

# Obilježja suvremenih kontejnerskih i ro-ro terminala

---

**Perčić, Dario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:379761>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-27**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**DARIO PERČIĆ**

**OBILJEŽJA SUVREMENIH KONTEJNERSKIH I RO-RO  
TERMINALA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Rijeka, 2023.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

**OBILJEŽJA SUVREMENIH KONTEJNERSKIH I RO-RO  
TERMINALA  
CHARACTERISTICS OF MODERN CONTAINER AND RO-RO  
TERMINALS**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Tehnologija prijevoza kontejnera i RO-RO tehnologija

Mentor: prof. dr. sc. Renato Ivče

Student: Dario Perčić

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112083086

**Rijeka, 2023.**

Student: Dario Perčić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112083086

### IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom Obilježja suvremenih kontejnerskih i RO-RO terminala izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Renato Ivče.

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/završnog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



---

Dario Perčić

Student: Dario Perčić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112083086

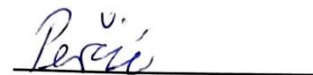
## IZJAVA STUDENTA – AUTORA

### O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/> .

Student



Dario Perčić

## **SAŽETAK**

Suvremeni kontejnerski terminali uvelike su napredovali u zadnjih nekoliko godina kroz uporabu najnovijih tehnologija organizacije rada na terminalu i opreme za upravljanjem kontejnerima te korištenjem automatiziranih sustava za što veću produktivnost. Na kontejnerskome terminalu sistem rada podijeljen je u nekoliko operacija počevši od prekrcaja broda pa sve do vrata terminala odnosno ulaza i izlaza kontejnera sa terminala.

Na RO-RO terminalu sa druge strane upravlja se teretima na kotačima te će izvedba terminala uvelike ovisiti o vrsti brodova odnosno tereta kojim će na tom specifičnom terminalu upravljati. Jedna od najbitnijih stavki RO-RO terminala jest pružanje odgovarajućeg prekrcajnog prostora s obzirom na rampe kojih koriste RO-RO brodovi ili korištenjem obalnih rampi ili mostova.

## **SUMMARY**

Modern container terminals have greatly advanced through the use of the latest technologies for the organization of operations at the terminal and equipment for managing containers, as well as the use of automated systems for greater productivity. At the container terminal, the work system is divided into several operations, starting with the loading and unloading of the ship all the way to the terminal door, that is, the entry and exit of the containers from the terminal.

At the RO-RO terminal, on the other hand, where the cargo on wheels is managed, the performance of the terminal will largely depend on the type of ships or cargo that will operate at that particular terminal. One of the most important features RO-RO terminal has to have is the adequate space for ramps of the RO-RO ships over which the cargo will be transferred.

## **KLJUČNE RIJEČI:**

Brodovi, Kontejnerski terminal, kontejner, terminal, RO-RO, rampe, slagalište.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KONTEJNERSKI TERMINALI .....	2
2.1. PLANIRANJE KONTEJNERSKOG TERMINALA.....	3
2.2. PRODUKTIVNOST TERMINALA .....	5
2.3. VRSTE KONTEJNERSKIH TERMINALA .....	6
2.4. VELIČINE NAJVEĆIH KONTEJNERSKIH TERMINALA.....	7
2.5. OPERATIVNI SUSTAV TERMINALA ( TOS) .....	8
3. KONTEJNERSKE OPERACIJE.....	9
3.1. RASPORED I TEHNIČKA OPREMA TERMINALA .....	10
3.1.1. Područje pristaništa i dizalice pristaništa .....	10
3.1.2. Portalni prijenosnici.....	12
3.1.3. Prednji i bočni hvatači kontejnera .....	13
3.1.4. Automatski vođena vozila .....	13
4. SLAGALIŠTE I VRATA TERMINALA .....	14
5. AUTOMATIZIRANI KONTEJNERSKI TERMINAL.....	16
5.1 PREDNOSTI AUTOMATIZACIJE .....	18
5.2.RAZLIKE IZMEĐU KONVENCIONALNIH I AUTOMATIZIRANIH TERMINALA .....	19
6. RO-RO TERMINALI .....	20
6.1. PODJELA RO-RO TERMINALA.....	22
7. OBILJEŽJA RO-RO TERMINALA.....	23
7.1. DIZAJN .....	23
7.2. SUSTAV VRATA I PARKIRALIŠTE .....	24
7.4. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA PRISTANA.....	26
7.5. PRIJEVOZNO-PREKRCAJNA SREDSTVA NA RO-RO TERMINALU .....	27
7.5.1. TERMINALNI TRAKTORI .....	27
7.6. RAMPE.....	29
7.7. LUKA ANTWERPEN-BRUGES.....	30
8. ZAKLJUČAK .....	32
LITERATURA.....	33

## 1. UVOD

Glavna uloga terminala jest povezivanje pomorskog prometa odnosno brodova sa drugim načinima prijevoza kao što su to kamioni , vlakovi i teglenice. Terminal omogućuje otpremu tereta korisnicima i djeluje kao važno distribucijsko čvorište. Upravo se sa terminala , roba može distribuirati željeznicama , cestama do konačnog odredišta. Ovaj rad fokusira se na obilježja kontejnerskih i RO-RO terminala te će se detaljno razraditi operacije koje se na tim terminalima obavljaju kao i organizacija rada te sama oprema koja se koristi na terminalu.

Rad je podijeljen u sedam poglavlja. U drugom poglavlju „Kontejnerski terminali“ pojašnjava se što je sve potrebno za planiranje kontejnerskog terminala , što utječe na produktivnost , pojašnjen je i operativni sustav terminala te različite vrste i veličine kontejnerskih terminala u suvremeno doba.

U trećem poglavlju „Kontejnerske operacije“ govori se o temeljnim operacijama na kontejnerskom terminalu te su opisani raspored i tehnička oprema na terminalu koja se koristi za manipulaciju tereta odnosno kontejnera.

U četvrtom poglavlju „Slagalište i vrata terminala“ pojašnjen je koncept slagališta , gustoća , raspored te koji elementi utječu na dizajn . Također , opisuje se funkcija vrata na kontejnerskom terminalu odnosno mjesto gdje kontejneri sa kamiona ulaze u terminal.

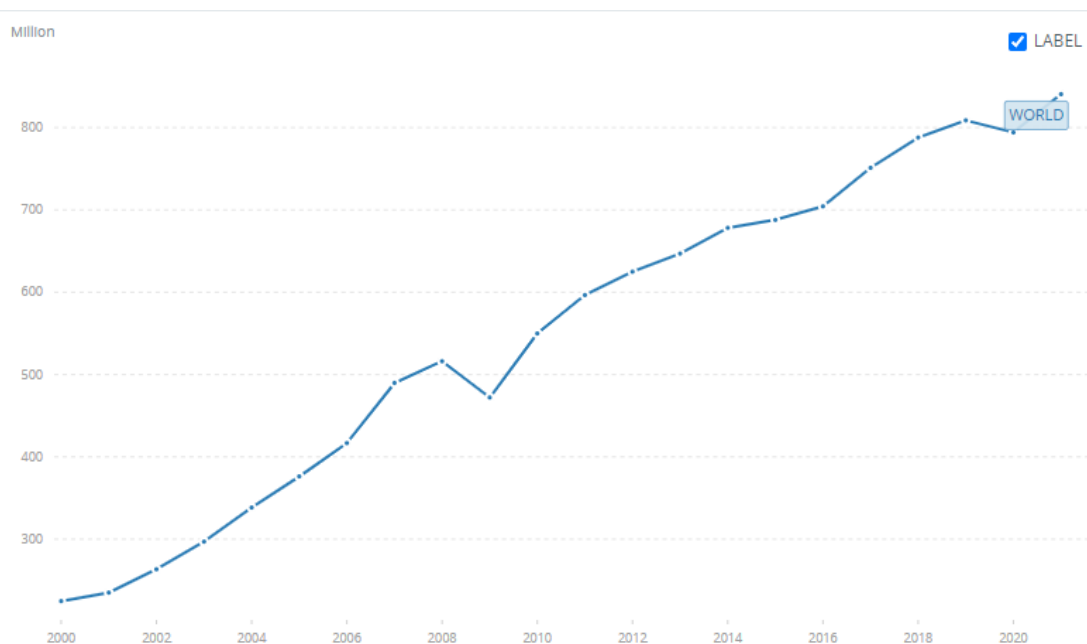
U petom poglavlju „Automatizirani kontejnerski terminal“ pojašnjen je koncept terminala korištenjem automatiziranih sustava kojim se postiže veća produktivnost te koji su prednosti i nedostaci korištenja te se uspoređuje sa konvencionalnom izvedbom kontejnerskog terminala.

Šesto poglavlje „RO-RO terminali“ pojašnjava što je RO-RO terminal, kojim teretima se na njemu upravlja te njihovu podjelu. U sedmom poglavlju „Obilježja RO-RO terminala“ detaljno se opisuju prostori na RO-RO terminalu kao što su to sam dizajn terminala, skladišni prostor, sustav vrata te pristan i rampe.



## 2. KONTEJNERSKI TERMINALI

Posljednjih godina korištenje kontejnera za internacionalni pomorski promet dramatično se povećao. Počevši sa 50 milijuna TEU-a ( twenty feet equivalent unit) u svijetu u 1985. , promet kontejnera dosegao je više nego 840 milijuna u 2021 godini. Od njihovog uvođenja 1960-ih kontejneri predstavljaju standardnu jediničnu količinu za međunarodni teretni promet. Pretovar kontejnera između različitih strana u opskrbnom lancu uključuje proizvođače koji proizvode robu za globalnu upotrebu, teret, brodske linije i kupce. Kontejnerski terminali prvenstveno služe kao sučelje između različitih načina prijevoza, npr. domaćeg željezničkog ili kamionskog i pomorskog prijevoza. Globalno djelujuće industrijske tvrtke značajno su povećale svoje proizvodne kapacitete u Azijskim zemljama, a kontejnerski promet između Azije i ostatka svijeta je u stalnom porastu.<sup>1</sup>



**Grafikon 1. Porast kontejnerskog prometa**

Izvor: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.SHP.GOOD.TU?end=2021&start=2000&view=chart>

<sup>1</sup> Kap Hwan K., Hans-Otto G.: Container Terminals and Cargo Systems, Helmut Petri, Berlin Heidelberg, 2007., str. 3.

