

Obilježja suvremenih kontejnerskih i RO-RO terminala

Stupičić, Nikolina

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:187:276193>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



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**

NIKOLINA STUPIČIĆ

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

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

OBILJEŽJA SUVREMENIH KONTEJNERSKIH I RO – RO
TERMINALA
FEATURES OF MODERN CONTAINER AND RO – RO
TERMINALS

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Tehnologija prijevoza kontejnera i RO-RO tehnologija

Mentor: prof. dr. sc. Renato Ivče

Student: Nikolina Stupičić

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079151

Rijeka, 2022.

Studentica: Nikolina Stupičić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079151

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

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

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

Studentica



Nikolina Stupičić

Studentica: Nikolina Stupičić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079151

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/>

Studentica - autor



SAŽETAK

Lakšem načinu rukovanja teretom te smanjenju troškova prijevoza određenih tereta drastično je pridonijela kontejnerizacija. Svi terminali gdje kontejner predstavlja osnovnu jedinicu tereta za odvijanje operacija nazivaju se kontejnerski terminali. Osnovne djelatnosti prilikom rada i operacija na kontejnerskom terminalu sastoje se od manipulacija s kontejnerima tijekom utovara, istovara i pretovara između različitih prijevoznih sredstva kao što su željeznica, brod, kamion ili teglenice.

Glavna značajka Ro-Ro tehnologije je teret, Ro-Ro tehnologija danas se javlja kao transport različitih vrsta tereta. Pristan za prihvat Ro-Ro brodova najčešće se sastoji od jednostavne operativne obale ili obalne rampe, što ovisi o izvedbi brodske rampe, dok terminal isključivo namijenjen za ovu vrstu tereta posjeduje interni terminalski transport, otvorene i zatvorene površine, pripadne servise i prostrana parkirališta.

SUMMARY

Containerization has drastically contributed to the way of handling cargo and to the reduction of transport costs. All terminals where the container represents the basic unit of cargo for carrying out operations are called container terminals. The basic operations at the container terminal consist of manipulations with containers during loading, unloading and transshipment between different means of transport such as rail, ship, truck or barge.

The main feature of Ro-Ro technology is cargo, RO-RO technology appears as the transport of various types of cargo. The wharf for receiving ro-ro ships usually consists of a simple operational shore or coastal ramp, which depends of the design of ship ramp. The terminal has internal terminal transport, open and closed areas, ancillary services and spacious parking lots.

KLJUČNE RIJEČI :

Kontejnerski terminal, kontejner, transport tereta, obalna infrastruktura, RO-RO tehnologija, RO-RO brodovi, RO-RO terminali, RO-RO rampe.

SADRŽAJ

1. UVOD	7
2. TERMINALI	8
2.1. VRSTE TERMINALA	8
2.2. KRITERIJI ZA IZBOR LOKACIJE TERMINALA	9
3. KONTEJNERSKI TERMINALI	11
3.1. LUČKI KONTEJNERSKI TERMINALI	12
3.2. OPERACIJE NA KONTEJNERSKOM TERMINALU	13
3.3. PREKRCAJNI SUSTAVI KONTEJNERSKIH TERMINALA	14
3.3.1. Obalne dizalice	15
3.3.2. Portalni prijenosnik	16
3.3.3. Bočni prijenosnik	17
3.3.4. Čeoni i bočni viličar	18
3.3.5. Autodizalice	19
3.4. KOPNENI TERMINALI	20
4. AUTOMATIZIRANI KONTEJNERSKI TERMINALI	22
4.1. OPREMA NA AUTOMATIZIRANIM KONTEJNERSKIM TERMINALIMA	24
4.1.1. Automatski vođena vozila (AGV)	25
4.1.2. Automatske skladišne dizalice	26
4.1.3. Operator kontejnerskog terminala (TOS)	26
5. RO-RO TERMINALI	28
5.1. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA RO-RO TERMINALA	29
5.2. VRSTE RO-RO TERMINALA	30
5.3. RAMPE NA RO-RO TERMINALIMA	31
5.3.1. Brodske rampe	32
5.3.2. Obalne rampe	33
5.3.3. Mosne rampe	34
5.4. RO-RO LUKE I BRODOVI U HRVATSKOJ	35
6. ZAKLJUČAK	37
7. LITERATURA	38

1. UVOD

Kontejnerski i Ro-Ro terminali su ključan dio transporta tereta od naručitelja do primatelja tog tereta. Ključna je činjenica da konkurentnost na tržištu ovisi ponajviše o efikasnosti samog terminala. Iz tog razloga vlasnici terminala teže za stalnim razvijanjem i unaprjeđenjem opreme. Još uvijek traje trend rasta prijevoza tereta na kotačima i u kontejnerima zbog svoje praktičnije manipulacije, a samim time i brzinom prekrcaja. Stoga u ovom radu će se detaljno pojasniti važni dijelovi kontejnerskih i Ro-Ro terminala, njihova primjena i neophodnost za daljnji prijevozni proces.

Ovaj rad je podijeljen u četiri poglavlja. U drugom poglavlju *Terminali* dolazimo do pitanja „Što je to terminal?“, objašnjenja pojedinih vrsta terminala, način klasificiranja i ono najbitnije koji su sve kriteriji za izgradnju i sam izbor lokacije terminala.

Treće poglavlje su *Kontejnerski terminali* gdje se govori o kontejnerizaciji i dvije osnovne vrste kontejnerskih terminala i koja je njihova razlika, te operacije koje se odvijaju. Također veliki dio trećeg poglavlja su prekrcajna oprema kontejnerskih terminala. Tu su opširno opisani uređaji koji se koriste za prekrcaj kontejnera i njihova svrha.

U četvrtom poglavlju se opisuju *Automatizirani kontejnerski terminali*. To su suvremeni terminali sa minimalnom ljudskom snagom, gdje računalni sustav upravlja većinom terminala. Opisuje se način funkcioniranja takvog terminala i oprema koja to sve omogućuje.

U petom poglavlju objasnit će se *Ro-Ro terminali* i njihova primjena. Opisana su ključna Tehničko-tehnološka obilježja, koje sve vrste rampi imamo i zašto su potrebne. U zadnjem podpoglavlju fokusirana je hrvatska Ro-Ro kompanija Jadrolinija, broj brodova i luka gdje voze, te način izvedbe luka.

2. TERMINALI

Terminali su mjesta koja se nalaze na kraju pomorskog transportnog puta zbog prihvata tereta ili putnika te njihovim rukovanjem. Također na terminalima se miješaju dvije ili više prometnih grana zbog dovoza i predaje, tj. preuzimanja i odvoza tereta ili mjesta za skladištenje. Opremljeni su uređajima i pomagalicama za obavljanje normalnog prometa.¹ Na terminalu mora biti omogućeno sigurno odlaganje i skladištenje tereta, ponajprije od atmosferskih uvjeta.² Ova definicija se može koristiti za svaku vrstu terminala, razlika je u vrsti prekrcajnog tereta i uređajima za manipulaciju i mehanizaciju teretom.

2.1. VRSTE TERMINALA

Terminali se prema vrsti dijele na:

- Integralni i granski terminali,
- Tehnološko-specijalizirani terminali,
- Lučki (pomorski) i kopneni terminali (robno-transportni centri).

Integralni terminali su moderni prostori u kojima se odvija transportni proces između više prometnih grana, kao što su kombinacije ovih grana: željeznički, cestovni, zračni i pomorski (cestovno-pomorski, željezničko-pomorski i dr.)

Granski terminali su unutar jedne prometne grane kao što su: cestovni, zračni, željeznički i pomorski i dr.

Tehnološko-specijalizirani terminali se mogu podijeliti na:

- a) Specijalizirani za okrupnjene terete
 - Kontejnerski terminali – Ro-Ro, Ro-Lo
 - Huckepack-terminali ili kontejnerski/Huckepack
 - terminali isključivo za kombinirane prijevoze

¹Krinčić, J.: Luke i terminali, Školska knjiga, Zagreb, 1991., str. 10

- b) Lučki terminal je čvorište pomorskih i kopnenih prometnih pravaca koji je organiziran i opremljen za prihvat, prikupljanje, pripremu i otpremu putnika ili tereta.

Terminali se još mogu podijeliti i prema lokaciji, veličini, transportnoj tehnologiji i s obzirom na vrstu transportnog sustava.

