavaju se viličari veće nosivosti 300 do 500 kN, koji ovisno na izvedbu teleskopa i broja vodilica mogu slagati do 5 kontejnera u visinu. Kao nedostatak viličara možemo navesti da radom sa njima nastaju veća oštećenja kontejnera.

Bočni viličar veoma su slični čeonim viličarima, iz samog naziva možemo zaključiti da ovaj viličar rukuje kontejnerima s pomoću hvatača koji je smješten paralelno s uzdužnom osi

sredstva. Oni omogućuju veću iskoristivost skladišnog prostora, može manipulirati teretom po dužini u smjeru kretanja, pomoću uređaja koji se bočno izvlači, a čeonu viličar se mora okretati u radnom prostoru da bi se postavio okomito u odnosu na teret. Motorni pogon s unutarnjim izgaranjem i hidrauličkim uređajem za dizanje i spuštanje tereta nosivosti od 320 do 450 kN i postiže brzinu do 50 km/h.

Slika 19. Viličari za kontejnere



Izvor : <https://www.konecranes.com/equipment/lift-trucks/container-lift-trucks>

#### 4.4.2. Autodizalice (Reach Staker)

Autodizalice su mobilna prijenosno-prekrcajna sredstva, čija je uloga u lukama i terminalima prekrcaj generalnog tereta, kontejnera kod iskrcaja i ukrcaja vagona i vozila te prijenos i slaganje kontejnera na slagalištu. Različite izvedbe autodizalica čije nosivosti mogu biti od 25 do 1000 kN, a kod prekrcaja kontejnera upotrebljavaju se autodizalice nosivosti 300 do 500 kN, s Spreaderom za slaganje i do 6 kontejnera u visinu. Autodizalice su na dizelski pogon ili benzinskim motorom s elektro-hidrauličkim mehanizmom za dizanje i nagibanje hvatača teleskopske izvedbe. Njihova prednost je iznimna mobilnost i višestruka namjena. Nedostatci se javljaju kod težišta sustava i njegove preciznosti (kontejner- teret- hvatač), potreban je veći manipulativni prostor i čvrsta podloga. (Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2002)



Slika 20. Autodizalica- Reach Staker



Izvor : <https://hr-hr.facebook.com/jadranskavrata/>

#### 4.4.3. Tegljači (traktori) i prikolice za kontejnere

Tegljači (traktori) upotrebljavaju se unutar kontejnerskog terminala za vuču običnih ili specijalnih prikolica na kojima je natovaren kontejner. Kontejnerski terminal Jadranska vrata raspolaže s ukupno 9 traktora proizvođača MAFI čija je godina proizvodnje 2011. Težina traktora zajedno s prikolicom i teretom iznosi 80 tona, a dva traktora imaju nosivost 90 tona. Maksimalna brzina traktora je 40 km/h, a najveće dozvoljeno opterećenje pri brzini od 6 km/h je 25 tona.

Slika 21. Tegljači AGCT-a (2018)



Izvor: <https://hr-hr.facebook.com/jadranskavrata/>

Uz MAFI vozila terminal raspolaže sa 17 prikolica nosivosti 55 i 60 tona. Dužine su im 14,2 metra, a širina 2,8 metara, namijenjena su prijevozu 20/40/45 -stopnih kontejnera. Prikolice su marke HOUCON i BUISCAR čija je prosječna starost 5 godina. Postižu brzinu od 20 km/h s teretom, a prazni bez tereta 40 km/h.

Specijalni tegljači i prikolice najčešće su na dizelski pogon čija je snaga 45kW do 98 kW i brzinom do 60 km/h i služe za prijevoz kontejnera na veće udaljenosti. (<https://www.mafi.de/en/products/tractors/terminal-tractor-t-230/>)

Slika 22. MAFI traktor i prikolica



Izvor : Obrada autorice

#### 4.5. Održavanje prekrajne mehanizacije s osvrtom na Kontejnerski terminal

##### Jadranska vrata d.d. -AGCT

Težina obalne dizalice iznosi 1100 tona, te su napravljene za terete do 51 t sa Spreaderom i 61 t sa kukom. Cijena ovisi o veličini i iznosi oko 8.000.000 \$. Odjel održavanja ima preventivni plan održavanja dizalica baziran na radnim satima. Za sve su predviđeni radni nalozi po kojima se vrše pregledi te nakon što se utvrdi da postoji problem na dizalici, ovisno o problemu ide se u zamjenu ili na popravak. Podmazivanja se vrše na mjesečnoj bazi. Neke stvari poput ključeva (Twist-lockova ) se preventivno mijenjaju bez obzira na trenutno stanje sa zaključno oko 200 000 zaključavanja. Isto tako sajle se uredno kontroliraju mjerenjima elastičnosti kako bi se utvrdila njihova ispravnost.

Najčešći kvarovi se događaju usred manipulacije Spreaderom, gdje često dolazi do fizičkog zaglavljenja ključa u predviđene nauglice odnosno otvore na kontejneru, zbog fizički oštećenog kontejnera, kvarovi u elektronici (zamjena releja, sklopnika, senzora), mehanički kvarovi (koloturnici, ležajevi, izmjena sajli).

Slika 23. Strojarnica ZPMC Post Panamax dizalice AGCT



Izvor : Obrada autorice



Isti kvarovi se mogu preslikati na RMG i RTG dizalice, s tim da je cijena dizalice iznosi oko 2.500.000 \$ i nosivost je do 41 t. Još je jedna bitna razlika, a to je da RTG radi na diesel agregat. Znači ima dizelski motor koji pomoću generatora proizvodi struju za daljnje napajanje i glavne elektromotore stroja kojima se vrše sve manipulacije kako strojem tako i teretom. Reach Staker i traktori-tegljači odražavanje se bazira na radnim satima, svakih 500 Wh se radi servis. Analizira se ulje hidraulike te se po potrebi zamjenjuje. Najčešći kvarovi su zamjene guma (puknuća), problemi sa zadnjim mostom, puknuća cijevi hidraulike, zamjena ležajeva. Nakon što svi strojevi odrade preko 20 000 Wh, potrebno je izvršiti detaljan servis i zamijeniti potrošne dijelove.

## **5. PROIZVODNI UČINAK KONTEJNERSKIH DIZALICA**

Kao osnovni element učinka obalnih kontejnerskih dizalica je lučki pristan. Na lučkom pristanu završavaju sve ukrcajno/iskrcajne operacije u luci, uz izbor odgovarajuće prekrcajne tehnologije na pristanu i utvrđivanje proizvodnog učinka kao jedan od faktora odvijanja tehnoloških procesa u luci, odnosno terminalu. Vrijeme koje brod provede na pristanu zbog ukrcaja/iskrcaja, čimbenik je proizvodnog učinka pristana. Proizvodni učinak pristana ovisi o velikom broju faktora koji utječu na njegovo ostvarenje.

Na temelju prikupljenih podataka u realnom radnom okruženju, faktori koji utječu na proizvodni učinak obalne kontejnerske dizalice gledamo s aspekta:

1. YARD (slagalište) - odnosi se na prijevoz kontejnera sa Yarda na brod, čekanje na kontejnere utječe na produktivnost, ukoliko je davanje nesmetano veća je produktivnost:

- a) Kontejneri zamiješani u blokovima s obzirom na težinu, vrstu tereta i sl. (tramaci- dodatni tramaci utječu na brzinu procesa rada), također kontejneri koji su razbacani u više blokova po cijelom terminalu dovesti će do usporenja i praznog hoda strojeva što je na kraju rezultat usporen proces manipulacije,
- b) broj tegljača (MAFI vozila) i prikolica,
- c) tip i vrsta kontejnera (rashladni kontejneri – zbog ukopčavanja i iskopčavanja iz naponske utičnice).

## 2. Broda:

- a) Brzina rada operatera dizalice utječe na produktivnost,
- b) veličina, tip i starost broda ( veliki brod povećava put pokreta dizalice od točke preuzimanja kontejnera (tegljač) do uskladištenja kontejnera na brod , a stari brodovi otežavaju rad zbog iskrivljenih vodilica,
- c) postavljanje podmetača tzv. ključeva u nauglice odnosno otvore kontejnera ( mogućnost zaglavljnja),
- d) vremenski uvjeti (jugo, bura, valovi) i stanje broda (krmeni trim, uzdužni i poprečni stabiliteti te bočni nagib),
- e) preplaniranje plana rada nastao uslijed stabiliteta,
- f) kvarovi dizalice,
- g) plan i smještaj kontejnera na bord ukoliko je isjeckan rad na više radnih BAY-eva,
- h) ostali zastoji (čekanje na posadu ukrcaja bokaporti-poklopac horizontalnog ulaza u prostor potpalublja).

## 3. Teret-kontejner kao proizvodni učinak:

- a) Što je homogeniji teret i manji broj prekrcajnih luka, dolazi do manjeg praznog hoda na terminalu,
- b) van-gabaritni kontejner (manipulacija ovim kontejnerom utječe na smanjenje produktivnosti,
- c) tank 20' kontejner (bitumen), usporena manipulacija zbog karakteristike kontejnera (High Cube 30 t) te ukrcavanje se vrši jedan po jedan u šтиву broda,
- d) rashladni kontejneri, smanjeni učinak zbog ukopčavanja i iskopčavanja kako na brodu tako i na terminalu,
- e) opasni kontejneri – kontejner se ukrcava na posebne pozicije bez odstupanja plana,
- f) 45' kontejner iziskuju smanjenu produktivnost zbog specifičnosti postavljanja podmetača.