## 2.1. PLANIRANJE KONTEJNERSKOG TERMINALA

Kontejnerski terminal predstavlja složen sustav s vrlo dinamičnim interakcijama između različitih jedinica za rukovanje, transport i skladištenje. Mnogo je problema povezano uz logističko planiranje i kontrole terminala. Ovi problemi se dijele na 3 različite razine:

1. Dizajn terminala
2. Operativno planiranje
3. Kontrola u stvarnom vremenu

Probleme projektiranja terminala u početku moraju riješiti planeri objekata u fazi planiranja terminala te se ti isti problemi moraju analizirati iz ekonomske kao i tehničke izvedivosti i performansi.

Multi-modalni princip - za razliku od azijskih kontejnerskih terminala, većina europskih terminala postavljeni su kao multi-modalni objekti tj. izravno su povezani sa sustavima željeznice, kamiona i unutarnje plovidbe. Integracija ovih različitih načina prijevoza ima veliki utjecaj na dizajn cijelog terminala.

Raspored terminala – ovdje treba uzeti u obzir :

1. Slagalište
2. Puteve za transport kontejnera unutar terminala
3. Pristanište.

Ovi dijelovi predstavljaju glavne entitete svakog kontejnerskog terminala. Njihov kapacitet i prostorni raspored uvelike određuje izvedbu konfiguracije terminala. Raspored terminala također uključuje rezervaciju određenih područja za skladištenje frigo kontejnera, kontejneri koji u sebi sadrže opasne tvari te kontejnere nestandardne veličine.

Odabir opreme – Za rukovanje se mogu koristiti različite vrste opreme i prijevoz unutar terminala. Prvenstveno se razlikuju po stupnju automatizacije i izvedbe. Trenutno je u tijeku trend povećane upotrebe automatiziranih dizalica i automatiziranih vozila bez vozača, iako te vrste opreme stvaraju složene probleme i logističke kontrole.

Kapacitet prihvata brodova - Kapacitet prihvata brodova ne samo da određuje broj i veličinu brodova koja se mogu opsluživati, već i zahtjeve za skladišne prostore i veličine voznog parka i slično.

Informacijska tehnologija i upravljački softver – Logistička kontrola na velikim kontejnerskim terminalima iznimno je složen zadatak koji zahtjeva odluke o usklađivanju zadataka rukovanja s odgovarajućom opremom i pružanje detaljnih informacija o svakom pojedinom kontejneru. Različiti načini softverske i tehnološke podrške, kao i korištenje složenih alata za optimizaciju pitanja su od velike važnosti tijekom planiranja.

Razine operativnog planiranja uključuju smjernice te osnovne procedure planiranja za obavljanje različitih logističkih procesa na terminalu. Budući da je decentralizirano planiranje jedini realan način upravljanja logističkom kontrolom automatiziranih kontejnerskih terminala, cijeli sustav logističke kontrole je podijeljen u različite module za različite vrste ili skupine resursa te se stoga javljaju specifični problemi u planiranju i raspoređivanju korištenja ključnih resursa za kratkoročni horizont planiranja od nekoliko dana ili tjedana.

Dodjela vezova – Prije dolaska broda potrebno je osigurati potreban prostor za vez koji će biti dodijeljen uzimajući u obzir očekivano vrijeme koje bi brod trebao provesti na terminalu. Dodatna ograničenja proizlaze i iz dostupnosti dizalica.

Dodjela dizalica – Za ukrcaj i iskrcaj velikog kontejnerskog broda koristi se nekoliko obalnih dizalica. Prvo se mora odlučiti koje se pojedinačne dizalice moraju dodijeliti različitim brodovima s obzirom na dostupnost dizalica na vezu.

Planiranje skladištenja i redosljed – Ovdje se prvenstveno razmatra o rasporedu kontejnera odnosno slaganja kontejnera s obzirom na redosljed luka ticanja kontejnerskog broda.

Pravila skladištenja i slaganja – Veliki terminali u Europi skladište nekoliko desetaka tisuća kontejnera s prosječnim vremenom zadržavanja broda od 3-5 dana. Kontejnerski blok na slagalištu sastoji se od odjeljka, stupca i reda. Lokacija kontejnera na slagalištu određena je slovom ili brojem zone, brojem kontejnerskog bloka, te odjeljkom, stupcem i redom po visini slaganja. Cilj je da se što više moguće ubrzaju potrebni postupci skladištenja i preuzimanja kontejnera te kako bi se izbjeglo preslagivanje kontejnera unutar skladišta.

Raspored radne snage- Radna snage je još jedan važan resurs na kontejnerskim terminalima te u skladu s time , rasporedi za radnike koji rukuju opremom moraju biti unaprijed određeni.

Kontejnerski terminali predstavljaju visoko dinamične logističke sustave koji ne dozvoljavaju unaprijed planiranje detaljnog transporta i rukovanja duljeg od 5 do 10 minuta. Dakle, u stvarnom vremenu kontrola logističkih aktivnosti je od iznimne važnosti. Kontrola u stvarnom vremenu odnosno planiranje u stvarnom vremenu obično se pokreće određenim događajima ili uvjetima i to zahtjeva rješavanje problema u vrlo kratkom vremenskom razdoblju. Odluke se odnose na transportne naredbe vozilima odnosno njihove rute na slagalištu, kao i prijevoz između veza i slagališta, određivanje detaljnih rasporeda i redoslijeda rada za pristanište i dizalice.<sup>2</sup>

## **2.2. PRODUKTIVNOST TERMINALA**

Produktivnost terminala je mjera njegove sposobnosti kretanja tereta kroz terminal unutar jedinice vremena u stvarnim uvjetima. Poznato je da teret prolazi kroz različite faze rukovanja dok je u luci. Ukupna produktivnost luke određena najnižom djelomičnom produktivnošću svake karike u lancu rukovanja teretom. Uvjeti koji prevladavaju u luci u bilo kojem trenutku, kao što su vremenski uvjeti, ljudski resursi i stanje strojeva, značajno utječu na produktivnost parcijalnih postupaka. Prakse rukovanja teretom koje se provode u svakoj luci odlučujuće utječu na produktivnost, a svaki pokušaj njihovog poboljšanja također treba uključiti razdoblje prilagodbe ovih praksi novim strojevima i metodama rukovanja. Općenito, referenca na bilo koju mjeru produktivnosti treba biti u povezano s odgovarajućim vremenskim razdobljem. Ako to uključuje dugo vremensko razdoblje, veličine od nekoliko mjeseci, produktivnost se može smanjiti na polovicu svoje vrijednosti postignute u kratkom vremenskom razdoblju, na primjer 1 sat. To se može odnositi na sve posebne postupke i rukovanje tokovima tereta unutar luke. Na primjer, tijekom kratkog vremenskog razdoblja, recimo nekoliko sati, učinkovitost iskrcaja kontejnera na pristaništu može iznositi 750 TEU-a po danu po vezu, dok tijekom razdoblja od nekoliko mjeseci odgovarajući učinak za isti vez može pasti na 400 TEU-a dnevno. Dugoročna stopa učinkovitosti važnija je u dizajnu lučkih instalacija. Povećanje

---

<sup>2</sup> Kap Hwan K., Hans-Otto G.: Container Terminals and Cargo Systems, Helmut Petri, Berlin Heidelberg, 2007., str. 7-8

učinkovitosti može se postići intervencijom u tri područja: ljudski resursi, tehnička pitanja i procedure upravljanja.<sup>3</sup>

### 2.3. VRSTE KONTEJNERSKIH TERMINALA

Kontejnnerski terminali mogu se podijeliti u dvije kategorije:

1. Gateway terminali
2. Hub terminali

Gateway terminali odnose se na terminale za prihvat „od vrata do vrata“ odnosno kontejner se jednim brodom prevozi izravno iz jedne luke u drugu.

Hub terminali odnosno pretovarni terminali rade na način da se vrši iskrcaj jednog kontejnera sa jednog plovila i utovar u drugo plovilo kako bi se završilo putovanje do konačnog odredišta, to jest kontejneri se iskrcavaju na jednoj lokaciji, ponovo ukrcavaju na drugo plovilo i prevoze do krajnje točke. Ovakvi terminali predstavljaju međulokaciju odnosno točku prijenosa u putovanju takvoga kontejnera.<sup>4</sup>

	Gateway	Hub
Broj luka	Dvije : luka polaska i luka dolaska	Tri : Luka polaska, međuluka i luka dolaska
Cijena	Relativno skuplje	Relativno jeftinije
Vrijeme	Relativno brže trajanje	Relativno sporije trajanje i moguća odgoda

**Tablica 1. Razlike Gateway i Hub terminala**

Izvor: <https://www.container-xchange.com/blog/transshipment/>

Također , moguća je i izvedba kombiniranog terminala gdje se koriste prednosti oba načina izvedbe kao što je to slučaj na kontejnerskom terminalu u Rotterdamu.