2.2. KRITERIJI ZA IZBOR LOKACIJE TERMINALA

Za izbor lokacije terminala ili logističkog centra utječe nekoliko važnih čimbenika koji se mogu svrstati u tri skupine:

- a) Kriterij lokacije i okruženja
- b) Kriterij robno logističkog centra
- c) Kriterij zahtjeva logističkih tokova

Lokacija će ponajviše ovisiti o broju korisnika terminala. Sigurno će biti razlika ukoliko terminal koristi jedan korisnik ili ako će terminal koristiti više korisnika tzv. Terminal otvorenog karaktera. Prilikom izbora lokacije potrebno je odrediti poziciju sa povoljnim meteorološkim i oceanografskim obilježjima

Kriterij zahtjeva logističkih tokova bi trebalo promatrati kroz strukturu i karakteristike budućih korisnika i robnih tokova koje oni koriste, isto tako i kroz obilježja korištenih tehnologija transportnih lanaca usmjerenih na terminale, kao i primjenu logističke strategije.

Na izbor lokacije značajno utječe i kriteriji robno logističkog centra, kriteriji koji se gledaju: pripadnost logističkoj mreži, struktura centra, vlasništvo, kao i različita prostorna, tehnološka i financijska izvedba centra.

U intermodalnom transportu se terminali mogu strukturalno odrediti kao: početni, završni, sabirni, distributivni, glavni, linijski, tranzitni, usputni itd. Prema lokacijskim modelima se određuje mjesto i uloge intermodalnog terminala.³

³ Mlinarić, T.J., Robno transportni centri, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, 2015., str. 34.

Tablica 1. Kriteriji izbora lokacije prema pripadnosti područja

EKONOMSKI	EKOLOŠKI	ZAKONSKO-REGULATIVNI
<ul style="list-style-type: none"> • troškovi logistike • troškovi aktiviranja lokacije • investicije izgradnje prilaznih prometnica • neto sadašnja vrijednost • period povrata sredstava • gravitacija ekonomski razvijene privrede 	<ul style="list-style-type: none"> • zagađenje zraka • buka i vibracije • opasni materijali • opasne robe • utjecaj okruženja na robu u terminalu • utjecaj robe i procesa u terminalu na okolinu 	<ul style="list-style-type: none"> • uklapanje u prostorno – urbanističke planove • mogućnost vlasničkog reguliranja zemljišta i objekata • usklađivanje sa zakonima koji reguliraju udaljenost i zaštitu okruženja terminala
TEHNOLOŠKI	TEHNIČKI	ORGANIZACIJSKI
<ul style="list-style-type: none"> • intenzitet robnih i transportnih tokova • dostupnost terminala • vrijeme isporuke robe • povezanost s više vidova transporta • dostupnost terminala intermodalnog transporta 	<ul style="list-style-type: none"> • geološke karakteristike lokacije • infrastrukturna mreža • tehničke mogućnosti povezivanja sa svom prometnom infrastrukturom 	<ul style="list-style-type: none"> • prisutnost logističkih uslužitelja • prisutnost intermodalnih transportnih operatera • mogućnost organizacije • predstavništva, udruženja i sl.

Izvor: Mlinarić, T.J., Robno transportni centri, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015., str. 37

U Tablici 1. su prikazani svi kriteriji za izbor lokacije terminala, zbog velikog broja čimbenika jasno se vidi da su problemi interdisciplinarnog karaktera, te je potrebna primjena kompliciranih postupaka u traženju rješenja. Kriteriji koji se uzimaju u obzir mogu se rangirati prema različitim aspektima promatranja sustava i donošenja odluka. Tablica pokazuje da je odabir pravog terminala iznimno složen jer je neophodno uzeti sve ove čimbenike u obzir. Dobrim kombiniranjem svih ovih kriterija odabire se pravo mjesto za uspješnu izgradnju, razvoj i održivost terminala.

3. KONTEJNERSKI TERMINALI

Svi terminali gdje kontejner predstavlja osnovnu jedinicu tereta za odvijanje operacija nazivaju se kontejnerski terminali. Osnovne djelatnosti prilikom rada i operacija na kontejnerskom terminalu sastoje se od manipulacija s kontejnerima tijekom utovara, istovara i pretovara između različitih prijevoznih sredstva kao što su željeznica, brod, kamion ili teglenice.

Kontinuirani prekrcaj bez prekida u stvarnosti nije moguće izvesti, pa su kontejnerski terminali početne i završne točke u određenom gravitacijskom području gdje se izvode kolektivne operacije za daljnju otpremu kontejnera, odnosno mjesto s kojeg se vrši preraspodjela dolaznih kontejnera do konačnih korisnika.

Najčešće na kontejnerskim terminalima postoje posebno odvojeni prostor za skladištenje praznih i punih kontejnera. Prazni kontejneri se skladište na duže vrijeme čekajući daljnji transport, dok se puni kontejneri skladište relativno kratko.

Slika 1. Kontejnerski terminal u Manili



Izvor: <https://www.maritimebusinessworld.com/manila-container-terminal-raises-its-annual-capacity-to-over-3-3-million-teus-2709h.htm>

Kontejneri mogu biti različitih dimenzija i nosivosti. Prema ISO-standardima u transportu se najčešće koriste 20 stopni i 40 stopni kontejneri, no postoje i ostale vrste i dimenzije kontejnera. U Tablici 2 nalazi se popis svih vrsta kontejnera zajedno sa njihovim dimenzijama.

Tablica 2. Dimenzije kontejnera

Tip kontejnera	Dužina (m)	Širina (m)	Visina (m)	Max težina
20' ST	5.898	2.352	2.393	22 t.
40' ST	12.032	2.352	2.393	26 t.
40' HC	12.032	2.352	2.698	26 t.
20' OT	5.902	2.350	2.348	22 t.
40' OT	12.036	2.350	2.348	26 t.
20' FR	5.63	2.20	2.23	28 t.
40' FR	12.06	2.08	1.95	38 t.

ST = Standard / **HC** = High cube / **OT** = Open Top / **FR** = Flat Rack

3.1. LUČKI KONTEJNERSKI TERMINALI

Lučki kontejnerski terminali su glavna prometna čvorišta suvremenog transporta, oni predstavljaju mjesta povezivanja i ispreplitanja svih vrsta transporta. Osnovna namjena mu je prekrcaj kontejnera izravnim ili neizravnim rukovanjem između brodova i kopnenih vozila. Glavne luke (eng. mother ports) imaju jedan ili više velikih glavnih terminala (eng. mother terminal) sa kojih se teret preraspodjeljuje u manje pomoćne terminale.⁴

Učinkovitost lučkog terminala ovisi o opremljenosti i razvijenosti prekrcajnih uređaja, skladišta te povezanosti sa cestovnim, željezničkim ili riječnim prometom. Izrazito je bitna

⁴ Dundović, Č., Lučki terminali, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2002., str. 41

dobra koordinacija između prekrcajnih mostova i kontejnerskih prekrcajnih uređaja. Zbog tih razloga lučke terminale možemo podijeliti na male, srednje i velike terminale.

Lučki kontejnerski terminal također se sastoji od velike površine za parkiranje vozila za daljnji prijevoz kontejnera kopnom, operativna zgrada koja je vrlo važna za učinkovitost lučkog terminala, skladišnog prostora gdje se odlažu i skladište kontejneri, te radionice koja kontrolira i popravlja kontejnere u slučaju nezgode.

Dnevni prekrcajni kapacitet terminala izravno ovisi o dimenzijama i vrstama kontejnera koji se prekrcajavu. Prosječni i prekrcajni kapacitet izražava se u TEU-ima (Twenty Feet Equivalent Unit), odnosno jedna pozicija 20 stopnog kontejnera ili dimenzije ostalih kontejnera svedenih na 20 stopne kontejnere.⁵

3.2. OPERACIJE NA KONTEJNERSKOM TERMINALU

Operacije koje se izvode na kontejnerskom terminalu mogu se podijeliti ;

- a) Operacije veza
 - b) Brodske operacije
 - c) Operacija prekrcajnih uređaja za rukovanje i skladištenje
 - d) Operacije na ulazu
 - e) Raspoređivanje
-
- a) Prilikom operacije priveza najbitniji podatak je vrijeme dolaska. Zbog toga što su kontejnerski brodovi najčešće linijski brodovi, vrijeme dolaska se može organizirati u minute. Također potrebno je poznavati dimenzije broda koji dolazi na vez. Uz sve potrebne podatke radi se raspored priveza broda na gatu, te brodu se dodjeli odgovarajuća obalna dizalica.
 - b) Pod brodskim operacijama svrstavamo operacije iskrcaja, ukrcaja i prekrcaja kontejnera na brodu. Te operacije se obavljaju obalnim dizalicama (eng. Gantry Crane) koje sinkronizacijom moraju održavati potrebni međusobni sigurnosni

⁵ Dundović, Č., Lučki terminali, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2002., str. 13

razmak. Kako bi se postigao veliki broj prebačenih kontejnera po satu, mora biti isplanirana detaljna lista pokreta dizalica. Detaljna lista pokreta dizalica je potrebna da ne bi došlo do smetnji između više dizalica, te da se osigura povoljna brzina prekrcaja kontejnera sa obalnim dizalicama.