U praksi Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d. učinak dizalica dijeli na tri vrste, a to su:

- a) Berth productivity – ATA (Actually time arrival) – produktivnost veza broda, što je manje vrijeme od ATA do ATD (Actually time of departure) to je veća produktivnost. Na Berth productivity utječe broj dizalica, što je veći broj dizalica veća je učinkovitost (npr. 300 kont. X 2 dizalice = 6 h),

$$ATA + P + CP + P + ATD$$

ATA - Actually time arrival

ATD – Actually time departure

P – prazni hod (priprema carinske formalnosti)

CP – rad dizalice (manipulacije)

- b) Vesel productivity (brodska produktivnost) – vrijeme rada u odnosu na broj manipulacija

POČETAK RADA – ZAVRŠETAK RADA

Prvi pokret       $\longrightarrow$       zadnji pokret

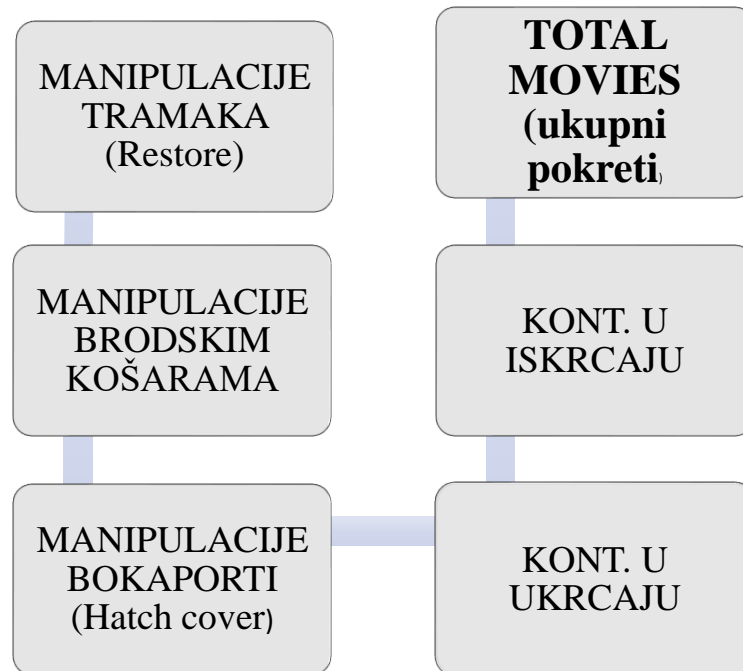
---

Ukupna količina na brodu

- c) Crane productivity (učinak po dizalici) – je srednja vrijednost (po satu za vrijeme trajanja manipulacija) po dizalici

Dijelimo je na GROSS (stvarna prosječna srednja vrijednost učinka po dizalici, uvijek je manja od NETO), NETO- prosječna srednja vrijednost produktivnosti koja je uvećana za vrijeme zastoja. Shema 1. prikazuje sve ukupne pokrete koji utječu na učinak dizalice.

**Shema 1.: Total movies (ukupni pokreti)**



Izvor: obrada autorice

Obrazac po kojemu izračunavamo kapacitet obalnih prekrcajnih uređaja, na temelju proizvodnog učinka pristana prema Bognolo D., Kršulja M., (2017.): Prekrcajna sredstva, Zbirka riješenih zadataka, Veleučilište u Rijeci (str. 93-97) je :

$$Q_{teh} = \frac{Q}{t_d \cdot \eta} \left( \frac{t}{dan} \right),$$

Gdje je:

$Q_{teh}$  - tehnički kapacitet ukrcaja ili iskrcaja (t/dan),

$Q$  - količina robe (tereta) koja se ukrcava ili iskrca (tona),

$t_d$  - vrijeme ukrcaja ili iskrcaja (dana),

$\eta$  - stupanj korištenja kapaciteta ( $0 < \eta < 1$ ).

Jedinica za mjerenja proizvodnog učinka pristana je eksploatacijski učinak. Eksploatacijski učinak prikazuje ukrcanu ili iskrcanu količinu robe u jednom danu na osnovi ukupnog vremena

trajanja ukrcanja ili iskrcanja broda, uključujući vrijeme odmora, zastoja i čekanja broda u procesu rada.

Eksploatacijski učinak može se odrediti pomoću formule :

$$Q_{(expl.)} = \frac{24 Q}{t_h} \left( \frac{t}{dan} \right),$$

Gdje je :

$Q_{(expl.)}$ - eksploatacijski učinak (t/dan),

$Q$  - količina robe (tona),

$t_h$  - ukupno vrijeme broda na pristanu (sati),

Na kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d. učinak dizalica prati se pomoću dizajniranog Excel obrasca (slika 25.).

Slika 24. Excel obrazac za praćenje učinka dizalica

VESSEL		N.R.	TIME		VESSEL PROD.		CRANE PROD.		LOST TIME	NET VESSEL PROD.		NET CRANE PROD.				
VOYAGE		P.R.	T.B.T.	BM?					0,00			#VALUE!				
1ST MOVE		E.W.T.	ETC?													
ETC		D.I.F.F.														
ATC		EXE.														
ATD		COM.														
LOAD		SHIFTING		UNIT	OTHERS		TOTAL CRANE		VESSEL DELAYS							
F	E	CRANE	VD	OB	BAL.	HC	BB	MPH	QC	QC	QC	QC	NOTES & CODES	START TIME	EN TIM	TOTAL TIME
VOLUME		QC1	QC2	QC3	QC4			1	2	3	4					
BALANCE		TOTAL CRANE MOVES PER HOUR														
DATE & Hr.																
VESSEL OPERATIONS, DELAY, AND PERFORMANCE MONITOR																
3.3.2021 11:30																
3.3.2021 12:30																
3.3.2021 13:30																
3.3.2021 14:30																
3.3.2021 15:30																
3.3.2021 16:30																
3.3.2021 17:30																

Izvor: obrada autorice

## 5.1. Učinak kontejnerskih dizalica Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. u Single i Twin lift modu dizanja

### Primjer proračuna broj 1.

Mosna dizalica Post Panamax marke ZPMC kapaciteta 51 t, na kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d. kao zahvatni element koristi spreader za prekrcaj 20 stopni kontejnera oznake 1 C ISO, maksimalne bruto mase 20 300 kg. Prosječno radno vrijeme je 8 sati uz prosječno trajanje ciklusa 1,5 minuta. Iskoristivost nosivosti dizalice iznosi 45 %, a iskorištenje radnog vremena dizalice iznosi 80 %. Koliki je teorijski, a koliki eksploatacijski učinak dizalice i koliko može prekrcati u jednom radnom danu, ako terminal sadrži 2 dizalice istih kapaciteta u single lift modu koje radnju mogu obavljati istovremeno?

Broj dizalica = 2.

Nosivost = 51 t.

Trajanje ciklusa = 1,5 min.

Radno vrijeme = 8 h.

Težina tereta u jednom ciklusu = (m) =  $Q_{SDIZ} = 20\,300\text{ kg} = 20,3\text{ t}$ .

Broj ciklusa u jednom satu  $n_c = 40\text{ ciklusa/h}$ .

Iskoristivost nosivosti dizalice  $k_1 = 45\%$ .

Iskoristivost radnog vremena dizalice  $k_2 = 80\%$ .

---

Teorijski učinak ?

$$Q_{diz} = Q_{SDIZ} \times n_c$$

$$Q_{diz=20,3t \times 40 \frac{\text{ciklusa}}{h}}$$

$$Q_{diz=812 \frac{t}{h}}$$

(40 ciklusa/satu pomnožimo sa 20,3 tone u svakom ciklusu i dobijemo 812 t/h prekrcanog tereta)

**812 x 8h = 6 496 t/danu.**

(Množenjem prekrcanog tereta po satu sa radnim vremenom od 8 h dobije se navedeni rezultat. Također radom sa dvije dizalice veliki brod je istovremeno iskrcavan te prosječni dnevni učinak iznosi:

$$6\,496\text{ t/danu} \times 2\text{ dizalice} = 12\,992\text{ t/d.}$$

---

Eksploatacijski učinak?

$$Q_e = Q_{diz} \times k_1 \times k_2.$$

$$Q_e = \frac{812\text{ t}}{\text{h}} \times 0,45 \times 0,80.$$

$$Q_e = 292,32 \frac{\text{t}}{\text{h}}.$$

(Teorijski učinak od 812 t/h pomnožimo sa koeficijentom iskoristivosti dizalice od 0,45 i koeficijentom iskoristivosti radnog vremena dizalice od 0,80 dobijemo eksploatacijski učinak od 292 t/h).

$292\text{ t/h} \times 8\text{h} = 2\,336\text{ t/danu}$ . (Množenjem prekrcanog tereta po satu radnog vremena od 8 h dobije se navedeni rezultat. Radom dvije dizalice veći brod je istovremeno iskrcan te prosječni dnevni učinak iznosi:

$$2\,336\text{ t/h} \times 2\text{ dizalice} = 4\,672\text{ t/danu}.$$

### Primjer proračuna broj 2.:

Mosna dizalica Post Panamax marke ZPMC kapaciteta 51 t, na kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d. kao zahvatni element koristi spreader u Twin lift modu za prekrcaj 2 x 20 stopnih kontejnera 1C ISO maksimalne bruto mase 2,3 t. Prosječno radno vrijeme je 8 sati uz prosječno trajanje ciklusa 1,5 minuta. Iskoristivost nosivosti dizalice je 75 %, a iskorištenje radnog vremena je 80 %. Koliki je teorijski, a koliki eksploatacijski učinak dizalice i koliko može prekrcati tereta u jednom radnom danu, ako 2 dizalice istog kapaciteta radi istovremeno?

Broj dizalica = 2.

Nosivost = 51 t.

Trajanje ciklusa = 1,5 min.

Radno vrijeme = 8 h.

Težina tereta u jednom ciklusu (m) =  $Q_{SDIZ} = 2 \times 20,3 = 40,6$  t.

Broj ciklusa u jednom satu ( $n_c$ ) = 40 ciklusa/h

Iskoristivost nosivosti dizalice ( $k_1$ ) = 75 %.

Iskoristivost radnog vremena dizalice ( $k_2$ ) = 80 %.