<sup>3</sup> Tsinker G.: Port Engineering , Planning , Construction, Maintenance , and Security, John Wiley & Sons, Inc. , Hoboken, New Jersey , 2004 , str. 15-16

<sup>4</sup> Ligteringen, H.: Ports and Terminals, Delft Academic Press, Leeghwaterstraat, 2017, str. 186-187

## 2.4. VELIČINE NAJVEĆIH KONTEJNERSKIH TERMINALA

PIANC (2014) razlikuje sljedeće kategorije veličine terminala:

- Mali terminal: manje od 250.000 TEU godišnje;
- Srednji terminal: 250.000 do 750.000 TEU godišnje;
- Veliki terminali: više od 750.000 TEU godišnje.<sup>5</sup>

Luka	Volumen 2021(mil. TEU)	Volumen 2020 (mil. TEU)	Volumen 2019 (mil. TEU)
Shangai	47.03	43.5	43.30
Singapore	37.49	36.6	37.20
Ningbo-Zhoushan	31.07	28.72	27.49
Shenzhen	28.77	26.55	25.77
Guangzhou Harbor	24.18	23.19	23.23
Busan	22.71	21.59	21.99
Qingdao	23.71	22.00	21.01
Hong Kong	17.8	17.95	18.30
Tianjin	20.27	18.35	17.30
Rotterdam	15.3	14.35	14.82

**Tablica 2. Prikaz veličine prometa u najvećim kontejnerskim lukama u svijetu**

Izvor: <https://www.worldshipping.org/top-50-ports>

<sup>5</sup> Ligteringen, H. : Ports and Terminals, Delft Academic Press, Leeghwaterstraat, 2017, str. 186

## 2.5. OPERATIVNI SUSTAV TERMINALA ( TOS)

Kako bi se maksimizirale performanse terminala i operativna učinkovitost na terminalu, potrebno je imati odgovarajući kompjuterizirani operativni sustav (TOS-Terminal Operating System). Operatori terminala koriste podatke iz ovog sustava kako bi optimizirali korištenje opreme na pristaništu i unutar kontejnerskog slagališta.

Također, ovaj sustav se može koristiti za upravljanje poslovnim transakcijama terminala , uključujući operacije vezane uz vrata terminala, izvješća o financijama, računovodstvu i upravljanju kao i produktivnosti terminala.

Ovaj sustav u stvarnom vremenu pruža ažurne podatke o događajima na cijelom terminalu i može pružiti odgovarajuće mjere povećanja produktivnosti, smanjenje izgubljenog vremena na dizalicama ili u slagalištu te može odmah reagirati na sve izvanredne događaje.

Korištenjem informacija ovoga sustava može se unutar minute brzo i jednostavno odrediti najbolji način za optimizaciju terminala kroz raspodjelu dvorišta i planova ukrcaja plovila zajedno sa optimizacijom resursa rada i opreme.

Ovaj sustav također može pomoći u uklanjanju izgubljenog slagališnog prostora, nepotrebnih premještaja kontejnera i opreme, izgubljenih kontejnera i smanjiti vremena zadržavanja. To se postiže korištenjem detaljne grafičke vizualizacije aktivnosti opreme slagališta, skladišta brodova i prostora za vez koji se prate u stvarnom vremenu uz mogućnost promjene opcija u bilo kojem trenutku.

Sustav može automatski predvidjeti vrijeme ukrcavanja i iskrcavanja plovila i upozoriti operatera na događaje koji bi mogli utjecati na obveze pružanja usluga, kao što je to vremenski osjetljiva isporuka klijentu ili prekrcaj na drugo plovilo.

Posljednje, ali ne manje važno iz ovoga se sustava može pomoću preglednika dobiti mnoštvo detaljnih povijesnih podataka o terminalu koji mogu bit vrlo korisni za preuređenje rasporeda i rada kontejnerskog terminala.<sup>6</sup>

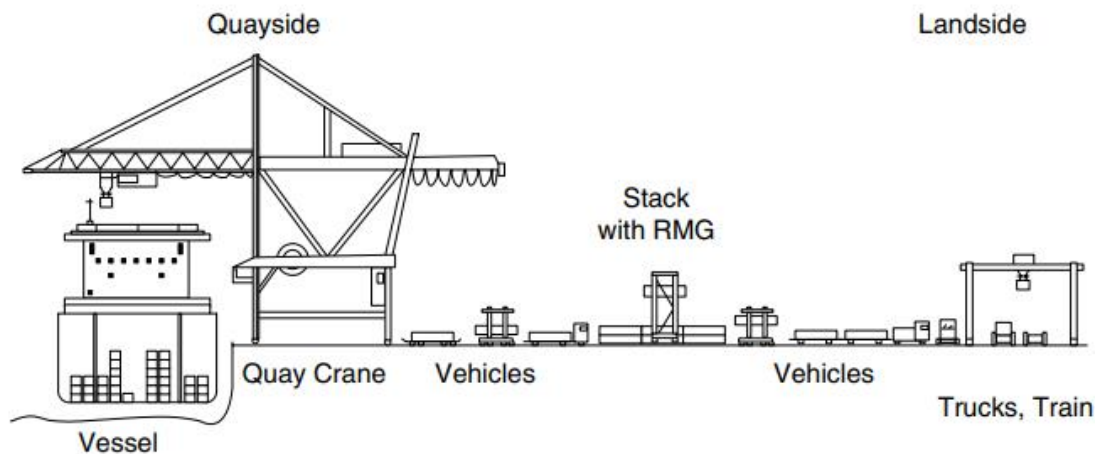
---

<sup>6</sup> Ligteringen, H.: Ports and Terminals, Delft Academic Press, Leeghwaterstraat, 2017, str. 208-209

### 3. KONTEJNERSKE OPERACIJE

Iako se kontejnerski terminali znatno razlikuju po veličini, funkciji, rasporedu, uglavnom se sastoje od istih operacija. Redoslijed operacija za prihvat kontejnera sa kopna na brod izgleda ovako:

1. Kontejner dolazi na terminal kamionom ili vlakom
2. Kontejner se identificira i ovjeruje sa svojim glavnim podacima kao što su to sadržaj kontejnera, odredište te za koji brod i brodsku liniju je namijenjen
3. Zatim ga se prikuplja sa transportnom opremom terminala i distribuira u skladište unutar terminala
4. Odgovarajuće mjesto skladištenja navedeno je bayom, redom i tierom i dodjeljuje se po dolasku kontejnera
5. Zatim se sa posebnim dizalicama kontejner premješta iz skladišta na otvoreno mjesto kako bi se nakon dolaska određenog plovila kontejner mogao ukrcati na brod
6. Operacije potrebne za prihvat kontejnera sa broda na kopno izvode se obrnutim redoslijedom<sup>7</sup>



**Slika 1. Sistem upravljanja kontejnerima na terminalu**

Izvor: Kap Hwan K., Hans-Otto G.: Container Terminals and Cargo Systems, Helmut Petri, Berlin Heidelberg, 2007., str. 13.

<sup>7</sup> Kap Hwan K., Hans-Otto G.: Container Terminals and Cargo Systems, Helmut Petri, Berlin Heidelberg, 2007., str. 5



### **3.1. RASPORED I TEHNIČKA OPREMA TERMINALA**

Sastoji se od različitih područja koja služe određenoj funkcionalnoj svrsi. Četiri glavne vrste područja su:

1. Pristanište za privez kontejnerskih brodova
2. Transportni prostor za prijevoz kontejnera unutar terminala
3. Slagalište
4. Prostor za kamione i vlakove za opsluživanje vanjskih kamiona i vlakova

Za rad terminala koristi se različita tehnička oprema. Dizalice su postavljene za upravljanje teretom na pristaništu i slagalištu. Kamioni ili automatski vođena vozila (AGV) obavljaju prijevoz kontejnera između područja terminala. Alternativno, portalni prijenosnici i automatske dizalice za kontejnere mogu izvesti transport kao i operacije slaganja u slagalištu.

#### **3.1.1. Područje pristaništa i dizalice pristaništa**

Obalno funkcionalno područje kontejnerskog terminala jest područje pristaništa gdje se vrši ukrcaj odnosno iskrcaj brodova. Radnje ukrcaja i iskrcaja kontejnera izvode STS (ship-to-shore) dizalicama to jest obalnim dizalicama. Umjesto kuke, opremljene su specijaliziranim alatom za rukovanje kontejnerima koji se naziva spreader odnosno hvatač kontejnera. Način rada spreader-a jest da se kontejner osigura pomoću mehanizma za zaključavanje koristeći zakretne zatvarače te se onda pomiče po mostu dizalice natrag do obale. Bitno je napomenuti da pri hvatanju kontejnera nagib broda mora biti što manji odnosno 0°. Međutim, imati odgovarajuće dizalice samo je jedan dio priče. Svaki kontejnerski terminal treba imati dobro uravnoteženu infrastrukturu kako bi se osiguralo da može prihvatiti svaki brod koji dolazi. S povećanjem kapaciteta i veličine samih brodova, terminali se također moraju opremiti odgovarajućom opremom. Da bi se prihvatili megabrodovi, obala mora biti dovoljno dugačka da u nju pristane brod i od 400 m. Velike dizalice nisu učinkovite sa malim brodovima, budući da veće udaljenosti podizanja, tehničkih problema i slaganja na obali mogu uzrokovati kašnjenja. STS dizalice određuju tempo za cijeli terminal te je njihova produktivnost iznimno važna za komercijalni uspjeh kontejnerskog terminala. Automatizacija tih dizalica i daljinsko upravljanje trenutno su glavni trendovi na tržištu.<sup>8</sup>

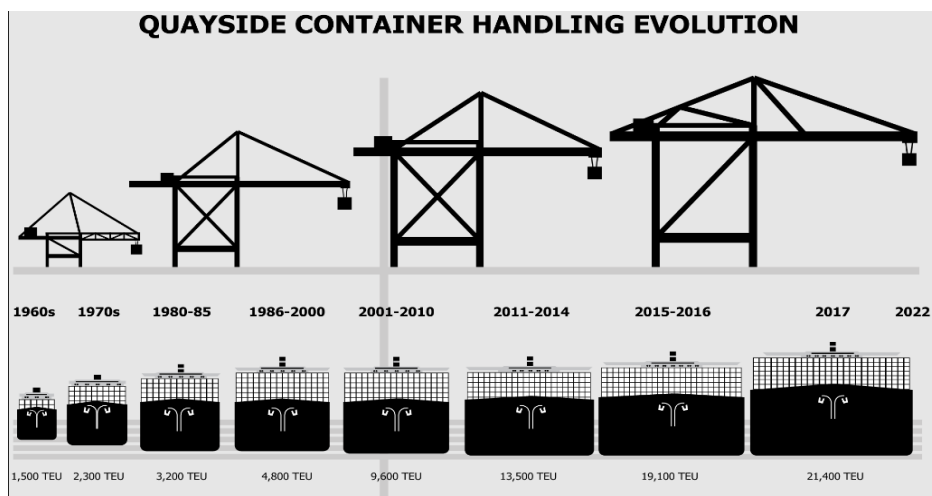
---

<sup>8</sup> Meisel F., Seaside Operations Planning in Container Terminals, Springer, Berlin, 2009, str. 10

STS dizalice koje se najčešće koriste dijele se prema nosivosti na:

1. Panamax (doseg hvatanja do 38 m)
2. Post-Panamax (doseg hvatanja do 45 m)
3. Super-Post Panamax (doseg hvatanja do 53 m)
4. Megamax (doseg hvatanja preko 53 m)

Na sljedećoj slici također, može se uočiti kako su se dizalice razvijale sukladno sa povećanjem nosivosti i samih kontejnerskih brodova.