- c) Operacije prekrcajnih uređaja za rukovanje i skladištenje se odnose na iskrcavanje kontejnera sa broda, ukrcavanje kontejnera na brod, premještanje kontejnera na brodu i premještanje kontejnera na terminalu. Ovu vrstu operacije svrstavamo među najprometnije aktivnosti na terminalu.
- d) Pod operacijama na ulazu svrstavamo operacije koje se obavljaju s kontejnerima koji dolaze kopnenim putem. To su operacije pripremanja kontejnera, slaganja u blokove i postavljanja na određene pozicije za ukrcaj na brod.
- e) Operacija raspoređivanja nam omogućava da se učinkovitije koristimo sa raznom pokretnom mehanizacijom na terminalu, kao što su tegljači, glavni pokretač, viličari, portalni prijenosnik i ostala oprema za rukovanje kontejnera.

3.3. PREKRCAJNI SUSTAVI KONTEJNERSKIH TERMINALA

Pomicanje i premještanje kontejnera moguće je izvršiti isključivo pomoću posebne pokretne mehanizacije koja se nalazi na operativnoj obali ili u skladištu. Prilikom ukrcaja ili iskrcaja sa broda koriste se kontejnerske dizalice koje se kreću po tračnicama na operativnoj obali. Za transport kontejnera te njihovo raspoređivanje se koristi pokretna mehanizacija koja se nalazi u skladištu.

Opremu za prekrcaj kontejnera možemo podijeliti u nekoliko vrsta: ⁶

1. Obalne dizalice
2. Portalni prijenosnici
3. Bočni prijenosnik
4. Čeoni viličar
5. Bočni viličar

⁶ Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str. 68

6. Auto dizalice za kontejnere
7. Tegljači i prikolice za kontejnere

3.3.1. Obalne dizalice

Obalne dizalice se najčešće nazivaju kontejnerskim prekrcajnim mostovima zbog svog izgleda i konstrukcijske izvedbe (eng. Gantry crane). To su najveće dizalice koje se koriste za prekrcaj tereta u pomorskoj industriji. Osoba koja upravlja dizalicama mora biti posebno obučen operater. Sukladno sa razvojem brodova i kontejnerske industrije razvija se i oprema kontejnerskih terminala, pa tako i obalne dizalice. Današnje dizalice imaju dohvat ruku i do 50 metara sa nosivosti 300-500 kN. Obalne kontejnerske dizalice se pomiču po tračnicama paralelno s obalom, a za zahvat kontejnera se koristi podesivi ili ne podesivi hvatač kontejnera (eng. Spreader) koji se pomiče po mostu dizalice zajedno sa voznim kolima. Problem može nastati ukoliko brod na vezu ima određeni nagib, zbog ne fleksibilnih mostova i hvatača kontejnera.

Također postoji i mobilna lučka dizalica koja za razliku od mosnih dizalica ima neograničenu horizontalnu pokretljivost i mobilnost. Za ukrcaj i iskrcaj kontejnera sa broda na višenamjenskim kontejnerskim terminalima se najčešće upotrebljavaju lučke mobilne dizalice. One se svrstavaju pod prekrcajna sredstva univerzalne namjene. Prednost ove dizalice je da sama može podignuti kontejner neovisno gdje se nalazi, ali mana je to što nije moguće napraviti automatizaciju dizalica. Tijekom cijelog prekrcaja dizalicom mora upravljati operater.

Slika 1. Kontejnerske obalne dizalice



Izvor: <https://www.cranes-china.com/port-crane/rail-mounted-container-gantry-crane/shore-container-crane-quayside-container.html>

Slika 2. Hvatač kontejnera (engl. Spreader)



Izvor: <https://www.nauticexpo.com/prod/timars-ab/product-30640-190151.html>

3.3.2. Portalni prijenosnik

Portalni prijenosnici velikog raspona koriste se za preslagivanje kontejnera po širini (5-15 redova) ili visini (3-4 reda), zbog svog izgleda se nazivaju mosnih dizalicama. Po gornjem dijelu portalnog prijenosnika koji je izveden u obliku portala se kreće vozno vozilo sa hvatačem za kontejnere. Po portalu se mogu kretati na gumenim kotačima (RTG dizalice) ili na tračnicama (RMG dizalice). Najpoznatiji proizvođači portalnih prijenosnika su tvrtke:

Belotti, Sea Containers, Valmet, Mijack i drugi. Nosivost portalnih prijenosnika velikog raspona može biti 305kN, 350 kN, 400kN. Prednost ove vrste prijenosnika je slaganje kontejnera u tzv. “blok sustav“, te izvanredno korištenje skladišne površine. Nedostatak je spora i ograničena mogućnost kretanja prvenstveno zbog veličine, te potreba za održavanjem hidrauličkog sustava.⁷

Portalni prijenosnici malog raspona (eng. Straddle carrier) koriste se za ukrcaj ili iskrcaj kontejnera sa prikolice. Njihova osnovna tehnička karakteristika je velika radna brzina, što uzrokuje kratki radni ciklus i velik učinak izvedbe. Upotrebljavaju se za rad na kraćim relacijama, te prenose samo jedan kontejner . Kreću se na gumenim kotačima koji se mogu zakretati 360°. ⁷

Slika 3. Portalni prijenosnik velikog i malog raspona



Izvor:<https://nashipoezda.ru/hr/cultivator/kak-nazyvaetsya-podemnik-konteinerov-portovaya-tehnika-tyazhelya.html>

3.3.3. Bočni prijenosnik

Bočni prijenosnik je vrsta prijevozno-prekrcajnog sredstva koja može ukrcavati, iskrcavati ili prenositi kontejnere bočno. Prednosti su brza manipulacija i dobra pokretljivost. Bočni prijenosnik može slagati kontejnere do visine od 3 reda.

⁷ Ivaković, Č., Jurum, J., Metodologija utvrđivanja potrebite mehanizacije za rad i usluživanje kontejnerskog terminala. Fakultet prometnih znanosti. Zagreb. 1995.. str. 35-37.

Slika 5. Bočni prijenosnik



Izvor: <https://www.youtube.com/watch?v=ynofebPQ-F0>

3.3.4. Čeoni i bočni viličar

Čeoni viličari imaju gotovo nezamjenjivu ulogu u velikom broju proizvodnih procesa. Čeoni viličar ukoliko je potrebno može biti i u funkciji prijenosnika. Spada pod jedan od najkorištenijih viličara zbog izrazito velike fleksibilnosti, niske cijene i jednostavne upravljivosti. Nosivost viličara za rad s kontejnerima se kreće od 300 do 500 kN koji mogu složiti do 5 kontejnera u visinu, što ovisi o broju i izvedbi vodilica. Većina kontejnera za tu namjenu ima otvore na dnu u koje ulaze vilice viličara za lakše manipuliranje. Nedostatak viličara u procesu manipulacije je veći broj oštećenja kontejnera u odnosu na druga sredstva.⁸

Slika 6. Čeoni viličar



Slika 7. Bočni viličar



Izvor: <https://heliforklift.hr/kontejnerski-vilicari/>

Izvor: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A211/datastream/PDF/view>