---

Teorijski učinak ?

$$Q_{diz} = Q_{SDIZ} \cdot n_c.$$

$$Q_{diz} = 40,6t \cdot 40 \text{ ciklusa/h.}$$

$$Q_{diz} = 1\,624 \text{ t/h.}$$

---

$$1\,624 \times 8 \text{ h} = 12\,992 \text{ t/danu (prekrctani teret u vremenu od 8 sati).}$$

Prosječni dnevni učinak 2 dizalice istovremenog rada iznosi:

$$12\,992 \text{ t/danu} \times 2 \text{ dizalice} = 25\,984 \text{ t/d.}$$

---

Eksploatacijski učinak = ?

$$Q_e = Q_{diz} \cdot k_1 \cdot k_2.$$

$$Q_e = 1\,624 \text{ t/h} \cdot 0,75 \cdot 0,80.$$

$$Q_e = 974 \text{ t/h.}$$

---

Prosječni dnevni učinak 2 dizalice istovremenog rada iznosi :

$$974 \times 8 \text{ h} = \text{t/danu}$$

$$7\,792 \text{ t/danu} \times 2 \text{ dizalice} = 15\,584 \text{ t/d.}$$



### Primjer proračuna broj 3.:

Mosna dizalica marke SAMSUNG kapaciteta 40,8 t, na kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d. kao zahvatni element koristi spreader u Single lift modu za prekrcaj 20 stopnih kontejnera oznake 1C ISO maksimalne bruto mase 20,3 t. Prosječno radno vrijeme je 8 h uz prosječno trajanje ciklusa 2,5 minuta. Iskoristivost nosivosti dizalice iznosi 45 %, a radnog vremena 80 %. Koliki je teorijski, a koliki je eksploatacijski učinak dizalice i koliko može prekrcati u jednom radnom danu, ako se istovremeno koriste dvije dizalice?

Broj dizalica = 2.

Nosivost = 40,8 t.

Trajanje ciklusa = 2,5 min.

Radno vrijeme = 8 h.

Težina tereta u jednom ciklusu (m) =  $Q_{SDIZ} = 20,3$  t.

Broj ciklusa u jednom satu ( $n_c$ ) = 24 ciklusa/h.

Iskoristivost nosivosti dizalice ( $k_1$ ) = 45 %.

Iskoristivost radnog vremena dizalice ( $k_2$ ) = 80 %.

---

Teorijski učinak = ?

$$Q_{diz} = Q_{SDIZ} \cdot n_c.$$

$$Q_{diz} = 20,3t \cdot 24 \text{ ciklusa/h.}$$

$$Q_{diz} = 487,2 \text{ t/h.}$$

---

Prosječni dnevni učinak rada sa 2 dizalice iznosi:

$$487 \times 8h = 3\ 896 \text{ t/danu.}$$

$$3\ 896 \text{ t/danu} \times 2 \text{ dizalice} = 7\ 792 \text{ t/d.}$$

---

Eksploatacijski učinak = ?

$$Q_e = Q_{diz} \cdot k_1 \cdot k_2.$$

$$Q_e = 487 \text{ t/h} \cdot 0,45 \cdot 0,80.$$

$$Q_e = 175,32 \text{ t/h.}$$

---

Prosječni dnevni učinak rada sa 2 dizalice iznosi:

$$175 \times 8 \text{ h} = 1\ 400 \text{ t/danu.}$$

$$1\ 400 \text{ t/danu} \times 2 \text{ dizalice} = 2\ 800 \text{ t/d.}$$

#### Primjer proračuna broj 4.:

Mosna dizalica marke SAMSUNG kapaciteta 40,8 t, na kontejnerskom terminalu Jadranska vrata d.d. kao zahvatni element koristi spreader u Twin lift modu za prekrcaj 2 x 20 stopnih kontejnera oznake 1C ISO maksimalne bruto mase 20,3 t. Prosječno radno vrijeme je 8 h uz prosječno trajanje ciklusa 2,5 minuta. Iskoristivost dizalice iznosi 70 %, a radnog vremena dizalice 75 %. Koliki je teorijski, a koliki eksploatacijski učinak dizalice i koliko može prekrcati u jednom radnom danu, ako su u pogonu 2 dizalice istog kapaciteta?

Broj dizalica = 2.

Nosivost = 50 t. .

Trajanje ciklusa = 2,5 min.

Radno vrijeme = 8 h.

Težina tereta u jednom ciklusu (m) =  $Q_{SDIZ} = 2 \times 20,3 \text{ t} = 40,6 \text{ t}$ .

Broj ciklusa u jednom satu ( $n_c$ ) = 24 ciklusa/h.

Iskoristivost nosivosti dizalice ( $k_1$ ) = 70 %.

Iskoristivost radnog vremena dizalice ( $k_2$ ) = 75 %.

---

Teorijski učinak = ?

$$Q_{diz} = Q_{SDIZ} \cdot n_c.$$

$$Q_{diz} = 40,6 \text{ t} \cdot 24 \text{ ciklusa/h.}$$

$$Q_{diz} = 974,4 \text{ t/h.}$$

---

Prosječni dnevni učinak rada sa 2 dizalice iznosi:

$$974,4 \times 8 \text{ h} = 7\,795,2 \text{ t/danu.}$$

$$7\,795,2 \text{ t/danu} \times 2 \text{ dizalice} = 15\,590,4 \text{ t/d.}$$

---

Eksploatacijski učinak = ?

$$Q_e = Q_{diz} \cdot k_1 \cdot k_2.$$

$$Q_e = 974,4 \text{ t/h} \cdot 0,70 \cdot 0,75.$$

$$Q_e = 511,56 \text{ t/h.}$$

---

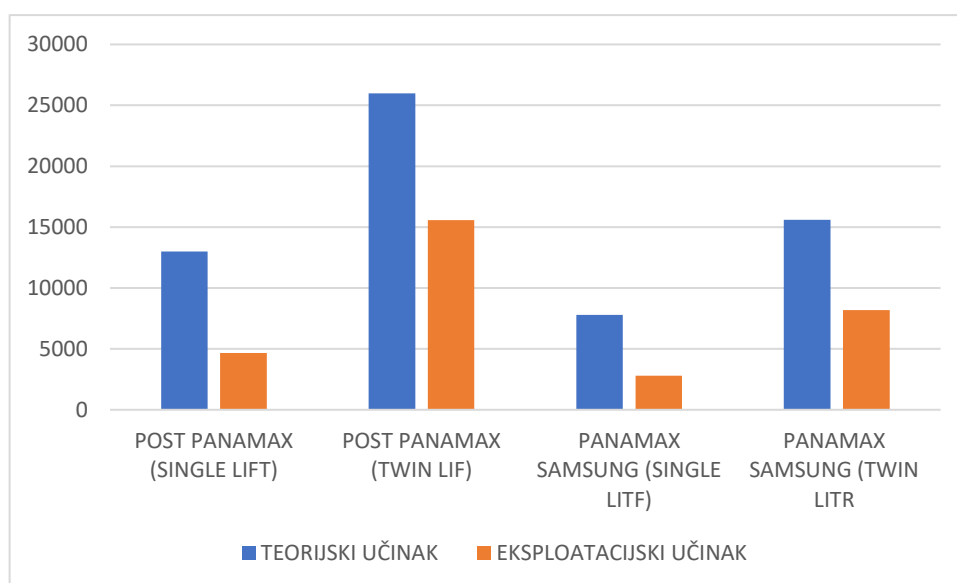
Prosječni dnevni učinak rada sa 2 dizalice iznosi:

$$511,56 \times 8 \text{ h} = 4\,092,48 \text{ t/danu,}$$

$$4\,092,48 \text{ t/danu} \times 2 \text{ dizalice} = 8\,184,96 \text{ t/d.}$$

Grafikonom 3. prikazana je slikovita razlika između dvije dizalice različitog proizvođača prema različitim godinama proizvodnje. Na osnovu grafikona možemo zaključiti koja dizalica i u kojem modu podizanja ima najveći teorijski i eksploatacijski učinak, a to je novi model ZPMC Post Panamax dizalice u Twin lift modu. Dok najmanji teorijski i eksploatacijski učinak ima Panamax Samsung dizalica u Single lift modu, ali i veliki utjecaj na učinak ima starosna dob dizalice.

**Grafikon 2.** Prikaz teorijskog i eksploatacijskog učinka između dvije obalne dizalice

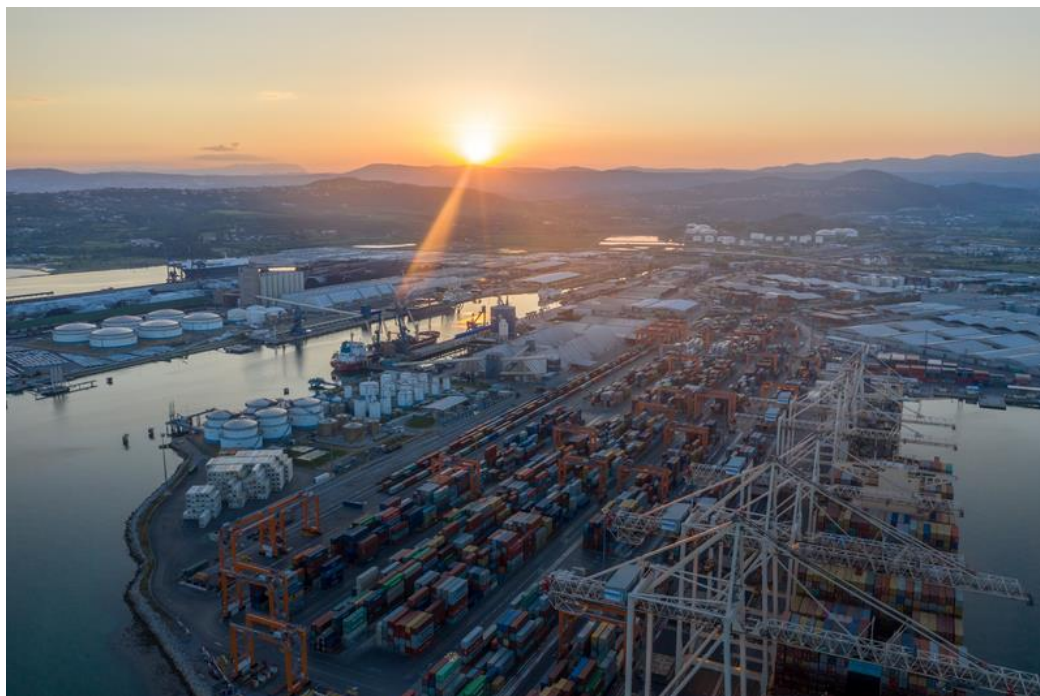


Izvor : obrada autorice

## 6. KONTEJNERSKI TERMINAL LUKE KOPER

Luka Koper je jedna od većih kontejnerskih luka na sjevernom Jadranu te je najveći konkurent luke Rijeka, između dvije luke najkraći je prometni put do svih ključnih središta srednje i istočne Europe. Luka Koper je dobro organizirana i višenamjenska luka opremljena je za rukovanje i skladištenje svih vrsta tereta sa 12 specijaliziranih terminala : kontejnerski i RO-RO terminal (Slika 26.), automobilski terminal, terminal za generalne terete, terminal za voće, terminal za drvo, terminal za minerale i rude, za žitarice, glinicu, europski energentski terminal, za tekuće terete, za životinje i putnički terminal. (<https://www.luka-kp.si>)

Slika 25. Kontejnerski terminal Luke Koper



Izvor: <https://www.luka-kp.si/>

Luka Koper ima vrlo povoljan smještaj na južnoj obali Tršćanskog zaljeva u Republici Sloveniji. Luka Koper je polazišna točka više od trideset kontejnerskih linija prema svim značajnim lukama Sjeverne Europe. Također povezana cestom i željeznicom, oko 70 % tereta se prevozi željeznicom. (<https://www.luka-kp.si/slo/terminali-191/single/kontejnerski-terminal-244>)

## 6.1. Kapacitet i mehanizacija

Kontejnarski terminal luke Koper smješten je na ukupnoj površini od 270 000 m<sup>2</sup>, gdje postiže godišnji kapacitet od 950 000 TEU. Operativna obala ima 4 veza na dužini od 596 metara, a dubina maksimalnog dopuštenog gaza je 14,5 metara.