Slika 2. Evolucija obalnih dizalica na kontejnerskom terminalu.

Izvor: <https://www.konecranes.com/discover/how-to-unload-container-megaship>

Za transport kontejnera od rive do skladišnog prostora na terminalu postoji nekoliko opcija, ovisno o veličini i propusnosti terminala i o preferencijama njegova operatera. Danas se najčešće koriste :

1. Portalni prijenosnici
2. Specijalizirani viličari
3. Prednji i bočni hvatači te autodizalice
4. Automatska vozila za kontejnere.<sup>9</sup>

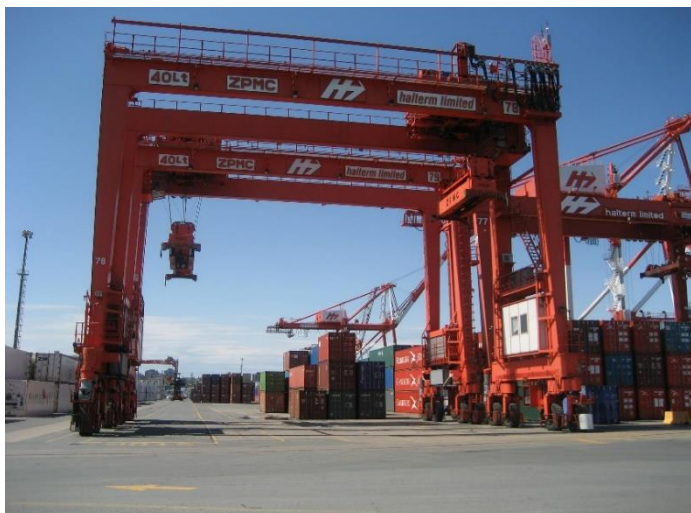
<sup>9</sup> Meisel F. , Seaside Operations Planning in Container Terminals, Springer , Berlin , 2009, str. 11

### 3.1.2. Portalni prijenosnici

Dijele se na:

1. Portalni prijenosnici velikog raspona
  - 1.1 Kretanjem na kotače (RTG – RUBBER TYRED GANTRY)
  - 1.2 Kretanjem po tračnicama (RMG- RAIL MOUNTED GANTRY)
2. Portalni prijenosnici malog raspona

Prebacuju kontejnere unutar luke, ukrcavaju i iskrcavaju kamione sa prikolicom i slažu kontejnere unutar terminala. Nakon što obalne dizalice iskrcaju kontejnere s brodova na slagalište terminala, portalni prijenosnici transportiraju kontejnere do odgovarajuće lokacije. Prednost portalnih prijenosnika je ta što i im nisu potrebne dodatne dizalice i viličari za podizanje kontejnera već su opremljene hvatačem kontejnera te same vrše podizanje i spuštanje. Prijenosnici velikog raspona mogu opsluživati do 15 redova kontejnera složenih 3 do 4 reda u visinu. Dok, oni manjeg raspona 1 red složenih također 3 do 4 reda u visinu. Nedostaci ipak, su skupo održavanje i cijena i potrebno dobro istrenirano osoblje za upravljanje.<sup>10</sup>



**Slika 3. Portalni prijenosnik velikog raspona raspona**



**Slika 4. Portalni prijenosnik malog raspona**

Izvor3:<https://www.ajot.com/news/konecranes-launches-its-a-strad-automated-straddle-carrier>

Izvor4:<https://transportgeography.org/contents/chapter6/port-terminals/overhead-rubber-tired-gantry-crane/>

<sup>10</sup> Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 70-71

### 3.1.3. Čeoni i bočni hvatači kontejnera

Čeonim hvatačem moguć je transport većina kontejnera te doseže od 3 do 5 kontejnera u visinu ovisno o izvedbi. Nosivosti su od 300 do 500 kN, a nedostatak im je taj što se oštećenja kontejnera češće dešavaju korištenjem ove opreme za razliku od ostalih.

Bočnim hvatači sa druge strane približno su iste nosivosti međutim prednost im je ta što su iznimno okretni i mobilni te se koriste u više namjena. Nedostatak im je moguć nastanak problema u preciznosti zbog težišta cijelog sustava, a potreban im je i širi manipulativni prostor.<sup>11</sup>



Slika 5. Čeoni hvatač kontejnera



Slika 6. Bočni hvatač

Izvor 5.: <https://www.kalmarglobal.com/equipment-services/masted-container-handlers/loaded-container-handlers-DCF/> Izvor6: <https://euomarkt.hr/isporuke/bocni-vilicar-battioni-e-pagani-isporucen-u-fabema-metale-d-o-o/>

### 3.1.4. Automatski vođena vozila

Dijele se na :

1. Automatsko vođena vozila (Automated Guided Vehicle (AGV))
2. Automatsko vođeno vozilo sa dizalicom : Lift Automated Guided Vehicle (Lift-AGV)

Automatizirano vođena vozila mogu prevoziti kontejnere između pristaništa i slagališta koristeći različite senzore i sustave za pozicioniranje za orijentiranje i upravljanje u svim smjerovima. Gotovo su isključivo električni s punjenjem od oko 6 do 8 sati i načinom

<sup>11</sup> Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 73

rada isključenog napajanja kada se ne koriste. Rad je potpuno automatiziran, precizan i brz te nosi kontejnere veličine 20, 40 i 45 stopa.<sup>12</sup>



**Slika 7. Automatska vođena vozila**

Izvor: <https://blazecut.com/case-studies/automated-guided-vehicles/>

Od skladišnog prostora do prostora za ukrcaj i iskrcaj kamiona ili vlakova obavlja se istom opremom. Na primjer, na terminalu gdje se primjenjuju portalni prijenosnici, oni dovoze i postavljaju kontejnere na kamione.

#### **4. SLAGALIŠTE I VRATA TERMINALA**

Slagalište kontejnera predstavlja privremenu skladišnu zonu u kojoj se nalaze kontejneri koji čekaju da ih se ukrca na kontejnerski brod dostupan za utovar ili da ih se ukrca na kamione ili neke druge načine prijevoza za distribuciju na kopno. Što su kontejnerski brodovi veći, potrebno je i veće slagalište za kontejnere. Slagalište može biti raspoređeno prema

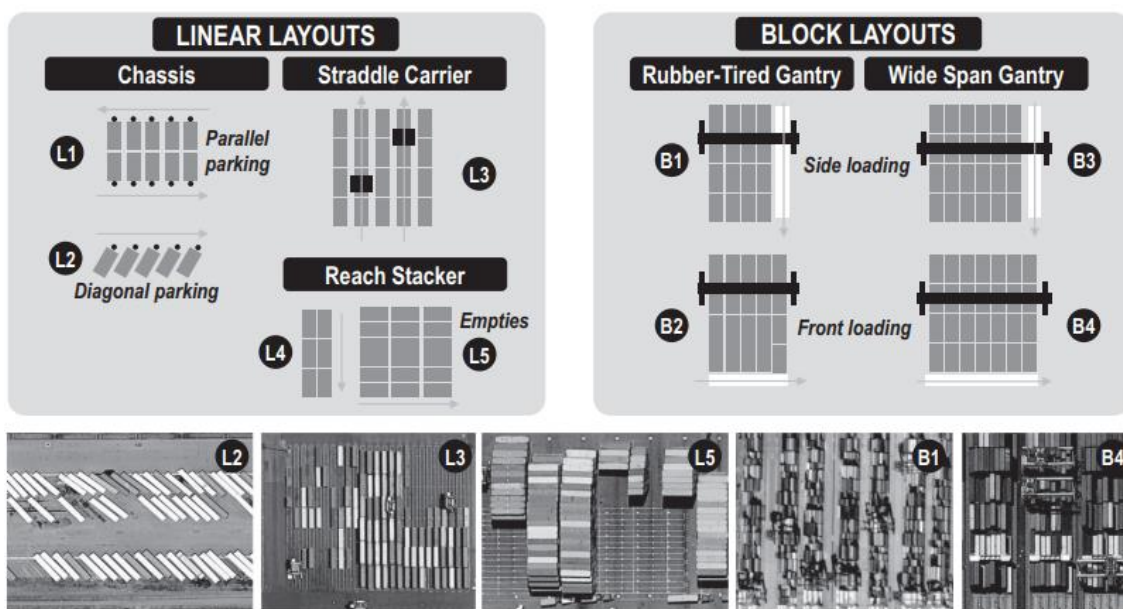
---

<sup>12</sup> Kap Hwan K., Hans-Otto G.: Container Terminals and Cargo Systems, Helmut Petri, Berlin Heidelberg, 2007.