Bočni viličari imaju vrlo slične značajke kao čeonni viličari, najveća razlika je kao i sto sami ime upućuje da se kontejner prilikom prijevoza nalazi paralelno za vozilom. Prednost bočnog viličara je bolja iskoristivog skladišnog prostora, jer manipulira teretom pa dužini u smjeru kretanja, dok se čeonni viličar mora okrenuti u radnom prostoru (koji može biti vrlo mal) da bi se uspio postaviti okomito u odnosu na teret. Nosivost bočnog viličara je od 320 kN do 450kN. U današnje vrijeme mogu se koristiti izvedbe sa električnim agregatima koji u sebi imaju vodikove ćelije, zbog znatnije veće cijene nemaju još toliku zastupljenost.⁹

3.3.5. Autodizalice

Autodizalice su prijevozno-prekrcajna mobilna sredstva koja imaju raznoraznu ulogu, ponajviše pri prekrcaju kontejnera u operacijama ukrcaja i iskrcaja, ukrcaja na vagone i kamione, te razvrstavanja i transporta tereta na terminalu. Ovisno o vrsti namjene primjenjuju se različite vrste autodizalica na terminalima. Nosivost autodizalice je 25kN-1000kN ovisno o vrsti tereta koju prevozi, u slučaju prijevoza kontejnera nosivost je 300kN-500kN. Za prekrcavanje se služi posebnim hvatačem kontejnera, a uz pomoć korištenja kuke mogu se prenositi teži tereti. Prednosti prilikom upotrebe autodizalice su njezina izuzetna mobilnost i višestruka namjena, a nedostaci su što se ponekad uzrokuju problemi u preciznosti rada zbog asimetričnosti težišnog sustava.

⁸Dundović, Č., Lučki terminali, Pomorski fakultet, Rijeka, 2002., str.73

⁹Dundović, Č., Sredstva unutrašnjeg transporta – Viljuškari, Fakultet za pomorstvo i saobraćaj, Rijeka, 1986., str. 68

Slika 8. Autodizalica



Izvor: <http://docplayer.rs/177142767-Tehni%C4%8Dko-tehnolo%C5%A1ki-procesi-razvoja-lu%C4%8Dkih-kontejnerskih-terminala.html>

3.4. KOPNENI TERMINALI

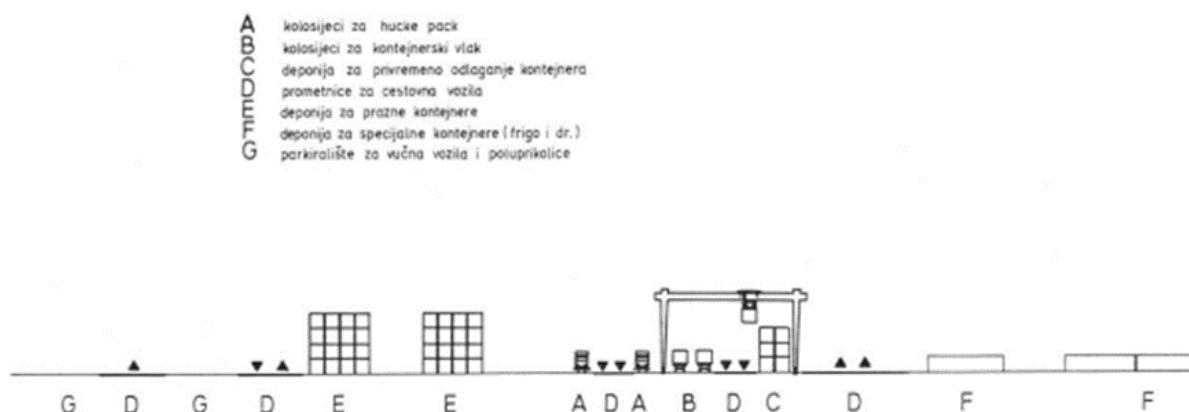
Nakon naglog porasta prijevoza tereta u kontejnerima postala je potreba za mijenjanjem kopnene infrastrukture, tako i prijevoznih sredstava. Grane kopnenog prijevoza (željezničke i cestovne) su počele sa prenamjenom kamiona i vagona za prijevoz kontejnera. Ubrzo nakon toga počinje sve češće pojavljivanje multimodalne tehnologije pri prijevozu tereta. Prema sadržaju, kopneni terminali razlikuju se od lučkih samo po tome što nemaju vezove i pretovarne tornjeve za brodove. Na kopnenim terminalima također postoje manipulacijske površine i kolosijeci za Huckepack tehnologiju.

Huckepack je vrsta transportne tehnologije kojoj su opće karakteristike ukrcaj horizontalno ili vertikalno, prijevoz i iskrcaj cestovnih vozila. Teret koji karakterizira Huckepack tehnologiju je natovareni ili prazni kamioni s kontejnerima, prikolicama ili poluprikolicama, koji se prevozi na barem jednom dijelu puta granom željezničkog transporta. Postoje tri različite vrste prijevoza Huckepack tehnologije: ¹⁰

- **A tehnologija:** utovar ili istovar tereta zajedno sa vozilom preko specijalnih prekrcajnih rampi ili pomoću posebnih dizalica

- **B tehnologija:** prijevoz prikolica ili polu prikolica bez vozila, ukrcaj se ostvaruje preko rampi ili specijalnih prijenosnika
- **C tehnologija:** prijevoz teretnih sanduka ili kontejnera bez prikolica, poluprikolica i vozila

Slika 9. Poprečni presjek kopnenog kontejnerskog terminala



Izvor: Ivaković, Č.: Model kontejnerskog terminala u funkciji integralnog transporta,
 Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1990

Kopneni kontejnerski terminali se sačinjavaju od više elemenata: (slika 9.)

- Kolosijeci za Huckepack promet
- Kolosijeci za kontejnerske vlakove
- Mjesto za privremeno odlaganje kontejnera
- Prometnice za cestovna vozila
- Odlagalište za prazne kontejnere
- Odlagalište za specijalne kontejnere
- Parkiralište za vučna vozila i poluprikolice
- Zatvorena skladišta za obradu kontejnera
- Otvorena skladišta za obradu kontejnera
- Servis za popravak i održavanje kontejnera i transportne mehanizacije

¹⁰ Luketić, M., Razvoj i organizacija huckepack prijevoza u Europi, 1991., str. 149.

- Restoran, motel, rekreacijski tereni i zelene površine
- Mjesto za pretovarnu mehanizaciju
- Transportna sredstva za opsluživanje terminala
- Upravna zgrada i informacijski centar
- Carinska zona
- Prostor s predstavništvima drugih organizacija (špediteri, agenti, transportne organizacije, burza tereta, pošta, banka i dr.)

Ovisno o tipu terminala, odnosno njegovom položaju, robnim tokovima, te količini i vrsti prometa s kojim se susreće ovisit će struktura te sadržaj samog kopnenog terminala. ¹¹

4. AUTOMATIZIRANI KONTEJNERSKI TERMINALI

Sve veći obujam kontejnerskog prometa doveo je do značajnih problema u kontejnerskim terminalima koji obrađuju velike količine kontejnera. Terminal se suočava sa pretovarom i skladištenjem velikog broja kontejnera u najkraćem mogućem roku i po nižoj cijeni. Automatizirano rukovanje kontejnerima je rješenje za terminale koji trebaju pružiti brza i točna intermodalna rješenja.

Automatizacijom dizalica se omogućuje prilagođavanje okolnostima, drugačijem načinu rada i optimiziranjem performansi. Ovisno o situaciji na terminalu (broju brodova koji čekaju na iskrcaj/ukrcaj, količini tereta...) potrebno je prilagođavati način rada dizalica, a kako bi to bilo uspješno moraju se poštivati četiri glavna kriterija:

- Učinkovitost STS(eng. ship to shore) dizalice
- Mogućnost upravljanja terminalom daljinski, odnosno iz kontrolne sobe (eng. Cargo Control Room-CCR)
- Integracija opreme terminala i broda
- „Pametne“ automatske podizne dizalice (eng. Automated Stacking Cranes – ASC)

Automatizirani lučki sustav je direktno povezan na sustav elektroničke razmjene podataka u koji se šalju podaci o teretu i svakoj pošiljci prije nego što brod stigne u

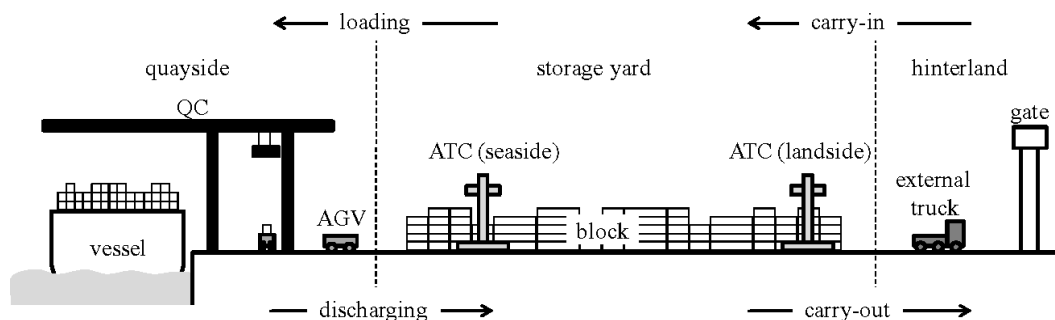
¹¹ Ivaković, Č: Model kontejnerskog terminala u funkciji integralnog transporta, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1990

kontejnersku luku. Prilikom iskrcaja/ukrcaja broda sustav automatski pruža mogućnost očitavanja kontejnera i njihovih obilježjima.