Na površini od 180 000 m<sup>2</sup> smješten je skladišni kapacitet morskog terminala 19 139 TEU, i 9 547 TEU praznih kontejnera i 432 električna priključka za frigo kontejnere. Manipulacija se cijelim skladišnim prostorom odvija RTG dizalicama, a također na 4 kolosijeka prekrcaj se obavlja RMG dizalicama. Važno je naglasiti da je prekrcajna mehanizacija karakteristikama slična ili ista kao na Kontejnarskom terminalu Jadranska vrata d.d., ali luka Koper se može izdvojiti po dvije super Post-Panamax kontejnerske dizalice nosivosti 710 kN, s mogućnošću dohvata na morsku stranu od 65 metara što znači da može dohvatiti 24 kontejnera po širini, što je 6 kontejnera više od Post-Panamax dizalica. (<https://www.luka-kp.si/slo/terminali-191/single/kontejnarski-terminal-244>)

**Tablica 9.** Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Koper

<i>VRSTA SREDSTVA</i>	<i>KOLIČINA</i>
<i>Panamax kontejnerske dizalice</i>	3
<i>Post-panamax kontejnerske dizalice</i>	4
<i>Super post-panamax kontejnerske dizalice</i>	2
<i>Portalni prijenosnici velikog raspona (RTG)</i>	22
<i>Portalni prijenosnici velikog raspona (RMG)</i>	3
<i>Autodizalice</i>	12
<i>Viličari</i>	8
<i>Tegljači (traktori)</i>	61
<i>Terminalske prikolice</i>	61
<i>RO-RO tegljači</i>	1
<i>RO-RO prikolice</i>	1

Izvor : obrada autorice prema: <https://www.luka-kp.si/slo/terminali-191/single/kontejnarski-terminal-244>

## 6.2. Statistička analiza prometa Kontejnerskog terminala luke Koper

U ovom poglavlju prikazana je statistička analiza kontejnerskog prometa luke Koper u razdoblju od 2010. do 2020. godine.

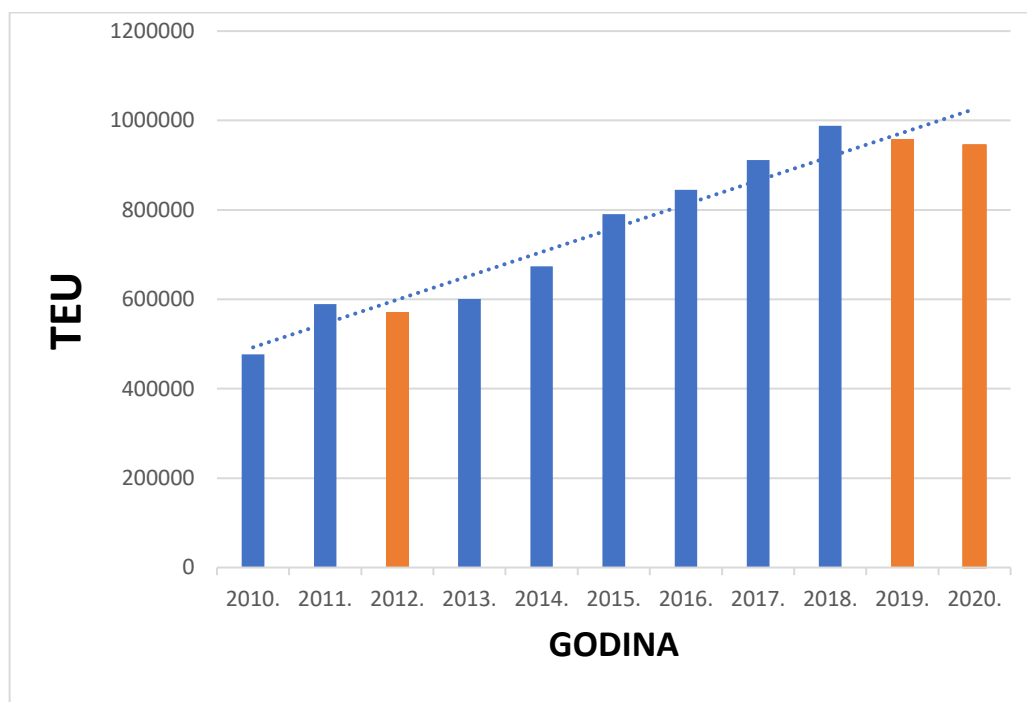
Tablica 11. prikazuje promet kontejnera u razdoblju od 2010. do 2020. godine izražen TEU jedinicom. U ovom promatranom razdoblju možemo vidjeti rast prometa, izuzevši 2012. godinu kada je zabilježen pad prometa za 18 570 TEU u usporedbi sa prethodnom godinom. Također možete vidjeti blagi pad u 2019. s obzirom na prethodnu godinu, također unatoč pandemiji COVID-19 u 2020. godini se bilježi pad kontejnerskog prometa u usporedbi sa prethodnom, ali dalje je promet kontejnera stabilan. Od samog početka rada kontejnerskog terminala 2000. godine sa 80 000 TEU-a i sada 2020.godine možemo vidjeti veliki napredak i razvoj.

**Tablica 10.** Statistička analiza kontejnerskog prometa luke Koper

<i>GODINA</i>	<i>TEU</i>
2010.	476 731
2011.	589 314
2012.	570 744
2013.	600 441
2014.	674 003
2015.	790 736
2016.	844 776
2017.	911 528
2018.	988 000
2019.	959 356
2020.	945 007

Izvor: obrada autorice prema : <https://www.luka-kp.si/slo/novice/single/pretovor-2020-38183>

**Grafikon 3.** Kontejnerski promet luke Koper u razdoblju od 2010. do 2020. godine



Izvor: obrada autorice prema (<https://www.luka-kp.si/slo/novice/single/pretovor-2020-38183>)

### **6.3. Komparativna analiza između Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. i kontejnerskog terminala luke Koper**

U ovom dijelu rada prikazati će komparativnu analizu tehničko-tehnoloških značajku kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. i kontejnerskog terminala luke Koper. Tumačenjem položaja, kapaciteta terminala, prijevozno prekrajne mehanizacije, statističke analize prometa i razvojne planove prikazan je potencijal kontejnerskog terminala Jadranska vrata u odnosu na najbližeg konkurenta.

Položajem luka Rijeka i luka Koper smještene su na sjeveru Jadrana na uskom zemljopisnom položaju gdje im je zajedničko gravitacijsko područje i geoprometni položaj. Direktno su povezane sa zaleđem paneuropskog prometnog koridora V. Luka Koper leži na koridoru V, a luka Rijeka je povezana ogrankom Vb ,preko Zagreba, Dombovara u Budimpešti je povezana sa koridorom.

Tablica 12. prikazuje usporedbu karakteristika između kontejnerskog terminala luke Rijeka i luke Koper. Iz tablice je vidljivo da se kontejnerski terminal luke Rijeka prostire na površini od 168 000 m<sup>2</sup>, dok luka Koper ima 270 000 m<sup>2</sup>, što je 102 000 m<sup>2</sup> više te na taj način luka Koper prednjači kod veće slagališne površine kao i ukupnog godišnjeg, trenutnog kapaciteta kao što je vidljivo u tablici.

**Tablica 11.** Usporedba karakteristika dviju kontejnerskih luka

<b>Karakteristike</b>	<b>Rijeka</b>	<b>Koper</b>
Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	168 000	270 000
Slagališna površina (	111 000	180 000
Ukupan godišnji kapacitet (TEU)	450 000	950 000
Trenutan kapacitet (TEU)	9 250	19 130
Priključaka za frigo kontejnera	418	432

Izvor : obrada autorice na temelju prikupljenih podataka iz poglavlja 4. i 6.

Tablica 13. prikazuje usporedbu operativne obale dviju kontejnerskih luka. Iz tablice je vidljiva duljina operativne obale i maksimalna dubina. Riječki terminal ima dulju operativnu obalu za 32 metra i veću dubinu za manje od pola metra.

**Tablica 12.** Karakteristike operativne obale između dviju luka

<b>Karakteristike operativne obale</b>	<b>Rijeka</b>	<b>Koper</b>
<i>Duljina (m)</i>	628	596
<i>Maksimalna dubina (m)</i>	14,88	14,5
<i>Broj vezova</i>	2	4

Izvor: obrada autorice na temelju podataka iz poglavlja 4. i 6.



Tablica 14. prikazuje svu prekrcajnu mehanizaciju koju posjeduju kontejnerski terminal u Rijeci i Koper-u. U tablici je jasno vidljivo da terminal luke Koper radi sa većim brojem prekrcajne mehanizacije. Koper posjeduje 5 obalnih dizalice dakle više u odnosu na kontejnerski terminal u Rijeci. Kao što je vidljivo u tablici koperski terminal posjeduje tri Panamax, četiri Post-Panamax i dvije super Post-Panamax dizalice, a riječki dvije Panamax i dvije Post-Panamax.