1. Brodskim ( export ) stokovima
2. Kopnenim ( import ) stokovima kontejnera.

Na kontejnerskim terminalima gdje operiraju više brodara hrpe se mogu raspodijeliti sukladno tome.

Gustoća slaganja kontejnera za skladištenje varira ovisno o odabranoj opremi i konfiguraciji slagališta . Za linearne konfiguracije rasporeda, kontejneri se pohranjuju najčešće na stokove od dva ili tri kontejnera u visinu preko kojih mogu operirati portalni prijenosnici manjeg raspona. U slučaju blok konfiguracije koriste se portalni prijenosnici velikog raspona na kotače i na tračnice koji omogućavaju veću gustoću skladištenja od najmanje četiri do osam kontejnera poprečno ako ne i više i pet kontejnera u visinu. Veća gustoća slaganja također zahtjeva i dodatno premještanje i ponovno rukovanje kontejnerima što zahtjeva učinkovite sustave upravljanja slagalištem. Redovi kontejnera mogu biti paralelni ili okomiti na pristanište ovisno o konfiguraciji i operacijama terminala.<sup>13</sup>



**Slika 8. Konfiguracija slagališta terminala**

Izvor: Notteboom, T., Pallis A., Rodrigue J.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, 2022

<sup>13</sup> Notteboom, T., Pallis A., Rodrigue J.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, 2022, str. 231

## **Vrata terminala**

Vrata predstavljaju ulaznu i izlaznu točku terminala gdje je i na pojedinim velikim kontejnerima moguće rukovanje i do 25 kamiona. Vozači kamiona kako bi preuzeli ili dostavili kontejnere moraju priložiti odgovarajuću dokumentaciju odnosno teretnicu kako bi operater mogao identificirati i provjeriti odgovarajući kontejner za uvoz/izvoz. U novije doba sa zakazanim terminima dovoljno je samo provjeriti identitet vozača, kamiona kontejnera i prikolice koji su svi registrirani.<sup>14</sup>

## **5. AUTOMATIZIRANI KONTEJNERSKI TERMINAL**

Automatizacija terminala je potpuna ili djelomična zamjena operacija terminala putem automatizirane opreme i procesa. Uspješan i besprijekoran rad automatiziranog kontejnerskog terminala uvelike ovisi o točnosti podataka kao što su pojediniosti o kontejneru, identitet broda, pozicioniranje i slično. Dijeli se na dvije vrste:

1. Potpuno automatizirani terminal
2. Polu-automatizirani terminal

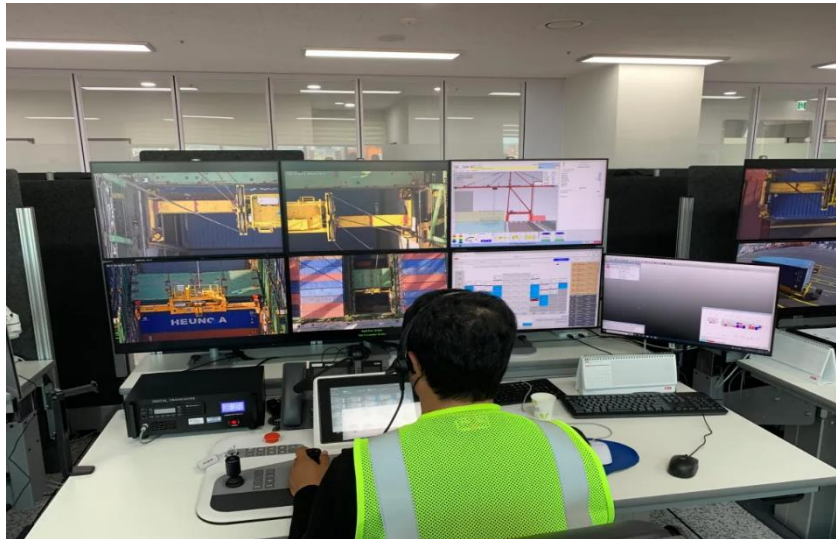
Razlika između njih je ta što potpuno automatizirani terminal koristi računalni sustav za rukovanje kontejnerom od pristaništa do mjesta preuzimanja, daljinski upravljana vozila i dizalice od broda do pristaništa te automatiziranu opremu za slaganje u dvorištu.

Sa druge strane polu-automatizirani terminal koristi samo automatizirano slaganje kontejnera u dvorištu. Broj ovakvih terminala je relativno mali u usporedbi sa uobičajenim kontejnerskim terminalima te su krajem 2020. činili oko 7 % kontejnerskih terminala u svijetu. Automatizacija se može postići u jednom ili u sva četiri glavna funkcionalna područja na terminalu :

1. Od broda do pristaništa – Korištenjem daljinski upravljanih STS dizalica kao što je to na kontejnerskom terminalu u Busanu, Južna Koreja

---

<sup>14</sup> Notteboom, T., Pallis A., Rodrigue J.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, 2022, str. 232



**Slika 9. Daljinsko upravljanje obalnom dizalicom**

Izvor: <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part3/terminal-automation/remotely-operated-crane-busan-container-terminal/>

2. Od pristaništa do slagališta – Automatizacija u ovom području uključuje automatizirano vođena vozila (AGV), automatizirane terminalske traktore kao što je to na kontejnerskom terminalu u Hamburgu, Njemačka
3. Slagalište– Korištenjem automatiziranih slagališnih dizalica ( ACS – automatic stacking cranes). U nekim slučajevima kao na terminalu u Hamburgu mogu se koristiti automatske slagališne dizalice različitih dimenzija koje omogućavaju prolazak jedna ispod druge što im dozvoljava istovremeni rad.
4. Prostor za kamione i vlakove – U ovom području pod automatizacijom se podrazumijeva automatizirani ulaz i izlaz koristeći automatizirana vrata. Sustavi automatiziranih vrata široko su rasprostranjeni zbog značajnih prednosti koje pružaju za pristup terminalu. Trebaju imati dokumentaciju dostavljenu elektronički prije preuzimanja ili predaje terminalu, što poboljšava vrijeme obrade i smanjuje rizik od pogrešaka njihova kašnjenja. Oslanjaju se na optičko prepoznavanje i identifikaciju podataka o dolaznim i odlaznim kontejnerima. Fotografije kontejnera i opreme također mogu biti automatski uzeti i pohranjeni čime se značajno ubrzalo vrijeme ulaza, što je uobičajena prepreka u radu terminala. Nadalje vozači kamiona mogu koristiti mobitel za zakazivanje preuzimanja ili dostavljanja kontejnera što omogućuje bolje razumijevanje vremena



pristupa ulazu terminala i povećanu frekvenciju distribucije kontejnera unutar terminala.<sup>15</sup>



**Slika 10. Sustav automatiziranih vrata u Batangasu, Filipini**

Izvor: <https://www.portcalls.com/batangas-container-terminal-switches-to-fully-automated-gates/>

## **5.1 PREDNOSTI AUTOMATIZACIJE**

Efikasnost se drastično povećava jer se pogreške značajno smanjuju ili čak potpuno izbjegavaju. Također, sigurnost ljudi uvelike je povećana jer su ljudi manje izloženi jer se nalaze u sigurnom području tijekom upravljanja i nadziranja automatiziranih sustava. Nadalje, pošto većina automatiziranih sustava radi uz pomoć struje dolazi do značajnog smanjenja zagađenja zraka te smanjenje troškova terminala.

Dizalice se mogu koristiti pri sigurnim, većim brzinama kada se njima upravlja daljinski te nude osobama koje upravljaju njima bolje radne uvjete od skućenog prostora unutar kabine dizalice, a automatizirana vozila se planski programiraju za voženje optimalnom rutom, izbjegavajući neproduktivne vožnje.

---

<sup>15</sup> Notteboom, T., Pallis A., Rodrigue J.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, 2022, str. 268

Pri istraživanju došlo se do zaključka da će u usporedbi sa konvencionalnim terminalima operativni troškovi automatiziranih terminala biti manji za oko 20 % dok će se radna učinkovitost povećati za 30 %.

## **NEDOSTATCI AUTOMATIZACIJE**

Kao jedan od glavnih usporivača razvoja automatizacije jest gubitak radnih mjesta. Iako je to potpuno neizbježno, osobe koje su već zaposlene na određenom terminalu mogu biti dodatno kvalificirane i korištene za drugačije zadatke.

Još jedan od problema automatizacije jest kvar opreme koji dovodi do stvaranja gužvi u cijelom prometu pa bi tako morali postojati i planovi koji će osigurati da bi se izbjegle ozbiljne posljedice u slučaju kvarova.

Budući da se cijeli proces automatizacije provodi elektronskim i internetskim putem kibernetička sigurnost mora biti na visokom nivou.<sup>16</sup>

## **5.2.RAZLIKE IZMEĐU KONVENCIONALNIH I AUTOMATIZIRANIH TERMINALA**

KONVENCIONALNI	AUTOMATIZIRANI
1.Uvelike se oslanja na ručni rad, lučke radnike operatere dizalica, vozače kamiona, viličara	1. Oslanja se na najnoviju tehnologiju kao što su automatizirane dizalice, kamioni i druga oprema i sistemi
2. Radnje su uobičajeno sporije i manje učinkovite zbog velikog oslanjanja na ručni rad	2. Operacije su obično brže i učinkovitije zahvaljujući upotrebi automatizacije
3. Troškovi rada mogu biti visoki jer je potrebno mnogo radnika da terminal radi nesmetano i neprestano	3. Troškovi rada su manji, zbog manje potrebe radnika koji upravljaju i operiraju terminalom

<sup>16</sup> Menon H. : "What Are Automated Container Terminals?", 8.5.2023., <https://www.marineinsight.com/ports/what-are-automated-container-terminals/>, (20.6.2023.)