Automatizirani kontejnerski terminali (eng. Automated container terminal-ACT) su opremljeni sa automatiziranim vozilima sa dizalicom (eng. Automated lifting vehicles-ALV) i automatiziranim vođenim vozilima (eng. Automated guided vehicles-AGV).

Slika 10. prikazuje odnos smještaja lučkih dizalica, AGV vozila, mjesta za pristajanje brodova, skladišta za slaganje tereta, te kamiona. Na prikazu je objašnjen najčešći oblik automatiziranog terminala (AGV-ACT). Skladište je smješteno na sredini terminala kako bi bio najpristupačniji sa morske i sa kopnene strane, ujedno je tada prostor za smještaj kontejnera u dohvat lučkih dizalica.

Slika 10. Način rada na automatiziranom kontejnerskom terminalu



Izvor <https://www.semanticscholar.org/paper/Planning-for-remarshaling-in-an-automated-container-Park-Park/1487b384621d0ed003a1ca45c76fc32486f14cc8/figure/0>

Način rada na automatiziranim terminalima je izrazito praktičan i često korišten. Kamion koji pristiže prije nego što krene iskrcavat teret mora se na ulazu prijaviti i dobiti dopuštenje za daljnji nastavak prema skladištu. ATC započinje sa iskrcajem teret s kamiona. Teret koji je iskrcan s kamiona se ukrcava na AGV vozilo ili se sprema u skladište, ovisno o potrebi. Lučka dizalica (ALV) vrši ukrcaj i iskrcaj tereta na AGV vozila. Teret ukrcan na AGV vozilo se vozi prema brodu gdje ga obalna dizalica ukrcava na brod. Isti proces se odvija i sa željeznicom, teret se prenosi uz pomoć AGV-a, a lučke dizalice obavljaju operacije ukrcaja i iskrcaja.¹²

¹² Kos, S., Vranić D.: Morska kontejnerska transportna tehnologija I, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2006.

Na ovoj vrsti terminala se razlikuju dvije vrste cesta, a to su tranzitna cesta i radna cesta. Fizička razlika između te dvije ceste je ta što su na tranzitnoj cesti linije isprekidane, a na radnoj pune. Tranzitne ceste služe kako bi AGV vozila mogli prići različitim dijelovima terminala, na njima je strogo zabranjen ukrcaj i iskrcaj tereta. Na radnim cestama je moguće obavljati ukrcaj i iskrcaj tereta.

Skladišta su odvojena tranzitnim cestama. Ulaz na terminal je područje koje razdvaja obalnu stranu terminala na kojima se sve odvija ručno i morsku stranu terminala gdje je sve automatizirano.

Značajke i dimenzije ACT-a kao što su kapacitet skladišta, broj priveza, broj dizalica i ostalo, ovisi o dolaznoj stopi broda/kamiona/vlaka, te o očekivanoj količini posla potrebnog za operacije na kontejnerima koji taj dan pristižu. Uzimajući u obzir ove parametre i opremu koja je dostupna, može se definirati i projektirati primjeren ACT terminal.

4.1. OPREMA NA AUTOMATIZIRANIM KONTEJNERSKIM TERMINALIMA

Najvažniji proces automatizacije kontejnerskih terminala je primjerena tehnologija rukovanja teretom. Automatizirana tehnologija mora u svim situacijama omogućiti povezivanje, kontrolu i planiranje lučkog sustava, to nije izvedivo ukoliko nemamo potrebna automatizirana prekrcajna sredstva koja moraju biti učinkovito organizirana. TOS sustav (engl. Terminal Operating System) je zadužen za planiranje unaprijed određenih zadataka, te raspodjelu prekrcajnih sredstava. Na taj način je na terminalu uvelike olakšan rad, te su zamijenjeni skoro svi ljudski resursi u prekrcajnim operacijama.

Ključni segmenti automatiziranog terminala su: ¹³

- Automatska vođena vozila (AGV)
- Automatska vozila sa dizalicom (ALV),
- Automatske skladišne dizalice,
- Operator kontejnerskog terminala

¹³ The Williams Sale Partnership Limited: Maritime Cargo Facilities, <https://www.wsp.com/en-GL/sectors/maritime-cargo-facilities>

4.1.1. Automatski vođena vozila (AGV)

Automatski vođena vozila definirana su kao uređaji sa vlastitim pogonom i izvorom energije za rukovanje teretom. Naziv automatizirano vođeno vozilo dolazi zbog toga što vozilom ne upravlja osoba, nego računalo. Najbitnija značajka je sustav sa ostalim računalima u središnjem operativnom sustavu luke. Osnovni izvor napajanja su im baterije. GPS sustav (engl. Global Positioning System) omogućava automatsku identifikaciju za nadgledavanje kretanja. Ova vrsta vođenih vozila bila bi odlična za kontejnerske terminale s najvećom visinom do dva kontejnera, no kako visine na kontejnerskom terminalu su prerasle dva reda AGV služi iznimno za prijevoz kontejnera između pozicija. S obzirom da AGV ne može podizati kontejnere postoji automatsko vozilo s dizalicom (ALV).

Slika 11. Automatski vođena vozila



Izvor: <https://www.rbs-emea.com/glossary-entry/agv-automated-guided-vehicles.html>

4.1.2. Automatske skladišne dizalice

Automatske dizalice za skladištenje upotrebljavaju se na terminalima prvenstveno za postavljanje i raspoređivanje kontejnera u spremištima. Pomicanje se odvija preko tračnica, a nadzire se iz središnje upravljačke jedinice prema točno definiranih putanjama. Automatske dizalice rade u kombinaciji s AGV-om uzimanjem ili postavljanjem kontejnera sa ili na AGV. Skoro sve djelatnosti na terminalu počinju ili završavaju u skladištu, zbog toga operacija skladištenja mora biti tako da proces skladištenja mora biti efikasna i kompatibilna s ostalim aktivnostima. Od kad se ALV počeo koristiti na terminalima znatno se ubrzo proces ukrcaja i iskrcaja tereta, te se u potpunosti zaobišao rad brodskih i lučkih dizalica.

Slika 12. Automatska dizalica



Izvor: <https://intermodalnews.pl/2021/03/09/kalmar-z-nowymi-zamowieniami-na-dostawe-urzadzen-terminalowych/>

4.1.3. Operator kontejnerskog terminala (TOS)

Sustav koji je zadužen za operacije planiranja, koordinaciju i nadgledanje svih aktivnosti na terminalu je TOS sustav (engl. Terminal Operating System). Sastoji se od nekoliko

pod sustava koji mu omogućuju lakše praćenje svih aktivnosti. Osoba koja radi sa tim sustavom se naziva operator kontejnerskog terminala.¹⁴

Sustav je podijeljen u grupe :¹⁴

- Terminal Operating System– koncept za nadgledanje i planiranje prekrcajnih operacija
- Ulazni sustav– sustav provjere i identificiranja tereta
- Komunikacijski sustav– sustav za integriranje lučkih objekata razmjenom podataka i elektroničkih poruka
- Razvojni sustav– sustav za razvijanje i praćenje tehnoloških inovacija na prekrcajnim sredstvima i dijagnosticiranje kvarova,
- pomoćni sustav– pomoćni sustav za upravljanje praznim odlagalištima i postajama za popravak kontejnera,
- OCR Handling – sustav manipulacije i praćenja kontejnera temeljen na optičkom sustavu čitanja tragova u svrhu pripreme kontejnera za prekrcaj,
- Equipment control – prati rad i funkcionalnost opreme na terminalu, trenutne pozicije dizalica i slične opreme te provodi kontrolu