**Tablica 13.** Prekrcajna mehanizacija kontejnerskih terminala luke Rijeka i Koper

<b>VRSTA SREDSTVA</b>	<b>RIJEKA</b>	<b>KOPER</b>
<i>Panamax kontejnerske dizalice</i>	2	3
<i>Post -panamax kontejnerske dizalice</i>	2	4
<i>Super post-panamax kontejnerske dizalice</i>	-	2
<i>Portalni prijenosnici velikog raspona (RTG)</i>	6	22
<i>Portalni prijenosnici velikog raspona (RMG)</i>	2	3
<i>Autodizalice</i>	7	12
<i>Viličari</i>	3	8
<i>Traktori – tegljači</i>	9	61
<i>Terminalske prikolice</i>	17	61
<i>RO-RO tegljači</i>	-	1
<i>RO-RO prikolice</i>	-	1

Izvor : obrada autorice na temelju prikupljenih podataka iz poglavlja 4. i 6.

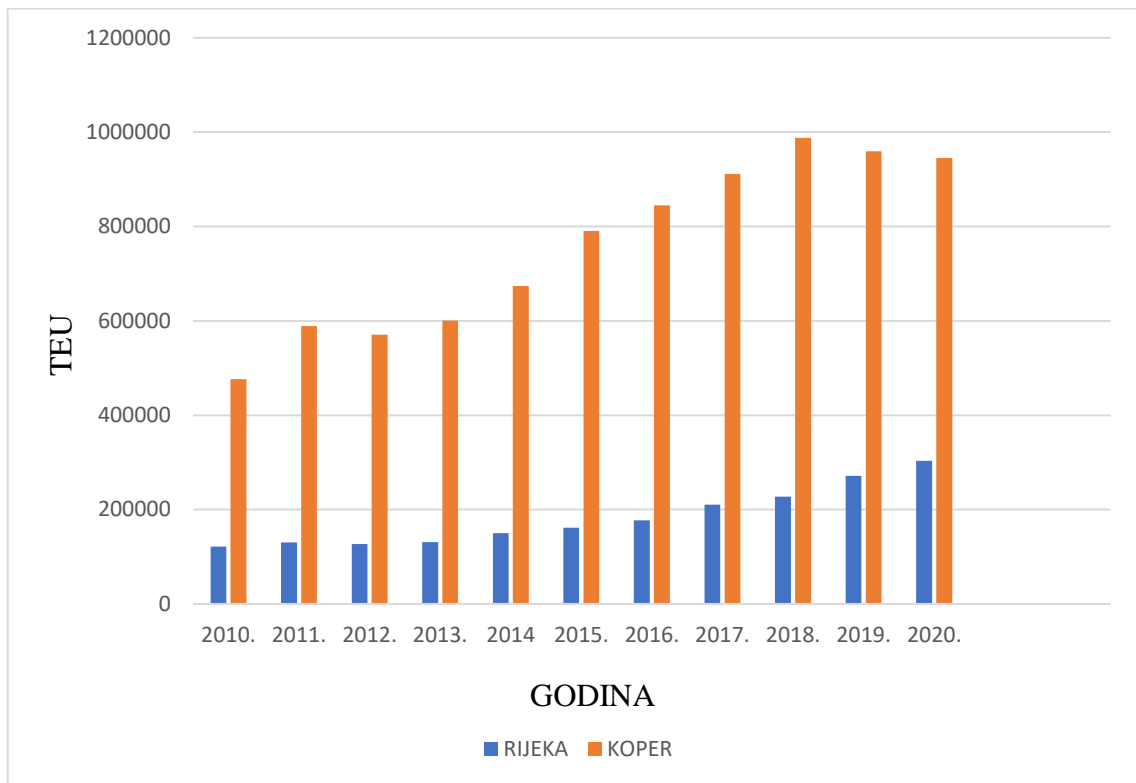
Tablica 15. prikazuje kontejnerski promet između dvaju kontejnerska terminala luke Rijeka i Koper za razdoblje od 2010.-2020. godine. Iz tablice se može iščitati kakav je odnos između dvije luke, oscilacije rasta i pada prometa kontejnerskog terminala. Kontejnerski terminal vidljivo ostvaruje daleko veći promet kroz cijelo promatrano razdoblje u odnosu na kontejnerski terminal luke Rijeka.

**Tablica 14.** Kontejnerski promet luke Rijeka i luke Koper u razdoblju od **2010.-2020.** godine izražen u TEU

<b>GODINA</b>	<b>RIJEKA</b>	<b>KOPER</b>
2010.	121 442	476 731
2011.	130 054	589 314
2012.	126 680	570 744
2013.	131 310	600 441
2014.	149 838	674 003
2015.	161 838	790 736
2016.	177 401	844 776
2017.	210 337	911 528
2018.	227 357	988 000
2019.	271 817	959 356
2020.	303 626	945 007

Izvor: obrada autorice

**Grafikon 4.** Grafički prikaz kontejnerskog prometa dviju luka



Izvor : obrada autorice

## 6.4. Razvojni planovi

**Tablica 15.** Razvojni planovi dviju luka

<b>RAZVOJNI PLANOVI</b>	
<b>RIJEKA</b>	<b>KOPER</b>
<p>Rijeka Gateway projekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gradnja pomorskog putničkog terminala,</li> <li>- Proširenje kontejnerskog terminala Jadranska vrata intermodalnom tehnologijom,</li> <li>- Projekt implementacije sustava videonadzora,</li> <li>- Prenamjena područja Delte i Porto Baroša,</li> <li>- Kontejnerski terminal Zagrebačkog pristaništa- do 650 000 TEU</li> <li>- Modernizacija željeznice i cesta D-403 (<a href="https://www.portauthority.hr/rijeka-gateway-projekt/">https://www.portauthority.hr/rijeka-gateway-projekt/</a> )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Željeznička linija Koper-Divača</li> <li>- Proširenje sjevernog dijela pristaništa I – izgradnja dodatnih skladišnih prostora</li> <li>- Rekonstrukcija Bazena III za rukovanje vozilima,</li> <li>- Povećanje kapaciteta za 200 000 – 300 000 TEU (<a href="https://luka-kp.si/slo/eu-projekti">https://luka-kp.si/slo/eu-projekti</a> )</li> </ul>

Izvor: obrada autorice

## **7. NOVA GENERACIJA PREKRAJNIH SREDSTAVA**

Za sve većom potražnjom pomorskog kontejnerskog prometa, rastu sve veće potrebe za ulaganjem u novu infrastrukturu, novu prekrcajnu mehanizaciju, te danas u izazovnim godinama kao što su 2020. i 2021. godina zbog pandemije, možemo zaključiti da je važno imati razvijen informacijsko-operacijski sustav međusobno povezan s prekrcajnom mehanizacijom radi nesmetane povezanosti i odvijanja svih potrebnih operacija.

Uz informacijsko operacijski sustav važno je razvijati strojeve, prekrcajnu mehanizaciju radi povećanja učinka prekrcajnog tereta. Rast je važan za sve sektore, ali posebno za sektor prometa jer dio ukupnih troškova vezan je za velika i skupa osnovna sredstva. Rastom volumena prometa dovodi do prihoda, novih ulaganja, dobrog odnosa među konkurentima.

### **7.1. Mobilna dizalica kao sredstvo prekrcaja**

Lučke mobilne dizalice kao prekrcajna sredstva univerzalne su namjene koje često možemo vidjeti na građevinskim gradilištima za podizanje teških građevnih materijala, te kao takve svoju namjenu mogu preusmjeriti na kontejnerske terminale.

Mobilne dizalice su fleksibilne i neograničeno pokretljive u odnosu na obalne kontejnerske dizalice. One svojom izvedbom i namjenom idu za teretom te teret nije potrebno prilagođavati prekrcajnom sredstvu, za razliku od obalnih kontejnerskih dizalica gdje teret mora doći do njih.

Prednost im je prilagodljivost na različite uvjete rada i sposobnost prekrcaja unutar cjelokupnog prostora luke ili terminala bez ulaganja u dodatnu opremu operativnih obala. (Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2002.).

Slika 26. Konecranes Gottwald Mobile Harbor Crane



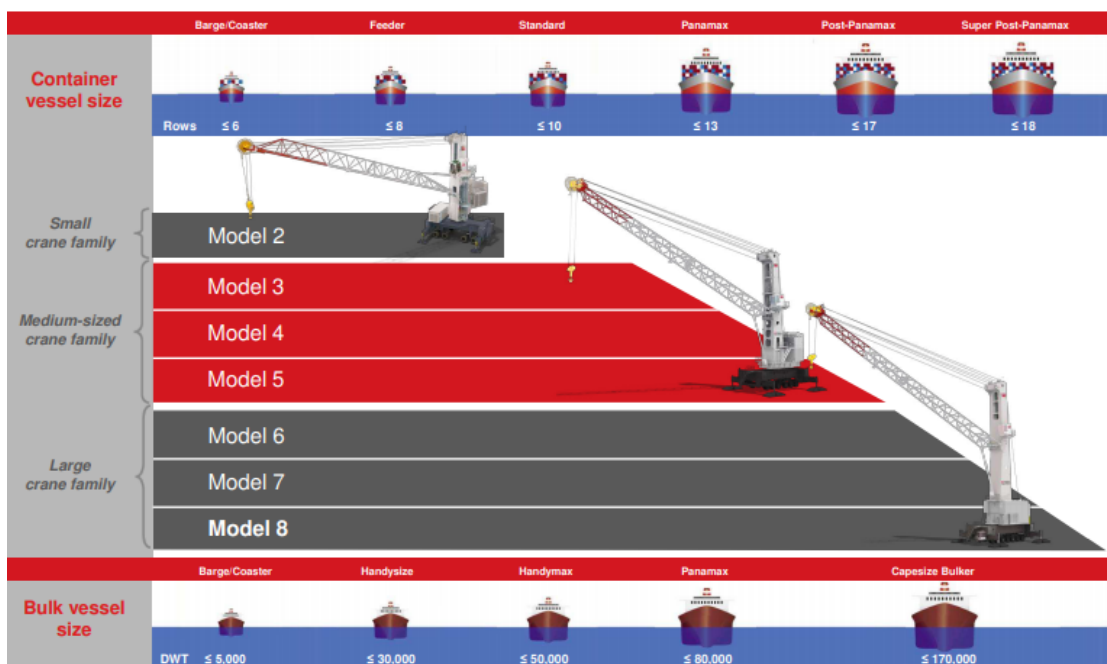
Izvor: [https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure_190801.pdf)

Mobilna dizalica marke KONECRANES Gottwald Mobile Harbor Crane, (Slika 27.), primjerena je za sve terminale i lučka okruženja. Konecranes je jedan od vodećih proizvođača pokretnih mobilnih dizalica na dizelsko-električni pogon. Mobilne dizalice su takve da se mogu prilagoditi infrastrukturi i teretu odnosno kontejnerima, na način da kontinuiranim radom iskorištava pun potencijal dizalica. ([https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure_190801.pdf)).