4. Raspored i dizajn terminala su manje učinkoviti budući da su građeni za prilagodbu ručnom radu	4. Dizajn i raspored terminala je optimiziran za što veću učinkovitost jer su građeni sa idejom automatizacije
---	--

**Tablica 3. Usporedba konvencionalnih i automatiziranih terminala**

Izvor: Notteboom, T., Pallis A., Rodrigue J.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, 2022

## 6. RO-RO TERMINALI

Terminal na kojem se upravlja RO-RO brodovima predstavlja RO-RO lučki terminal. RO-RO brodovi su posebno dizajnirani brodovi za prijevoz automobila, kamiona, prikolica i nekoliko različitih vrsta tereta na kotačima. Razne vrste tereta na kotačima dovoze se i odvoze na RO-RO brod korištenjem vlastitog pogona ili pomoću nekih od lučkih namjenskih vozila poput vozila za prijevoz prikolica i sličnih. Većina RO-RO brodova koriste se za kratke relacije plovidbe, imaju ugrađene rampe koje podržavaju funkcije ukreaja i iskreaja tereta na kotačima na terminal. RO-RO plovila posebno zainteresiraju brodare koji preferiraju bržu dostavu uz malo više troškove transporta. U moderno doba, mnoge brodarske tvrtke privlače RO-RO terminali i ulaganja u njih zbog nekoliko jedinstvenih prednosti kao što su brže vrijeme isporuke, pouzdaniji brodovi te pojednostavljeni logistički lanac.<sup>17</sup>

Vrste RO-RO brodova koje pristaju na terminale

Sadašnja RO-RO flota može se podijeliti u dvije glavne kategorije :

1. RO-RO putnički brodovi
2. RO-RO teretni brodovi

Klasifikacija RO-RO putničkih brodova

1. RO-RO brodovi – dizajnirani su za prijevoz vozila i manje od 12 putnika. Teret se obično ukrcava kroz krmenu rampu, koja je općenito na razini glavne palube.
2. RO-RO putnički brodovi - dizajnirani su za prijevoz više od 12 putnika. Palube su velike, a kapaciteti za putnike ograničeni. Poznatiji su i kao ROPAX brodovi.

<sup>17</sup> How a Discrete event simulation model can relieve congestion at a RORO terminal gate system, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Švedska, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:911878/FULLTEXT02.pdf>, (20.6.2023.)

3. PAX-CAR brodovi – imaju odgovarajuće putničke kapacitete i pogodni su za duže rute. Posebnost ovih brodova je ta što je njihovo nadgrađe punom dužinom namijenjeno za smještaj putničkih kabina i prostora , dok je prostor ispod nadgrađa određen za RO-RO teret.
4. Cruise brodovi – imaju kabine za sve putnike. RO-RO palube su male i osobna vozila zauzimaju veliki dio RO-RO prostora

#### Klasifikacija RO-RO teretnih brodova

RO-RO brodovi dizajnirani za prijevoz teretnih vozila i kontejnera. Ovi RO-RO teretni brodovi su dizajnirani za prijevoz svih vrsta vozila bez putnika uključujući kontejnere, kamione, generalni teret, kombije, autobuse itd.

Mogu se podijeliti na :

1. Brodove za prijevoz isključivo automobila ( Pure car carriers ) – dizajnirani samo za prijevoz automobila bez putnika
2. Brodove za prijevoz isključivo automobila i kamiona ( Pure car and truck carriers ) – dizajnirani kombinirani prijevoz bilo kojeg vozila na kotače , uglavnom automobila i kamiona
3. Brodovi za prijevoz velikog broja automobila i kamiona ( Large car and truck carriers ) – dizajnirani za smještaj više od 8000 jedinica
4. Post-panamax brodovi za prijevoz automobila – duljina plovila ostala je oko 200 metara , ali se širina povećala na oko 35.5 do 36.5 metara što pridodaje većoj fleksibilnosti prijevoza, veću raznolikost i veći kapacitet
5. CON-RO – dizajnirani za prijevoz vozila te kontejnera. Ova plovila prevoze kontejnere na palubi dok se RO-RO teret prevozi ispod palube . RO-RO teret se ukrcava pomoću krmene rampe dok se kontejneriziran teret ukrcava pomoću obalnih ili brodskih dizalica.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Todorov D. : RO-RO Handbook: A Practical guide to Roll-on Roll-off cargo ships, Schiffer Publishing, Ltd., 2016

## 6.1. PODJELA RO-RO TERMINALA

Postoji nekoliko vrsta RO-RO terminala , a svaki je dizajniran za rukovanje različitim vrstama tereta i količinama.

1. Čisti odnosno isključivo RO-RO terminali
2. Terminali za prihvat isključivo Pure Car and Truck Carriers ( PCTC ) – ovi terminali su dizajnirani za prihvat i rukovanje novim vozilima , kao što su to automobili i kamioni
3. Višenamjenski RO-RO terminali – na ovim terminalima se rukuje raznim vrstama tereta, uključujući vozila, kontejnere te rasuti teret
4. Trajektni ili ROPAX terminali – ovi terminali služe za prihvat osobnih vozila i putnika za uobičajeno kratka pomorska putovanja
5. RO-RO kontejnerski terminali – ovi terminali rukuju kontejnerima i RO-RO jedinicama koji se uobičajeno zajedno prevoze na CONRO vrsti RO-RO broda ( RO-RO brod koji ima mogućnost prijevoza i kontejnera i RO-RO tereta )<sup>19</sup>

RO-RO jedinice

Ukrcaj tereta na plovilo različitim metodama, uključujući:

1. Cestovna vozila koje koriste vlastiti pogon – u velikoj većini čine teret na RO-RO brodovima, mogu biti raznih veličina i dimenzija te predstavljaju najlakši ukrcaj jer koriste svoj pogon
2. Prikolice koje se koriste u cestovnom prometu - njima se obično prevozi raznovrsni generalni teret, a ostavljaju se na predviđenim mjestima unutar luke te se onda pomoću specijaliziranih vozila otpremaju na brod
3. RO-RO prikolice- niske prikolice , jake konstrukcije, mogu se složiti jedna na drugu i zajedno transportirati te zauzimaju manje mjesta od klasičnih kada su potpuno nakrcane
4. Viličare- uobičajeno se koriste za manipulaciju paletiziranog tereta na manjim relacijama, a mogu i upravljati mnogim vrstama tereta zbog mogućnosti korištenja različite prekrcajne opreme

---

<sup>19</sup> Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 166-167

5. Specijalizirane transportne sustave prilagođene jedinstvenim karakteristikama tereta poput „tugmastera“ odnosno specijalnih tegljača koji služe za transport prikolica<sup>20</sup>

## **7. OBILJEŽJA RO-RO TERMINALA**

Planiranje RO-RO terminala zahtijeva pažljivo razmatranje nekoliko čimbenika kako bi se omogućila te osigurala funkcionalnost, efikasnost i kompatibilnost terminala sa obližnjom logističkom infrastrukturom. Pri planiranju treba uzeti u obzir sljedeće stavke :

### **7.1. DIZAJN**

Dizajn RO-RO terminala igra važnu ulogu zbog samog odabira željenih RO-RO plovila koji će koristiti taj terminal te zbog korištenja prednosti velike brzine usluge prijevoza. Dizajn RO-RO terminala ovisiti će o broju RO-RO brodova koji svakodnevno posjećuju lučki terminal. Terminale treba planirati kako bi se smanjilo vrijeme čekanja brodova na pomorskim čvorovima ubrzavanjem operacija utovara i istovara. Minimaliziranje vremena ovih operacija igra značajnu ulogu u održavanju velike brzine usluge prijevoza. Prostor za ukrcaj RO-RO terminala mora biti projektiran prema plovilima koji dolaze u luku i njihovom obrascu utovara i istovara. RO-RO brodovi su u principu dizajnirana na dva načina :

1. Ukrcaj i iskrcaj tereta na kotačima preko jedne rampe, tj. u jednom smjeru koji se onda unutar broda raspoređuju po palubama
2. Ukrcaj i iskrcaj tereta na kotačima se u jednom smjeru ukrcava dok se u drugom smjeru iskrcava.

Kopneni dizajn RO-RO terminala ovisi o prometnim tokovima i količini tereta koji dnevno prođe kroz terminal.

Dizajn kopnenih operacija na terminalu temelji se na broju vozila koji posjećuju luku kako bi se zadovoljila određena količina potražnje. RO-RO terminal treba osigurati sigurne uvjete poput održavanja skladišta, mjesta za skladištenje rashlađenog tereta, opasnog tereta, itd. Tijekom funkcije ukrcaja ili iskrcaja ove vrste tereta mogu se prevesti na/s broda uz pomoć terminalnih vozila i prikolica koje su namjenski napravljene za prijevoz. Uz sve usluge koje

---

<sup>20</sup> Shafran D. : „What are RO-RO ships?“ , <https://maritimepage.com/what-are-ro-ro-ships/> , ( 21.6.2023)

pruža RO-RO terminal, ROPAX terminal treba održavati putnički terminal koji omogućuje sve sadržaje za putnike i osigurati mjesto za parkiranje automobila

Uobičajeni elementi u rasporedu terminala za RO-RO brodove su sljedeći:

1. Iskrcaj prikolica je koncentriran na jednom mjestu, obično na krmi ili na pramcu plovila. Ovo određuje konfiguraciju pristaništa.
2. Maksimalan broj prikolica (i ostalih vozila u slučaju ro-ro broda) koji može biti uzeti na brod, mora biti parkiran na uredan način, blizu mjesta utovara. Istovarene prikolice također trebaju parkirni prostor a, ukupna površina za parkiranje može biti dvostruko veća od potrebne površine.