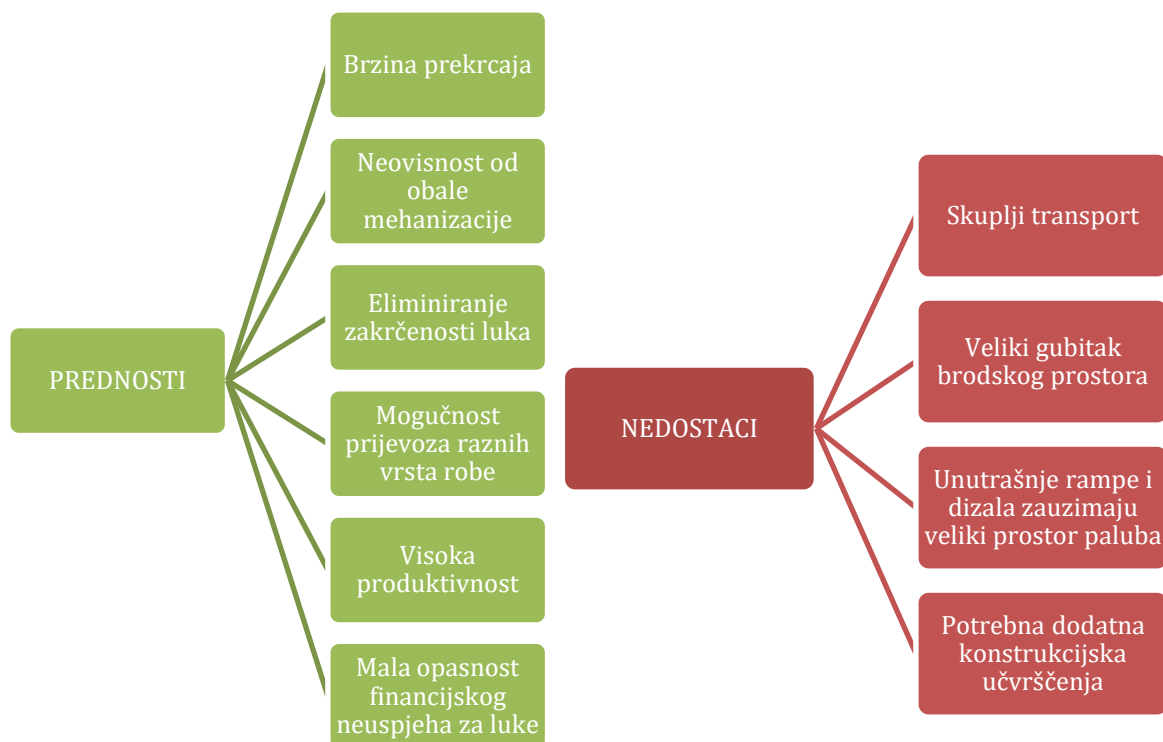
Svi ovi sustavi moraju biti umreženi sa prikladnom bazom podataka. Kategorizacija podataka i rukovođenje životnim ciklusom informacija su načini stvaranja potrebne baze podataka. Za uspješan rad sustava potrebi su brzi i točni podaci i informacije.

¹⁴ Toyota Industries Report: Toyota Industries' Container Transport AGV System Contributing to Evolution of Port Logistics, Aichi, 2013

5. RO-RO TERMINALI

Ro-Ro brod (skr. od engl. roll-on, roll-off: dokotrljati, otkotrljati) je teretni brod posebno dizajnirani za prijevoz tereta na kotačima , kao što su automobili , kamioni , autobusi , poluprikolice , prikolice i željeznički vagoni. Zbog toga se njihova konstrukcija razlikuje od konstrukcije ostalih brodova u pomorskom prijevozu. Teret se na brod krcaju uz pomoć krmenih, pramčanih i bočnih rampa. Na brodovima koji su opremljeni pramčanom i krmenom rampom omogućen je jednosmjerni promet vozila, istodobno ukrcavanje i iskrcavanje, a time i brži pretovar. Bočne rampe također ubrzavaju pretovar, ali ugrožavaju cjelovitost broskog trupa. Ro-Ro prekrcajni sustav omogućuje prekrcaj u lošije opremljenim lukama, tako da vozila s teretom odmah mogu nastaviti kopnenim putem do odredišta u unutrašnjosti.

Grafikon 1. Prednosti i nedostaci Ro-Ro tehnologije



Izvor: Pripremila studentica Nikolina Stupičić prema Dundović, Č., Lučki terminali, Pomorski fakultet, Rijeka, 2002.

5.1. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA RO-RO TERMINALA

RO-RO terminali su logistička čvorišta kojima je primarna namjena ukrcaj, iskrcaj ili privremeno skladištenje tereta na kotačima, te privez brodova. Prednosti RO-RO terminala su što se bez dodatnih investicija i dodatnih mehanizacija postiže se povećanje prometa u lukama. Kod RO-RO terminala mora biti osigurano da na jednom uskom dijelu operativne obale je moguć privez RO-RO brodova. Brodari i prometnici rješavaju ostale poteškoće na RO-RO terminalu. U ovakvim lukama su troškovi lučke infrastrukture poprilično niži u odnosu prema ostalim transportnim sustavima. Razvitkom RO-RO sustava postavili su se novi zahtjevi u pogledu tehničke i tehnološke opremljenosti, pokazuje se dodatna potreba za izgradnjom i namjenom tj. specijalizacijom posebnog dijela luke za RO-RO prekrcaj. Takav specijalizirani terminal ima odgovarajuće rampe, otvorene i zatvorene prostore, pripadajuće usluge i servise, te prostrana parkirališta. Glavna značajka RO-RO terminala je u tome što RO-RO terminal ne obavlja uobičajene lučke manipulacije s teretom već pruža samo usluge. RO-RO terminal je izravna veza između pomorskog i cestovnog prometa.

Čimbenici koji utječu na kapacitet terminala: ¹⁵

- kapacitet broda
- broj vozila
- udaljenost između luke ukrcaja i iskrcaja
- jedinice carinske kontrole
- promet terminala
- lokalni promet
- sigurnosna provjera

Slika 13. RO-RO terminal u Emdenu



Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Ship-loading-at-the-Ro-Ro-terminal-of-the-port-of-Emden-24_fig2_346560381

5.2. VRSTE RO-RO TERMINALA

Terminale možemo podijeliti u 3 osnovne skupine: ¹⁶

- čisti RO-RO terminali; Namijenjeni su za prihvat 4 vrste RO-RO brodova: klasičnih RO-RO brodova (isključivo prijevoz tereta), putnički RO-RO brod (prijevoz tereta i prijevoz više od 12 putnika) i RO-RO brod za prijevoz novih vozila
- višenamjenski RO-RO/LO-LO terminali; Namijenjeni su za prihvat 5 vrsta RO-RO brodova: klasičnih RO-RO brod (isključivo prijevoz tereta), putnički RO-RO brod (prijevoz tereta i prijevoz više od 12 putnika), RO-RO/kontejnerski brod (kombinirani RO-RO brod), te RO-RO brod za prijevoz specijalnih i teških tereta;
- specijalizirani RO-RO terminali; Namijenjeni su za prihvat hibridnih RO-RO brodova, na ovakvoj vrsti terminala mogu postojati posebni uređaji za rukovanje sipkim teretima, te terminali za prihvat putnika i vozila

¹⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209252121630044X?via%3Dihub>

¹⁶ Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str 167.

U pogledu veličine terminali za prihvat RO-RO brodova možemo podijeliti na manje terminale, srednje terminale i velike terminale. Na manjim terminalima nije potreba za lučkim rampama, jer rampu za iskrcaj posjeduje brod. Prilikom izgradnje takve luke potrebno je obratiti pozornost na potrebnu dubinu vode, te na veličinu pristana iz razloga što brod mora sa brodomskom rampom doći skroz do obale. Svi terminali moraju imati sagrađenu svu potrebnu prometnu infrastrukturu, velike površine za parkiranje vozila, te zatvorene skladišne prostore. Terminali srednje veličine moraju imati više sagrađenih pristana za prihvat RO-RO brodova. Veliki terminalu za prihvat RO-RO brodova moraju imati posebno sagrađene obalne rampe.