Dizalica je prilagođena za bilo koji terminal, odnosno bilo za kontejnere, rasute ili opće terete. Pogodna je za podizanja 20', 30', 40' ili 45' ISO kontejnere ili dva kontejnera od 20' u Twin lift modu, pogodna za sve tipove brodova do super post- Panamax klase. Dizalice su opremljene priveznicama, lancima, gredama, C-kukama ili kliještima uz ovu opremu zadovoljavaju posebnim zahtjevima s obzirom na velike krivulje nosivosti i velike radne brzine. Dizalice s dva ili četiri užeta koriste se fleksibilno i isplativo, jer se njihova podizna oprema brzo i lako može mijenjati i na taj način je povećana produktivnost i sigurnost. ([https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure_190801.pdf)).

Mobilne dizalice su prilagodljive svakom terminalu. Prilagođavaju se velikim geometrijama okretanja, višim tornjevima i dužim nosačima opslužuje nove klase plovila s do 20 redova i preko 9 kontejnera visine. Razlikujemo 8 modela mobilnih dizalica koje su namijenjene za opsluživanje različitih vrsta kontejnerskih brodova (Slika 28.).

Slika 27. Modeli mobilnih dizalica Konecranes



Izvor: [https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure_190801.pdf).

Karakteristike:

- Velika nosivost s dvostrukim dizanjem do 65 t ispod Spreadera sa širokim radijusom,
- samostalan ukrcaj/iskrcaj na kontejnerske brodove,
- mogućnost kontinuiranog rada u teškim uvjetima,
- velike brzine rada kod podizanja, zakretanja i pomicanja kraka odnosno grane,
- veliki broj ciklusa kod visoke stope rukovanja,
- velika nosivost posebnih vrsta tereta,
- mogućnost prekrcaja do 2 000 t/h. Izvor:

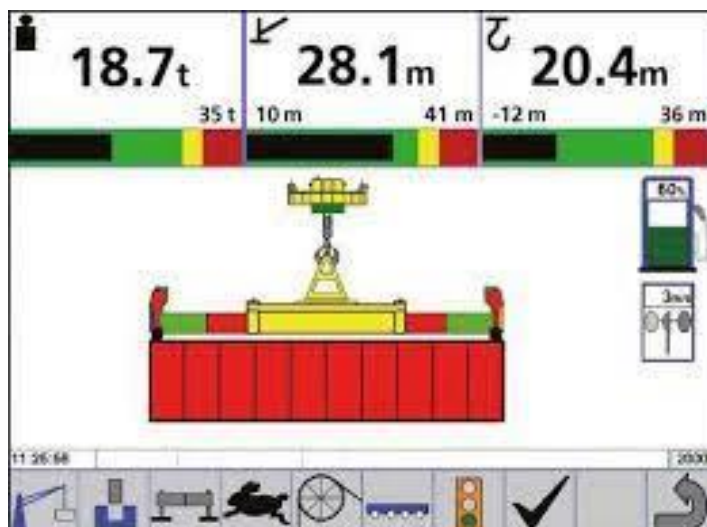
[https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure_190801.pdf) .

Mobilna „smart“ dizalica kao ekološko rješenje koristi električni pogon, dizel-generator agregat, hibrid i napajanje iz električne energije terminala. Ovakve dizalice su pogodne za prekrcaj tereta na brodu i na taj način koriste se dizel motori za proizvodnju energije na brodu. Hibridni pogon dizelsko-električni pogon čini još isplativijim, uštedom energije tijekom spuštanja i kočenja dizalice u srednjem mediju obnovljena je energija i na raspolaganju je za sljedeći radni ciklus putem ugrađene elektromagnetske mreže. Još je veći učinak kada se električni pogoni napajaju iz obalne mreže jer snagu ne treba pretvarati između priključaka za struju i dizalice. Energija koja je obnovljena spuštanjem i kočenjem dizalice može se vratiti na mrežu kopna.

Ključ produktivnosti, odnosno učinka je sustav upravljanja dizalicama. Kabina dizalice ergonomski je dizajnirana, pametna pomoću Visumatic sustava gdje je važnost usmjerena sučelju čovjek-stroj. Ovim načinom pojednostavljen je rad operatera dizalice, povećan je učinak i sigurnost. Operater dizalice smješten je na vrhu tornja gdje je opremljen opremom za siguran rad. Visumatic sustav upravljanja dizalicama, gdje je unaprijed definirani maksimalni kut zakretanja i polumjera ciljne točke, pruža jasne grafičke simbole za intuitivno upravljanje pomoću kamere koja je smještena na glavi grane te osigurava pogled izbliza na radno područje putem radnog monitora u kabini, gdje operater ima izvrstan pogled tijekom rada dizalice. Rukovanje kontejnerom s kopna ograničeno je visinom kako bi se stvorilo „meko slijetanje“, također na području od 180° sprječava bočne sile i momente koje djeluju na nosač pomoću vertikalnog podizanja koje štiti teret i transportno vozilo od oštećenja i izbjegava se slučajno odlaganje tereta. Zahvaljujući ovom sustavu moguć je polu automatizirani način rukovanja od točke A do točke B, lako pozicioniranje rotatora tereta ili kuke pomoću x-y kontrole, određuje se visina dizanja, kut i radijus okretanja. Pomoću interneta i bežične mreže može se pristupiti upravljačkom sustavu dizalice za obavljanje dijagnostike. ([https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes_Brochure_190801.pdf) )



Slika 28. Visumatic sustav upravljanja



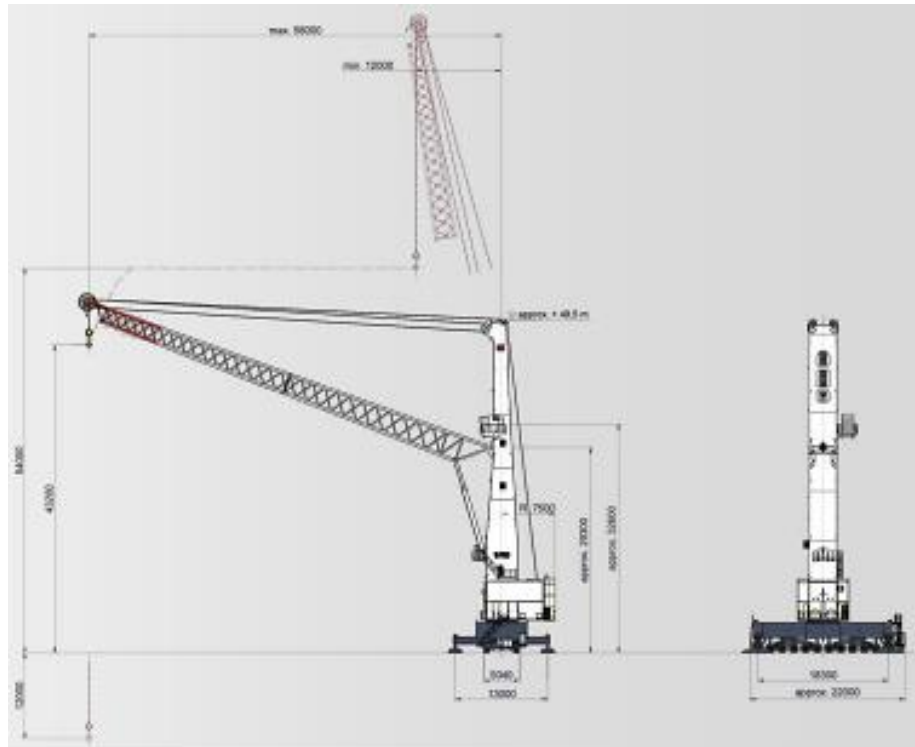
Izvor: <https://cdn.cranemarket.com/specifications/terex-gottwald-mobile-harbour-cranes-spec-8d7c98.pdf>

**Tablica 16.** Karakteristike Konecranes Gottwald Mobile Harbor Crane Model 8

Proizvođač	Konecranes
Kapacitet podizanja	200 t
Nosivost ispod spreadera	61 t
Dužina grane sa produžetkom	29.3 m, s produžetkom 34.7 m
Radius	12.0 m – 58.0 m
Visina podizanja	58.0 m
Dohvat prema moru	54.0 m
Dohvat prema kopnu	12.0 m
Težina	600 t
Broj osovina	3
Okretni moment	0 – 1.6 rpm
Pomicanje kрана	0 – 107 m/min
Brzina pomicanja	0 – 80 m/min

Izvor: <https://cdn.cranemarket.com/specifications/terex-gottwald-mobile-harbour-cranes-spec-8d7c98.pdf> .