Također postoje razlike između RO-RO putničkih i RO-RO terminala:

1. Minimiziranje vremena usluge je za trajekt još važnije nego za RO-RO brod, s obzirom na relativno kratko vrijeme plovidbe trajekta i gust raspored. Zbog toga je RO-RO putnički vez često dizajniran na poseban način kako bi se smanjilo vrijeme veza, dok je vez RO-RO broda usporediv s vezom kontejnerskih brodova.
2. RO-RO putnički terminali trebaju objekte za putnike, uključujući zgradu terminala i odvojene pristupni mostove do broda.
3. Treća važna razlika je uzrokovana činjenicom da RO-RO putnička linija u većini slučajeva posjeduje i upravlja terminalima s obje strane, dok RO-RO brodske linije pristaju u više luka tijekom jednog putovanja, gdje terminalom upravlja luka ili posebna tvrtka.<sup>21</sup>

## 7.2. SUSTAV VRATA I SLAGALIŠTE VOZILA

RO-RO terminal može se promatrati kao kontinuirani sustav koji se sastoji od nekoliko podsustava i funkcionalnih cjelina koji će biti objašnjeni u nastavku.

Sustav vrata terminala uključuje šaltere za prijavu i odjavu, ulazna i izlazna vrata, objekte za skeniranje te graničnu kontrolu gdje je to primjenjivo. Sustav vrata stoga djeluje kao sučelje između mjesta terminala i jedan je od najvažnijih objekata RO-RO terminala. Broj vrata

---

<sup>21</sup> How a Discrete event simulation model can relieve congestion at a RORO terminal gate system, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Švedska, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:911878/FULLTEXT02.pdf>, (20.6.2023.)

i optimalni raspored vrata određeni su prema prometnom toku koji će se odvijati za vrijeme najvećih gužvi na terminalu. Sustav je podijeljen u dvije vrste na temelju njihove lokacije tj. ulazni i izlazni prostor lučkog terminala. Ulazni sustav postavljen je na ulaz u lučki terminal, a izlazni sustav je na izlazu iz luke terminala. Usluge na različitim sustavima vrata na RO-RO terminalu navedene su u nastavku:

Ulazni sustav:

1. Identifikacija vozila
2. Detekcija oštećenja kontejnera
3. Duljina, širina i visina kontejnera ( Profiliranje vozila)
4. Smjer vrata kontejnera
5. Prijava na terminal
6. Masa kontejnera
7. Odredba mjesta za parkiranje
8. Identifikacija broja kontejnera ( ISO kod)
9. Ručna provjera relevantnih dokumenata
10. Prepoznavanje oznaka opasnog tereta

Izlazni sustav:

1. Identifikacija vozila
2. Istraživanje ukoliko postoje oštećenja na kontejnerima
3. Carinska provjera
4. Provjera potrebnih dokumenata
5. Identifikacija broja kontejnera<sup>22</sup>

### **7.3. SLAGALIŠNE POVRŠINE**

U slagališnom prostoru RO-RO terminala privremeno su parkirane utovarne jedinice. Parametri skladišnog prostora uključuju ukupnu površinu, broj vozila i površinu slagališta te

---

<sup>22</sup> How a Discrete event simulation model can relieve congestion at a RORO terminal gate system, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Švedska, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:911878/FULLTEXT02.pdf> , (21.6.2023.)



prosječno vrijeme tranzita u danima. Broj parkirnih mjesta usko je povezan opsegu prometa i vremenu zadržavanja tereta za utovar. Što je veći promet i prosječno vrijeme zadržavanja, potrebno je više skladišnog prostora. Parkirna mjesta na RO-RO terminalima često su uređena sa određenim kutom kako bi bila omogućena što bolja iskoristivost prostora. Općenito, skladišni prostori mogu biti podijeljeni na uvozna i izvozna područja.<sup>23</sup>



**Slika 11. Izgled rasporeda RO-RO terminala u luci Kopar**

Izvor: <https://www.vesselfinder.com/news/14717-New-investments-at-Port-of-Koper-to-facilitate-car-terminal-operations-and-increase-productivity>

#### **7.4. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA PRISTANA**

Duljina broskog pristana ovisi o duljini brodova koji se mogu očekivati da će obavljati operacije prekrcanja na terminalu. S obzirom da je najveći broj RO-RO brodova koji pristaju uz terminal opremljen krmenom aksijalnom rampom, duljina pristana nema presudnu ulogu. RO-RO terminal ima jedan ili više vezova za brodove. Budući da je većina RO-RO brodova

<sup>23</sup> Krüger S., Schulze M., Jahn C., : Potential of container terminal operations for RoRo terminals, Econstor, 2022., str. 7

opremljena sa rampama, brod se mora vezati kako bi omogućio nesmetan rad rampe koja može biti i pod određenim kutom. Brodska rampa služi kao „most“ između broda i kopna.<sup>24</sup>

## **7.5. PRIJEVOZNO-PREKRCAJNA SREDSTVA NA RO-RO TERMINALU**

Odabir prikladne vrste, broja, tipa sredstava za upravljanje teretom na terminalu ovisi o sljedećim stavkama:

1. Veličini terminala
2. Prometnim granama koji se susreću na terminalu
3. Kapacitetu terminala
4. Karakteristikama prijevozno-prekrcajnih sredstava<sup>25</sup>

### **7.5.1. TERMINALNI TRAKTORI**

Najčešća prijevozno-prekrcajna sredstva na RO-RO terminalu jesu terminalni traktori odnosno vozila posebno dizajnirana za transport prikolica unutar RO-RO terminala te broda.

Karakteristike:

1. Kompaktan razmak osovina koji im omogućuje manevriranje u ograničenim prostorima
2. Mogućnost automatskog zaključavanja prikolica iz područja kabine operatera
3. Prostorno učinkovit dizajn kabine, namijenjen za smještaj jednog vozača.
4. Mogućnost otvaranja stražnjih vrata koja omogućuju vozaču pristup priključcima prikolice bez penjanja/silaska sa vozila
5. Dizelski motori koji štede gorivo dizajnirani posebno za vožnju malim brzinama na kratkim udaljenostima. Rjeđe se koriste električni motori.
6. Pojednostavljeni mjenjač brzina, obično automatski i s tipkama
7. Prostrana vjetrobranska stakla i prozori što omogućuju vozaču pogled od 360° u svakom trenutku<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> Dundović Č. Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 180

<sup>25</sup> Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 181

<sup>26</sup> Large Lift Trucks: „Exactly what is a terminal tractor, anyway?“, 5.7.2021.,  
<https://blog.largeliftrucks.com/what-is-a-terminal-tractor/>, (22.6.2023.)

Obilježja jednog od terminalnih traktora:

U ovom slučaju to je terminalni traktor tvrtke MOL, model traktora YM220/4x2

Kabina – mogućnost upravljanja jedne osobe , upravljanje traktorom obavlja se sa desne strane, sigurnosno staklo te dobra vidljivost, pod pokriven materijalima za ublaživanje buke

Peti kotač – Hidraulički upravljani pomoću dva hidraulična cilindra, kapacitet 34000 kg

Motor – Električni motor , 157 kW (214 HP) , 6 cilindara

Mjenjač – Automatski mjenjač, 5 brzina, 4 naprijed 1 unazad

Tank goriva – 1 tank, kapaciteta 200 litara

Maksimalna brzina bez tereta – 36 km/h



**Slika 12. Terminalni traktor**

Izvor: <https://www.truck1.sg/material-handling-equipment/terminal-tractors/mol-ym220-4x2-a4112668.html>

## 7.6. RAMPE

RO-RO rampe mogu biti različite izvedbe i strukture. Rampa može biti brodska, obalna i mosna. Na terminalima odnosno pristaništima gdje je varijacija visoke i niske vode veća od 1,5 metara ugrađuju se obalne rampe . Rampa predstavlja kosinu između normalne površine terminala i vanjske prednje strane zida na koji se može nasloniti obalni kraj brodske rampe. Obalne rampe podijeljene su u dvije kategorije :

1. Klasa A
2. Klasa B

Podjela se odnosi na razini prihvaćanja iznad linije vode, a širina rampe ovisi o širini najvećeg broda za kojeg je namijenjena.

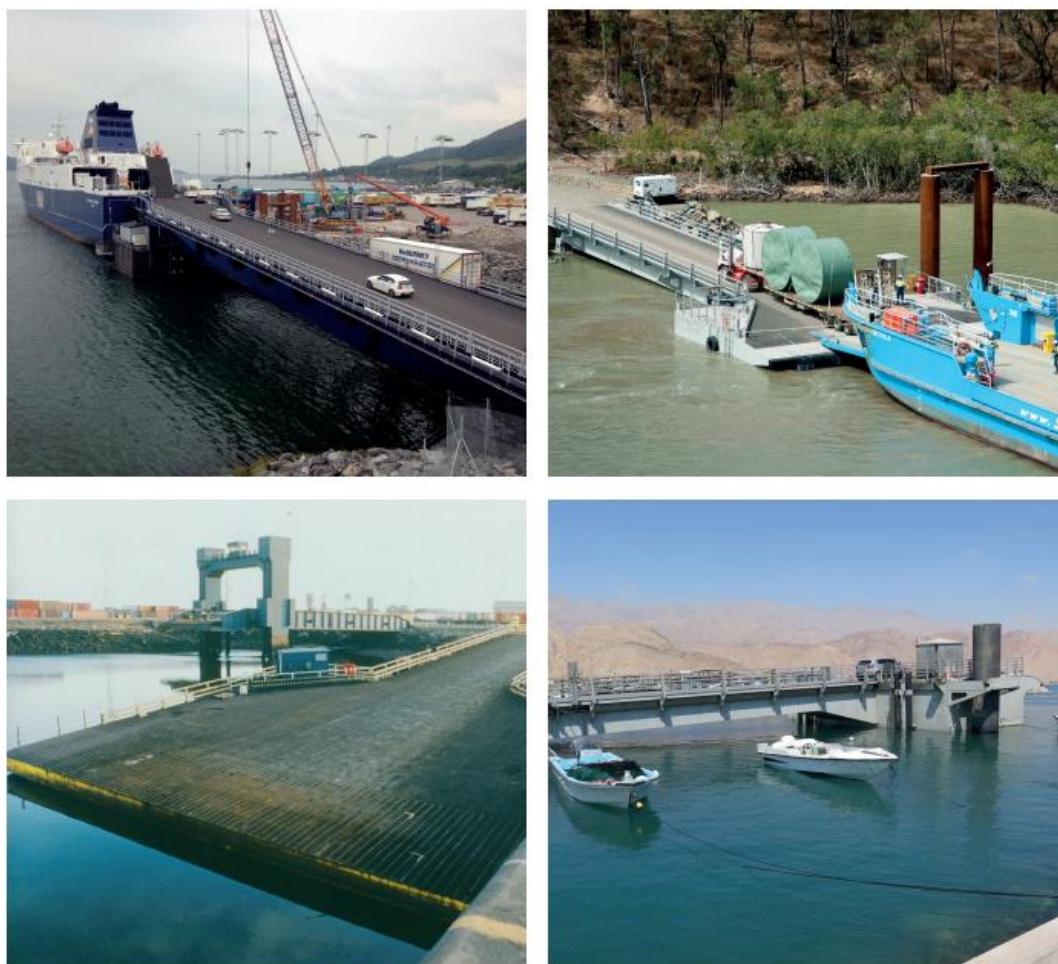
U slučaju gdje je varijacija plime i oseke veća od 1,5 m, potreban je sustav mosta između rampe broda i kopna. U upotrebi su različiti koncepti, opet ovisno o lokalnim uvjetima.