Tablica 3. Infra i suprastruktura s obzirom na vrstu RO-RO terminala

<i>INFRASTRUKTURA</i>	<i>TIP TERMINALA</i>		
	RO-RO	RO-RO+LO-LO	SPECIJALIZIRANI
<i>Obalne rampe</i>	X	X	X
<i>Obalne dizalice</i>	-	X	O
<i>Interni, terminalski transport</i>	X	X	X
<i>Prostor za smještaj RO-RO jedinica</i>	-	X	O
<i>Površina za smještaj RO-RO jedinica</i>	X	X	X
<i>Sustav EOP</i>	O	X	X
<i>Objekti za smještaj i uslugu putnika</i>	-	-	X
<i>Dodatni terminalski servis</i>	O	X	O

X = uvjetovano; O = nije uvjetovano; - = ne dolazi u obzir

Izvor: Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str 167

5.3. RAMPE NA RO-RO TERMINALIMA

Rampa je pokretna konstrukcija za prijelaz vozila s obale na brod ili pontonski most i obratno. Brodska rampa oslanja se djelomično ili potpuno na obalu preko krme, pramca ili bočno.¹⁷

¹⁷ <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=51763>

Osnovna zadaća rampe je da umanji visinsku razliku između obale (platforme) ili broda, maksimalni dopušteni nagib rampi je 13-14%. Kao jedini način ukrcaja tereta na RO-RO brod, ovisni o širini rampe definirat će se brzina ukrcaja na RO-RO brodove. Nosivost rampi je također vrlo važan čimbenik kod brzine ukrcaja preko rampi, jer se time određuje maksimalni broj vozila (jedinica tereta) na rampi u jednom trenutku, u današnje vrijeme to iznosi oko 450 tona. Dužinom rampi se definira nagib rampe, kod većine brodova glavna paluba se nalazi u visini obale (1-2 metra iznad razine mora), kako bi potrebni nagib rampe bio što manji.

Rampe se dijele na više načina, a s obzirom na vrstu imamo:

- Brodske rampe
- Obalne rampe
- Mosne rampe

5.3.1. Brodske rampe

Brodske rampe spadaju u osnovnu opremu za manipulaciju teretom na RO-RO brodovima u horizontalnom smislu. Prilikom uzdužnog ukrcaja kontejnera potrebna širina rampe je 8 metara, dok je kod LUF sustava ukrcaja potrebna širina 12 metara. Brodske rampe možemo podijeliti s obzirom na kut zatvaranja s uzdužnicom, a to su aksijalne rampe, otklonjene rampe i krmene okretne rampe.

Aksijalne rampe se mogu nalaziti na krmi i/ili pramcu u smjeru uzdužnice broda. Aksijalne rampe se koriste na brodovima koji plove na mjestima gdje je mala oscilacija plime i oseke. Prilikom zatvaranja sa trupom čine cjelinu, te su potpuno vodonepropusna, nakon njihovih zatvaranja nije potrebno stavljati nikakvu dodatnu zaštitu. Mogu biti sa ili bez flapova na kraju rampe. Aksijalne rampe su najčešće korištene rampe na RO-RO brodovima, pretpostavlja se da danas oko 90% brodskih rampi iznose aksijalne rampe. Prilikom korištenja aksijalnih rampi na obalu je potrebno pristati pramcem ili krmom kako bi se rampa mogla spustiti na obalu.

Otklonjene rampe se mogu nalaziti na krmi ili pramcem broda, te zatvaraju kut od 30°-45° sa uzdužnicom. Kod otklonjenih rampi nije potrebno pristajati pramcem ili krmom na

obalu, jer se rampa može pomicati u stranu, te omogućen je iskrcaj tereta čak i kad je brod vezan bočno. Na rampi je ugrađen posebno dizajniran zglob koji se pogoni elektromotorom ili hidrauličnim vitlima koji zakreću kut rampe. Problem ove vrste rampe je što se može zakretati samo u jednu stranu, dakle brod se uvijek mora vezati istom stranom za obalu.

Krmene okretne rampe se nalaze isključivo na krmenom dijelu broda. Sastoje se od dva dijela rampe, platforme na brodu te flapova. Prvi dio rampe je pričvršćen za platformu na brodu, te se nalazi u uzdužnici broda. Drugi dio rampe ima okretni mehanizam pogonjen elektromotorom ili hidraulikom koji omogućuje rampi namještanje u željeni položaj. Prednost ove vrste rampe je to što brod može pristati sa bilo kojim bokom broda ili krmom.

Slika 4. Krmena okretna rampa



Izvor: <https://www.thinkdefence.co.uk/2021/10/ro-ro-ramps-and-linkspans/>

5.3.2. Obalne rampe

Obalne rampe dizajnirane su za rješavanje problema kao što su razlike u plimi i oseki ili prilagodbi različitih vrsta brodova. Ovo pravilo vrijedi za dokove s visinskom razlikom većom od 1,5 metara. Obalna rampa je nagib koji počinje u visini terminala i pada do visine dovoljne za stražnji dio brodske rampe na obalnom zidu.

Obalne rampe mogu se klasificirati na temelju dva faktora:

- a) razlike između visina koje pokriva rampa (klasa A i B)
- b) širina rampe (ovisi o širini rampe najvećeg broda koji će na nju pristati)

5.3.3. Mosne rampe

Mosna rampa (eng. Linkspan) kao i što sam naziv govori predstavlja prijelaz (most) sa obale na brod. Na jednom dijelu su zglibom učvršćene na obalu, a na drugom dijelu su spojene lancima za podvodni betonski blok. Ova vrsta rampe omogućava fleksibilnost pojavom plime ili oseke. Brodske rampe zbog velike nosivosti moraju same po sebi imati veliku masu, zbog velike mase rampi se smanjuje nosivost samog broda. To je razlog sve većem prakticiranju mosnih i obalnih rampi.

Vrste mosnih rampi:¹⁸

1. *Poluuronjene rampe* na jednom su kraju zglibom osigurane za obalu, a na drugom kraju se nalaze balansni tankovi ispunjeni zrakom, na taj način se omogućava podizanje i spuštanje rampe samostalno dolaskom plime i oseke;
2. *Rampe za prihvat dva broda istodobno* razlika između ove i ostalih rampi je veća površina za iskrcaj ili može biti dizajnirana tako da je jedna rampa povrh druge i istovremeno se može prihvatiti dva broda;
3. *Rampa za ukrcaj /iskrcaj željeznickih vagona i vozila*
4. *Plutajuća otklonjena rampa* može se privezati uz smjer obale ili ako je potrebno može se premjestiti za određen kut u stranu
5. *Plutajuća aksijalna rampa* isključivo se može privezati uz smjer obale
6. *Prilagodljiva obalna rampa* je s obadvije strane učvršćena za obalu, ali strana koja je bliža moru može pomoću hidrauličkog pogona prilagoditi visinu

¹⁸ Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2002., str 174-180.

Slika 15. Mosna rampa za prihvat dva broda istovremeno



Izvor: <https://www.thinkdefence.co.uk/2021/10/ro-ro-ramps-and-linkspans/>

5.4. RO-RO LUKE I BRODOVI U HRVATSKOJ

U Hrvatskoj se pretežito primjenjuju RO-RO putnički brodovi (trajekti) u svrhu povezivanja otoka sa kopnom ili dvaju otoka. Domet plovidbe je do 10 M te se u najvećem dijelu koriste simetrični RO-RO putnički brodovi, koji imaju rampe, pogon na krmi i na pramcu radi lakšeg manevriranja i pristajanja.

Kompanija koja prevladava na hrvatskom tržištu je Jadrolinija. Flota Jadrolinije trenutno broji 55 brodova od čega 41 RO-RO putnički brod, od kojih tri za međunarodnu plovidbu. Tri velika trajekta za međunarodnu plovidbu su Marko Polo, Dubrovnik i Zadar, te održavaju međunarodne linije s Italijom (Ancona i Bari). Bijela flota Jadrolinije godišnje preveze preko 12 milijuna putnika i 3 milijuna vozila što čini preko 80% godišnjeg broja svih prevezenih putnika i vozila u pomorskom prometu Republike Hrvatske.