Slika 29. Gottwald Mobile Harbor crane



Izvor: [https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes_Brochure_190801.pdf)

## 7.2. Komparativna analiza ZPMC Post Panamax i Gottwald Mobile Harbor Crane

Kao usporedba „staro -novo“ uzimamo ZPMC Post Panamax dizalicu kontejnerskog terminala luke Rijeka i mobilnu dizalicu Gottwald marke Konecranes. U odnosu na obalnu mosnu dizalicu mobilna dizalica nije fiksirana na jedno područje operativne obale, može se prilagoditi teretu te opsluživati vozilo/plovilo u većem kružnom luku od 12.0 – 58.0 m, dok je obalna mosna dizalica fiksirana na tračnicama i teret se mora prilagoditi Spreaderu. Mobilna dizalica prema moru ima dohvat od 54.0 m i može dohvatiti više od 18 redova kontejnera na brodu, a obalna mosna dizalica dohvata je 50.0 m i dohvaća do 18 redova. Nosivost ispod Spreadera je 51 t za 20/40/45 stopne kontejnere, a brzina pri opterećenju iznosi 80 m/min. Prosječna vrijednost prekrcanih kontejnera obalna dizalica u optimalnim uvjetima prekrci 28 kontejnera po satu što je oko 1120 t/h, dok mobilna dizalica može prekrcati 2 000 t/h. Stoga možemo zaključiti da bi mobilna dizalica pridonijela povećanje učinka prekrcanog tereta, većeg broja kontejnera u datom vremenskom intervalu.

### 7.3. Budućnost upravljanja dizalicama

Visoka konkurentnost u svijetu potiče na rast i razvoj. Učinkovito i održivo iskorištenje prirodnih resursa smanjuju emisiju ugljika koristeći hibridni i električni pogon. Kompanija Kalmar predstavila je otvoreni sustav automatizacije za luke i terminale koji će omogućiti pojednostavljeni i automatizirani posao, dokazan funkcionalnosti i dobro uspostavljenim procesima, također takav sustav i kompanija KONECRANES nudi. Primjenjiv je za svu vrstu opreme uz brzu i laku primjenu omogućiti će iskorištenje potencijala lučkih terminala.

Kalmar pruža suradnju kod integriranja TLS sustava s postojećim operativnim sustavom, što može smanjiti troškove ulaganja. Kalmar RMG mogu biti opremljeni za daljinsko upravljanje i automatizirane operacije u svim načinima prijevoza (vlakovi, kamioni, brodovi). Operativni sustav može se integrirati sustavima za praćenje. Uklanjanjem osoblja iz dizalice i njihovom smještanje u operativni centar smanjuje rizik od opasnih situacija tijekom rukovanja teretom. Svaka dizalica ima sigurnosni softver za zaštitu od suda, sigurnost se dodatno povećava sustavom za praćenje vozila, ljudi i sve opreme. Ako danas odaberete ručnu dizalicu, ona će se u budućnosti moći prilagoditi automatizaciji ili daljinskom upravljanju bez obzira koju vrstu RMG dizalice terminal posjeduje. (<https://www.konecranes.com/sites/default/files/202004/Konecranes%20Path%20to%20Automation.pdf>).

Slika 30. Automatizacija

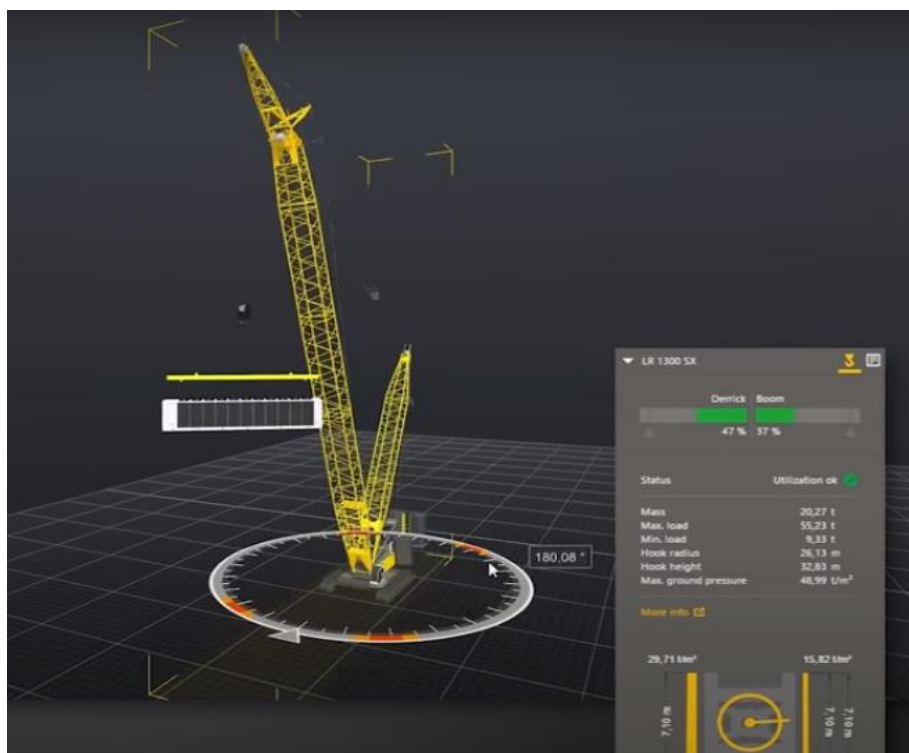


Izvor : <https://www.konecranes.com/resources/smart-feature-retrofit-auto-steering>

## 7.4 Liebherr Crane Planer

Digitalno planiranje jedan je od funkcionalnih sustava potpore upravljanja dizalicama, što pogoduje planerima i inženjerima na gradilištima ili terminalima za rukovanje teretom. Crane planer idealan je na mjestima gdje je problem nedostatak prostora, teški uvjeti tla, ograničeni kapaciteti i sl. Uz pomoć softvera na računalu se mogu simulirati svi radni koraci od preuzimanja tereta do slaganja. Izvodljivost cjelovitog projekta provjerava se unaprijed izravno u fazi planiranja.. Uz uštedu vremena i troškova, posebno se redefiniiraju sigurnosni standardi. Zahvaljujući ovom softveru planeri mogu prilagoditi dizalicu svim vrstama tereta i težinama kontejnera. Svaki pokret je isplaniran sve od preuzimanja kontejnera do njegovog uskladištenja na brod ili skladišni prostor. (<https://www.liebherr.com/en/usa/products/mobile-and-crawler-cranes/service/crane-planner/crane-planner.html>).

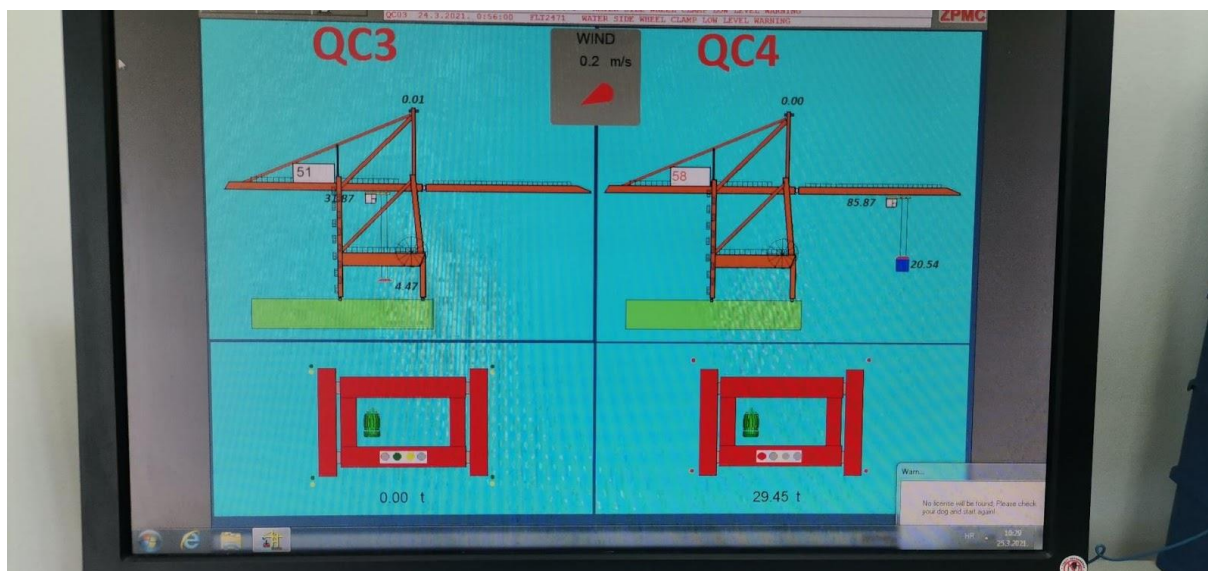
Slika 31. Liebherr Crane Planer



Izvor : <https://www.liebherr.com/en/usa/products/mobile-and-crawler-cranes/service/crane-planner/crane-planner.html>

Za usporedbu možemo uzeti simulaciju digitalnog praćenja rada obalne mosne dizalice ZPMC Post Panamax Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. u Rijeci. Pomoću ovog softvera operativni centra može pratiti rad odnosno koliko pojedini kontejner teži, jačinu vjetrova, brzinu rada dizalice, vrijeme rada dizalice i sve pokrete Spreadera. (Slika 33.)

Slika 32. Digitalni "planer" AGCT-a



Izvor: obrada autorice

### 7.5. Sustav prilagodbe podizanjem obalne kontejnerske dizalice

S razvojem kontejnerizacije dolazi i do razvoja kontejnerskih brodova koji su sve veći. Trenutno postoji 71 brod s kapacitetom od 20 000 do 23 900 TEU. Kontejneri su složeni do 10 visine na palubi i imaju raspon do najmanje 23 reda. Za opsluživanje ovakvih brodova potrebna je dizalica čija duljina grede iznosi do 62 m.

Konecranes je osmislio tehnologiju podizanja obalne mosne dizalice ovisno o veličini i kapacitetu broda. Na ovakav način opslužuju se brodovi bez dodatnih troškova i utjecaja na okoliš, smanjeni su rizici od sudara s elementima broda (radar, antene i sl.). Prije samog podizanja vrše se stroge kontrole, ovim načinom produživanja dizalice produžuje se život dizalici za 1 – 2 milijuna pokreta. Ova tehnologija može se primijeniti na sve Konecranes STS dizalice, kao i sve ostale marke dizalica. ([https://www.konecranes.com/sites/default/files/2021-01/STS%20Boom%20Raising\\_PDF\\_2021.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2021-01/STS%20Boom%20Raising_PDF_2021.pdf))

Slika 33. STS Boom Raising ( STS podizna oprema)



Izvor:[https://www.konecranes.com/sites/default/files/202101/STS%20Boom%20Raising\\_PD F\\_2021.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/202101/STS%20Boom%20Raising_PD_F_2021.pdf)

## 8. ZAKLJUČAK

Hipoteza ovog rada je potvrđena te luka Rijeka i Koper su moderne i konkurentne na tržištu. Tehničko tehnološki napredak utjecao je na povećanje kapaciteta Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. i terminala luke Koper što je pridonio rast trgovine, industrije i sl., stoga potrebna je automatizacija i razvoj za pružanje sigurnog preookeanskog transporta.