Izvedbe mostova koje se koriste jesu :

1. Mosne pomične rampe
2. Polu-uronjene rampe
3. Rampa s pontonom za prihvat dva broda istodobno
4. Rampa za ukrcaj i iskrcaj vozila i željezničkih vagona
5. Plutajuća otklonjena rampa
6. Plutajuća aksijalna rampa
7. Mosna rampa portalnog tipa
8. Prilagodljiva rampa obalnog tipa<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 172-179



**Slika 12. Različite izvedbe mostova**

Izvor: [https://www.macgregor.com/globalassets/tts/product-sheets/linkspan-folder\\_new.pdf](https://www.macgregor.com/globalassets/tts/product-sheets/linkspan-folder_new.pdf)

## 7.7. LUKA ANTWERPEN-BRUGES

Prema podacima sa službene stranice luke<sup>28</sup>, luka Antwerpen-Bruges primila je 3 milijuna novih automobila u 2022., što je čini najvećom RO-RO lukom na svijetu. Ovuda prolaze automobili svih najvećih marki u automobilske industriji, a za mnoge marke Zeebrugge je njihovo međukontinentalno i europsko središte. Pruža najsuvremenije usluge prihvata i manipulacije RO-RO brodova i tereta. Pruža usluge brodovima koji plove na dugim i kratkim

<sup>28</sup> Stranica: <https://www.portofantwerpbruges.com/en/business/cargo/ro-ro-automotive>

relacijama te je odgovarajuće povezan sa željeznicama i cestama kao veza između terminala i ostatka Europe.

S ukupno 974 hektara terminalnog prostora namijenjenog automobilskom poslovanju , namijenjen je i skladišni kapacitet od 365200 jedinica. Neki od terminala u ovoj luci opremljeni su skladišnim prostorima na više razina, te je u planu izgradnja novih. U Zeebruggeu je zaposleno otprilike 2000 ljudi u automobilskom sektoru , šta je ekvivalent maloj tvornici automobila.

Usluge koje se pružaju:

1. Inspekcije prije isporuke u odgovarajućim PDI centrima ( Pre-Delivery Inspection)
2. Odgovarajuće popravke
3. Unutarnje i vanjsko skladištenje tereta
4. Pranje tereta
5. Prostori za punjenje električnih automobila
6. Parkirališta na katove koje omogućuju povećano skladištenje na istoj površini te mnoge druge usluge



Slika 13. Zeebrugge terminal

Izvor: <https://www.walleniuswilhelmsen.com/terminal/zeebrugge>

## 8. ZAKLJUČAK

Kontejnarski terminal je objekt odnosno cijeli sustav u kojem se kontejneri prekrcajavu iz različitih načina prijevoza za daljnje kretanje. Jedan je od temeljnih elemenata opskrbnog lanca i transportnih mreža, stoga je važno znati njegove karakteristike kao što su to produktivnosti terminala i što sve ide u planiranje ovakvoga terminala za postizanje što većeg učinka i organizacije rada. Kontejnarski terminali dijele se na nekoliko vrsta te se temelje na nizu logističkih procesa i operacija. Operacije na kontejnerskome terminalu uključuju manipulaciju kontejnerima od broda do pristaništa pa sve do izlazne odnosno ulazne točke terminala. Za uspješno obavljanje ovih operacija koriste se specijalizirana i namjenska oprema poput obalnih dizalica, portalnih prijenosnika, viličara i slično. Suvremeni kontejnerski terminali sve više se fokusiraju na automatizaciju zbog različitih prednosti koje takav terminal nudi poput veće efikasnosti, manjih operativnih troškova i manja su zagađenja.

RO-RO terminale karakteriziraju nekoliko jedinstvenih prednosti kao što su brže vrijeme isporuke, pouzdaniji brodovi te pojednostavljeni logistički lanac. Na RO-RO terminalima može se upravljati velikom vrstom tereta na kotače te i teret koji uobičajeno nije na kotačima se može pomoću prikolica koristeći namjenska vozila i opremu RO-RO terminala ukrcati/iskrcati na brod. Jedan od najbitnijih elemenata RO-RO terminala jesu rampe te se na RO-RO terminalima koriste raznovrsne obalne i mosne izvedbe rampi što omogućuje prihvat svih vrsta RO-RO brodova koji obavljaju prekrcaj na tim terminalima. Slagališni prostor na RO-RO terminalima uvelike je određen broju vozila pa je samim time i raspored vozila organiziran na način kako bi se omogućila što veća iskoristivost prostora. Ulaz i izlaz na RO-RO terminal definiran je provjerama dokumentacija, vozila, kontejnera i prikolica. U budućnosti se planira povećati automatizacija i RO-RO terminala uvođenjem automatski vođenih vozila i sistema. Smatra se da će automatizacija povećati brzinu prekrcaja, preciznost slaganja i sigurnost tijekom obavljanja operacija.

# LITERATURA

## Knjige

1. Kap Hwan K., Hans-Otto G.: Container Terminals and Cargo Systems, Helmut Petri, Berlin Heidelberg, 2007.
2. Tsinker G.: Port Engineering , Planning , Construction, Maintenance , and Security, John Wiley & Sons, Inc. , Hoboken, New Jersey , 2004.
3. Ligteringen, H.: Ports and Terminals, Delft Academic Press, Leeghwaterstraat, 2017.
4. Meisel F. , Seaside Operations Planning in Container Terminals, Springer , Berlin , 2009.
5. Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002.
6. Notteboom, T., Pallis A., Rodrigue J.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, 2022.
7. Todorov D. : RO-RO Handbook: A Practical guide to Roll-on Roll-off cargo ships, Schiffer Publishing, Ltd., 2016 .
8. Krüger S., Schulze M., Jahn C., : Potential of container terminal operations for RoRo terminals, Econstor, 2022.

## Internetske stranice

1. <https://www.marineinsight.com/ports/what-are-automated-container-terminals/>
2. <https://maritimepage.com/what-are-ro-ro-ships/>
3. <https://blog.largelifttrucks.com/what-is-a-terminal-tractor/>
4. <https://www.portofantwerpbruges.com/en/business/cargo/ro-ro-automotive>
5. <https://www.portofantwerpbruges.com/en/business/cargo/ro-ro-automotive>

## Studija

1. How a Discrete event simulation model can relieve congestion at a RORO terminal gate system, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Švedska, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:911878/FULLTEXT02.pdf>

## Popis slika

1. Slika 1. Sistem upravljanja kontejnerima na terminalu
2. Slika 2. Evolucija obalnih dizalica na kontejnerskom terminalu.
3. Slika 3. Portalni prijenosnik velikog raspona
4. Slika 4. Portalni prijenosnik malog raspona
5. Slika 5. Prednji hvatač kontejnera
6. Slika 6. Bočni hvatač
7. Slika 7. Automatska vođena vozila



8. Slika 8. Konfiguracija slagališta terminala
9. Slika 9. Daljinsko upravljanje obalnom dizalicom
10. Slika 10. Sustav automatiziranih vrata u Batangasu, Filipini
11. Slika 11. Izgled rasporeda RO-RO terminala u luci Kopar
12. Slika 12. Terminalni traktor
13. Slika 13. Zeebrugge terminal

#### Popis tablica

1. Tablica 1. Razlike Gateway i Hub terminala
2. Tablica 2. Prikaz veličine prometa u najvećim kontejnerskim lukama u svijetu
3. Tablica 3. Usporedba konvencionalnih i automatiziranih terminala

#### Popis grafikona

1. Grafikon 1. Porast kontejnerskog prometa

#### Popis kratica

KRATICA	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
TEU	twenty-foot equivalent unit	Jedinica koja predstavlja smještaj jednog 20' kontejnera
TOS	Terminal operating system	Operativni sustav terminala
AGV	Automated guided vehicle	Automatski vođeno vozilo
ALV	Lift Automated lifting vehicle	Automatski vođeno vozilo sa dizalicom
STS	Ship to shore	Od broda do obale
ACS	Automatic stacking cranes	Automatske slagališne dizalice
RO-RO	Roll on- Roll off	Skotrljati na – Skotrljati sa
PDI	Pre-delivery inspection	Inspekcija prije dostave