Jadrolinija je lani prevezla 10,5 milijuna putnika i 3,1 milijun vozila, što je 85 posto rezultata u 2019. i 40 posto više putnika i vozila nego u pandemijskoj 2020. godini. Iako je 2021. bila dobra u smislu poslovnih rezultata, tvrtka je oprezna oko procjene prihoda i očekuje da će prihodi biti manji nego u godinama prije pandemije. Gubici u 2020. bili su značajni, a pad broja prevezenih putnika i vozila značajno je utjecao na prihod i likvidnost operatera. U prosincu 2021. Vlada je Jadroliniji dodijelila potporu u iznosu od 52 milijuna kuna za pokrivanje fiksnih troškova.

Tablica 4. Planirani prijevoz putnika i vozila za 2022.

Naturalni pokazatelj i OPIS	OSTVARENJE 2019.	PROCIJENA 2021.	PLAN 2022.	Indeks 2021. vs 2019.	Indeks 2022. vs 2019.
1	2	3	4	5=3/2	6=4/2
1. RIJEKA					
Putnici	2.871.542	2.371.515	2.537.236	82,6	88,4
Vozila	1.093.631	996.259	1.029.182	91,1	94,1
2. ZADAR					
Putnici	2.751.520	2.517.065	2.432.549	91,5	88,4
Vozila	616.867	656.751	651.999	106,5	105,7
3. SPLIT					
Putnici	5.741.300	4.939.436	4.809.643	86,0	83,8
Vozila	1.451.445	1.469.922	1.409.621	101,3	97,1
4. MEĐUNARODNE					
Putnici	225.185	59.199	135.351	26,3	60,1
Vozila	50.222	22.818	27.249	45,4	54,3
UKUPNO (1+2+3+4)					
Putnici	11.589.547	9.887.215	9.914.779	85,3	85,5
Vozila	3.212.165	3.145.750	3.118.051	97,9	97,1
5. BRZOBRODSKE LINIJE					
Putnici	913.849	615.371	763.932	67,3	83,6
Vozila					
SVEUKUPNO (1 do 5)					
Putnici	12.503.396	10.502.586	10.678.711	84,0	85,4
Vozila	3.212.165	3.145.750	3.118.051	97,9	97,1

Izvor: <https://www.jadrolinija.hr/>

Hrvatska broji 42 RO-RO luke podijeljene u područja, to su manje obalne luke koje služe za privez jednog do dva broda. Od infrastrukture se na većini pristaništa nalaze sanitarni čvorovi, kafići, restorani ili manje trgovine zbog toga sto su to putničke luke, te kako bi putnici imali gdje boraviti dok čekaju brod. Bunker (punjenje goriva) se najčešće obavlja cisternama koje dolaze u luke boravka broda. Vozila se ukrcavaju i iskrcavaju pomoću brodskih rampi koje se naslanjaju na obalne rampe, točnije nagib koji počinje u visini terminala i pada do visine dovoljne za stražnji dio brodske rampe na obalnom zidu.

Tablica 5. Hrvatske trajektne luke podijeljene po područjima

Trajektne luke				
Riječko područje: <ul style="list-style-type: none"> •Valbiska •Merag •Brestova •Porozina •Lopari •Prizna •Žigljen 	Zadarsko područje: <ul style="list-style-type: none"> •Zadar •Premuda •Silba •Olib •Mali lošinj •Brbinj •Iž 	Splitsko područje: <ul style="list-style-type: none"> •Trogir •Drvenik •Split •Rogač •Vis •Supetar •Hvar •Ploče 	Šibensko područje: <ul style="list-style-type: none"> •Šibenik •Zlarin •Kaprije •Žirje 	Dubrovačko područje: <ul style="list-style-type: none"> •Dubrovnik •Suđurad •Prapratno •Sobra

Izvor: <https://www.jadrolinija.hr/redovi-plovidbe-i-cijene/lokalne-linije-2022>

6. ZAKLJUČAK

Pojava kontejnera izazvala je veliki razvitak transportnih tehnologija. Kontejner je jedinica koja je prilagođena svim granama prometa, također velika prednost je višekratna upotreba i mogućnost prijevoza raznih vrsta tereta. Nakon razvitka kontejnera i kontejnerskog broda započinje proces kontejnerizacije. Od prvog prenamijenjenog broda za prijevoz kontejnera 1956. koji je prevezao 56 kontejnera, do danas gdje najveći brod EVER ACE prijevozi 24004 kontejnera.

Kontejnerski promet i dalje ostvaruje značajan porast u međunarodnoj trgovini i nemoguće je odrediti do kojih brojeva će se razvijati. S obzirom na porast kontejnerskog prometa konstanto su potrebna nova ulaganja u infrastrukturu terminala, prilaznih cesta i noviju tehnologiju. Očekivanja su da će većina terminala biti potpuno ili skoro potpuno automatizirana. Automatizacijom se postiže učinkovitiji proces prekrcaja tereta, što pripomaže ideji kontinuiranog transporta bez prekida.

Od razvitka Ro-Ro tehnologije uvelike se olakšao prijevoz tereta na kotačima jer se time produžio cestovni transport. Važnost Ro-Ro tehnologije je jednostavna prilagodljivost, neovisno o vrsti luke i rampe koje se koriste. Lakše povezivanje otoka sa kopnom omogućili su i porast u turizmu. Izrazito jednostavna manipulacija i neovisnost o obalnoj mehanizaciji su samo neke od prednost. Zbog vrlo jednostavne i jeftine kopnene infrastrukture Ro-Ro terminali se smatraju financijski najprofitabilniji lukama. U Hrvatskoj se pretežito Ro-Ro tehnologija koristi za potrebe prijevoza ljudi i njihovih osobnih automobila, točnije ponajviše za potrebe turizma i života ljudi na otocima. Postoji mogućnost za daljnjim razvitkom tehnologije i napretkom luka uz minimalna financijska opterećenja.

7. LITERATURA

Knjige

1. Krinčić, J.: Luke i terminali, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
2. Dundović, Č., Lučki terminali, Pomorski fakultet, Rijeka, 2002.
3. Mlinarić, T.J., Robno transportni centri, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, 2015
4. Ivaković, Č., Jurum, J., Metodologija utvrđivanja potrebite mehanizacije za rad i usluživanje kontejnerskog terminala, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1995
5. Dundović, Č., Sredstva unutrašnjeg transporta – Viljuškari, Fakultet za pomorstvo i saobraćaj, Rijeka, 1986
6. Luketić, M., Razvoj i organizacija huckepack prijevoza u Europi, 1991.
7. Ivaković, Č.: Model kontejnerskog terminala u funkciji integralnog transporta, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1990
8. Kos, S., Vranić D.: Morska kontejnerska transportna tehnologija I, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2006.

Internetske stranice

1. <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=51763>
2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209252121630044X?via%3Dihub>
3. Toyota Industries Report: Toyota Industries' Container Transport AGV System Contributing to Evolution of Port Logistics, Aichi
4. The Williams Sale Partnership Limited: Maritime Cargo Facilities, <https://www.wsp.com/en-GL/sectors/maritime-cargo-facilities>

Popis slika

Slika 1. Kontejnerski terminal u Manili	7
Slika 2. Kontejnerske obalne dizalice	16
Slika 3. Hvatač kontejnera (engl. Spreader)	16
Slika 4. Portalni prijenosnik velikog i malog raspona	17
Slika 5. Bočni prijenosnik	14
Slika 6. Čeoni viličar	18
Slika 8. Autodizalica	16
	38

Slika 9. Poprečni presjek kopnenog kontejnerskog terminala	17
Slika 10. Način rada na automatiziranom kontejnerskom terminalu	19
Slika 11. Automatski vođena vozila	21
Slika 12. Automatska dizalica	22
Slika 13. RO-RO terminal u Emdenu	26
Slika 14. Krmena okretna rampa	33
Slika 15. Mosna rampa za prihvat dva broda istovremeno	31

Popis Tablica

Tablica 1. Kriteriji izbora lokacije prema pripadnosti područja-----	6
Tablica 2. Dimenzije kontejnera-----	8
Tablica 3. Infra i suprastruktura s obzirom na vrstu RO-RO terminala-----	27
Tablica 4. Planirani prijevoz putnika i vozila za 2022.-----	32
Tablica 5. Hrvatske trajektne luke podijeljene po područjima-----	32

Popis Grafikona

Grafikon 1. Prednosti i nedostaci Ro-Ro tehnologije-----	24
--	----