Poboljšanjem tehničko tehnoloških značajki koje planiraju oba terminala luke Koper i Rijeka, moći će se povećati kontejnerski promet, nabavkom novih prekrcajnih sredstava poboljšao bi se učinak prekrcajnih mogućnosti obalnih dizalica. Prekrcajnu mehanizaciju koju posjeduje Kontejnerski terminal Jadranska vrata d.d. u upotrebi je već duži niz godina te se javljaju određeni kvarovi koji usporavaju proces rada te na taj način smanjen im je učinak. Dok kontejnerski terminal luke Koper posjeduje duplo veći broj kontejnerskih obalnih dizalica njih 9, što je vidno kod ukupnog godišnjeg kontejnerskog prometa.

Komparativnom analizom kontejnerskog terminala luke Rijeka i luke Koper utvrđeno je da terminal luke Koper ima veću ukupnu površinu od 102 000 m<sup>2</sup>, što znači da ima veću slagališnu površinu i veći ukupni godišnji kapacitet. U skladu sa površinom kontejnerski terminal luke Koper raspolaže sa daleko većim brojem prekrcajne mehanizacije što rezultira ukupnom broju prekrcajnih kontejnera od 945 007 TEU-a za 2020. godinu, dok terminal luke Rijeka ukupan broj prekrcajnih kontejnera za isto razdoblje ima 303 626 TEU-a.

Proračunskim zadatcima utvrđeno je da dizalica Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d. ZPMC Post Panamax ima veći teorijski i eksploatacijski učinak u Twin lift modu prekrcaja kontejnera u odnosu na istu takvu u Single lift modu dizanja, te ova dizalica je daleko mlađa u odnosu na Panamax SAMSUNG dizalicu čiji ciklus prekrcaja traje nešto duže.

Kontejnerski terminal luke Rijeka zaostaje za glavnim konkurentom sjevernog Jadrana kontejnerskim terminalom luke Koper. Ostvareni promet nije posljedica manjeg kapaciteta ili manjkom prekrcajne mehanizacije, već većim dijelom nerazvijene željezničke infrastrukture. Luka Koper ima razvijenu željezničku mrežu sa zaleđem te prolazi kroz desetak zemalja što Riječka luka nema te vrijeme tranzita kontejnera je vremenski i ekonomski trošak te riječki terminal sporo napreduje. Uz željeznicu glavni problem je relativno zastarjela mehanizacija koja uz automatizaciju i modernizaciju može poboljšati kontejnerski promet.



## LITERATURA

### Knjige:

1. Bognolo D., Kršulja M., (2017.): Prekrcajna sredstva, Zbirka riješenih zadataka, Veleučilište u Rijeci,
2. Dundović Č., (2002.): Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci,
3. Dundović Č., Hess S.,(2007.): Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci,
3. Ivaković Č, Jurum J., (1995.) : Metodologija utvrđivanja potrebite mehanizacije za rad i usluživanje kontejnerskog terminala, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,
4. Karmelić J., (2005.): U povodu 50-te godišnjice početka kontejnerizacije, Pomorski zbornik 43.,
5. Udruga pomorskih kapetana, (2017.), Kapetanov glasnik, Split,
6. Zelenika R., Jakomin L., (1995.): Suvremeni transportni sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci
7. Zelenika R., (2001.): Prometni sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci.

### Web članci:

9. Adriatic Gate Container Terminal, ICTSI, <https://www.ictsi.hr/oictsiu> (15.4.2021.),
10. Adriatic Gate Container Terminal, Operativni priručnik, [https://cdnweb.ictsi.hr/s3fs-public/inline-files/agct\\_operativni\\_prirucnik\\_za\\_korisnike\\_1.pdf](https://cdnweb.ictsi.hr/s3fs-public/inline-files/agct_operativni_prirucnik_za_korisnike_1.pdf) (15.4.2021.),
11. Hubbig, Everything you need to know about containers, <https://hubbig.com/blog/everything-you-need-to-know-about-containers> (22.4.2021.),
12. ICTSI. HR, 300 000 TEU na AGCT-u, <https://www.ictsi.hr/press-releases/300-000-teu-na-agct-u> (22.4.2021.),
13. Konecranes, Containers Lift Trucks <https://www.konecranes.com/equipment/lift-trucks/container-lift-trucks> (2.5.2021.),



14. Konecranes, Mobile Harbor Cranes Brochure, [https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure\\_190801.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-05/Mobile-Harbor-Cranes-Brochure_190801.pdf) ( 5.5.2021.),
15. Konecranes, Automation Konecranes <https://www.konecranes.com/sites/default/files/2020-04/Konecranes%20Path%20to%20Automation.pdf> (2.5.2021.),
16. Konecranes, STS Boom Raising, [https://www.konecranes.com/sites/default/files/2021-01/STS%20Boom%20Raising\\_PDF\\_2021.pdf](https://www.konecranes.com/sites/default/files/2021-01/STS%20Boom%20Raising_PDF_2021.pdf) (15.5.2021.),
17. Luka Rijeka, Zemljopisni položaj, <https://lukarijeka.hr/profil-tvrtke/zemljopisni-polozaj/> (21.4.2021.),
18. Luka Koper, <https://www.luka-kp.si> (3.5.2021.),
19. Luka Koper, Pretovar 2020., <https://www.luka-kp.si/slo/novice/single/pretovor-2020-38183> (4.5.2021.),
20. Liebherr, Crane Planner, <https://www.liebherr.com/en/usa/products/mobile-and-crawler-cranes/service/crane-planner/crane-planner.html> (6.5.2021.),

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Kontejnerski terminal – AGCT .....	5
Slika 2. Gravitacijsko područje luke Rijeka .....	6
Slika 3. Plan Kontejnerskog terminala .....	8
Slika 4. Kontejnerizacija.....	12
Slika 5. Frigo kontejneri .....	15
Slika 6. Generalni teret - cisterne .....	15
Slika 7. Prikaz 20' i 40' kontejnera .....	17
Slika 8. Veliki kockasti 40' brodski kontejner.....	18
Slika 9. Flat kontejner za vangabaritni teret .....	19
Slika 11. Frigo-rashladni kontejneri .....	20
Slika 12. Evolucija razvoja kontejnerskih brodova .....	23

Slika 13. Spreader.....	26
Slika 14. Samsung Panamax dizalica .....	28
Slika 15. ZPMC Post Panamax dizalica- AGCT.....	30
Slika 16. RTG AGCT-a.....	31
Slika 17. RMG dizalica AGCT-a .....	32
Slika 18. Portalni prijenosnik malog raspona.....	33
Slika 19. Viličar.....	34
Slika 20. Viličari za kontejnere .....	35
Slika 21. Autodizalica- Reach Staker .....	36
Slika 22. Tegljači AGCT-a (2018) .....	37
Slika 23. MAFI traktor i prikolica .....	37
Slika 24. Strojarnica ZPMC Post Panamax dizalice AGCT.....	38
Slika 25. Excel obrazac za praćenje učinka dizalica .....	43
Slika 26. Kontejnerski terminal Luke Koper.....	50
Slika 27. Konecranes Gottwald Mobile Harbor Crane.....	60
Slika 28. Modeli mobilnih dizalica Konecranes.....	61
Slika 29. Visumatic sustav upravljanja .....	63
Slika 30. Gottwald Mobile Harbor crane.....	64
Slika 31. Automatizacija.....	65
Slika 32. Lieberr Crane Planer .....	66
Slika 33. Digitalni "planer" AGCT-a .....	67
Slika 34. STS Boom Raising ( STS podizna oprema).....	68

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Prekrcajna mehanizacija Kontejnerskog terminala Jadranska vrata d.d.....	9
<b>Tablica 2.</b> Statistička analiza prometa kontejnera kontejnerskog terminala u Rijeci.....	10
<b>Tablica 3.</b> Dimenzije 20' i 40' kontejnera .....	16
<b>Tablica 4:</b> Dimenzije velikog kockastog 40' brodskog kontejnera.....	18
<b>Tablica 5.</b> Dimenzije Flat rack kontejnera.....	20
<b>Tablica 6.</b> Dimenzije rashladnog kontejnera .....	21
<b>Tablica 7.</b> Karakteristike Panamax kontejnerske dizalice marke Samsung .....	27
<b>Tablica 8.</b> Karakteristike Post Panamax kontejnerske dizalice marke ZPMC .....	29
<b>Tablica 9.</b> Prekrcajna mehanizacija kontejnerskog terminala luke Koper .....	51
<b>Tablica 10.</b> Statistička analiza kontejnerskog prometa luke Koper.....	52
<b>Tablica 11.</b> Usporedba karakteristika dviju kontejnerskih luka .....	54
<b>Tablica 12.</b> Karakteristike operativne obale između dviju luka .....	54
<b>Tablica 13.</b> Prekrcajna mehanizacija kontejnerskih terminala luke Rijeka i Koper.....	55
<b>Tablica 14.</b> Kontejnerski promet luke Rijeka i luke Koper u razdoblju od <b>2010.-2020.</b> godine izražen u TEU .....	56
<b>Tablica 15.</b> Razvojni planovi dviju luka.....	58
<b>Tablica 16.</b> Karakteristike Konecranes Gottwald Mobile Harbor Crane Model 8.....	63

## POPIS GRAFIKONA

**Grafikon 1.:** Grafički prikaz kontejnerskog prometa

**Grafikon 2.:** Prikaz teorijskog i eksploatacijskog učinka između dvije obalne dizalice

**Grafikon 3.:** Kontejnerski promet luke Koper u razdoblju od 2010. do 2020. godine

**Grafikon 4.:** Grafički prikaz kontejnerskog prometa dviju luka