

# Tehnologija prekrcaja, slaganja i učvršćivanja na Ro-Ro brodu

---

**Pavletić, Andre**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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:187:064623>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-07**



**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](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**

**SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI/DIPLOMSKI STUDIJ**

***NAUTIKA I TEHNOLOGIJA POMORSKOG PROMETA***

***Tehnologija prekrcaja, slaganja i učvršćivanja na RO-RO brodu***

Završni rad

Predmet: Tehnologija prijevoza kontejnera i RO-RO tehnologija

Mentor : Renato Ivče

Student : Andre Pavletić

## **SAŽETAK**

“Tehnologija prekrcaja, slaganja i učvršćivanja tereta na RO-RO brodu“ je završni rad koji opisuje vrste prijevoza, općenito RO-RO brodove i njihove karakteristike, brodska sredstva za prekrcaj tereta, sredstva za manipulaciju teretom u unutrašnjosti broda i načine slaganja i učvršćivanja RO-RO tereta na brodu. Planiranje i tehničko tehnološka obilježja RO-RO terminala, vrste RO-RO terminala, vrste obalnih prekrcajnih sredstava. Rad se sastoji od uvoda, 6 poglavlja sa svojim pripadajućim podpoglavljima, slika, zaključka, popisa literature i popisa slika.

Ključne riječi: RO-RO tehnologija, manipulacija teretom, rampe, RO-RO terminali

## **SUMMARY**

“Technology of transshipment, stowage and securing of cargo aboard RO-RO ship“ is scientific paper that describes type of transport, generally about RO-RO ship and their characteristics, ships equipment for transshipment, equipment for manipulation of cargo inside ship and types of stowage and securing of cargo aboard of RO-RO ship. Planning and construction of RO-RO terminal, types of RO-RO terminals, types of shore equipment for transshipment. This paper is consist of by introduction, 6 chapters with associated subchapters, pictures, conclusion, list of literature and list of pictures.

Key words: RO-RO technology, cargo manipulation, ramps, RO-RO terminals

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. KATEGORIZACIJA POMORSKOG TRANSPORTA</b> .....	1
2.1. Integralni transportni sustav.....	2
2.2 Multimodalni transportni sustav.....	3
2.3. Vrste RO-RO tereta.....	4
<b>3. KLASIFIKACIJA Roll on-Roll off BRODOVA</b> .....	6
3.1. Klasifikacija Roll on-Roll Off brodova po gasu.....	6
3.2. Klasifikacija Roll on-Roll Off brodova po namjeni .....	6
3.3. Povijesni razvoj RO-RO brodova.....	9
<b>4. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA RO-RO BRODOVA</b> .....	10
4.1. Aksijalna rampa.....	11
4.2. Otklonjena rampa .....	12
4.3. Okretna krmena rampa.....	13
4.4. Bočna vrata i rampe.....	14
4.5. Oprema za manipulaciju teretom u unutrašnjosti broda.....	15
4.6 Učvršćenje tereta.....	16
<b>5. RO RO TERMINALI</b> .....	19
5.1. Prednosti i mane Roll on-Roll off sustava.....	20
5.2. Tehničko-tehnološka obilježja Ro Ro termina.....	21
5.2.1. Vrste Roll on-Roll off terminala.....	21
5.2.2. Konstrukcija Roll on-Roll off terminala.....	23
5.2.3. Obalne (lučke) rampe.....	25
5.2.4. Pomični mostovi(linkspan) .....	26
5.3.5 Planiranje potrebnog kapaciteta terminala.....	28
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	29
7. Popis literature.....	31
8. Slike.....	32

Student: Andre Pavletić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112068044

### **IZJAVA**

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom “ TEHNOLOGIJA PREKRCAJA, SLAGANJA I UČVRŠĆENJA NA RO-RO BRODOVIMA“ izradio samostalno pod mentorstvom prof. Dr.sc. Renato Ivče

U radu sam primjenio metodologiju znanstvenoistraživačkog 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. Rad je pisan u duhu hrvatskog jezika.

Suglasan sam s objavom završnog rada na službenim stranicama Fakulteta.

Student :

Andre Pavletić

## **1 . UVOD**

71% zemljine površine je prekriveno vodom tj. morima i oceanima , zato se najveći promet teretom i ljudima provodi morem. Svakim danom civilizacija napreduje, stoga se povećava upotreba prijevoza robe morem. Iz toga razloga raste pomorska svjetska flota. Prioriteti brodara i vlasnika brodova su kvalitetna izrada i izdržljivost broda, minimalni troškovi održavanja i potrošnje. Analizirajući maksimalno iskorištavanje broda i njegove posade do maksimuma od strane brodara, neophodno je istraživati druge metode kako bi ostali konkurentni. Pojedine metode su analizirane poput razvoja tehnologije tijekom godina i rješavanje poteškoća današnjeg doba.

Brodске specifikacije ovise o vrsti plovila i težnji za teretom kojeg prevoze. Idealna rješenja su nađena zbog potrebe, iz tog razloga što se tijekom prijevoza pruža poprilična pozornost sigurnosti broda i posade. Proučavati će se nekoliko vrsta brodova koje čine veći dio svjetske flote. Sve vrste plovila moraju zadovoljavati određene norme i sukladno normama planira se projekt zadovoljavajućeg rješenja cijene konstrukcije, završnog proizvoda te usluge koje će brod pružati.

RO-RO brodovi građeni su za prijevoz tereta na kotačima koji može biti ukrcan samostalno ili pomoću prekrcajnih sredstava. Sukladno tome planiranje i izrada se poprilično razlikuju u odnosu na druge brodove. Temeljna značajka RO-RO brodova je oprema (rampe) koje spajaju brod i obalu na pramcu ili krmi i osiguravaju pristup brodu različitim vrstama vozila zajedno sa teretom ili bez. Izuzevši rampe različitih vrsta ova plovila često imaju otvore i vrata na bokovima broda namijenjene za prekrcaj tereta. Za ove brodove specifično je što za smještaj tereta imaju velike hale koje nalikuju na garaže. Prostor za teret na RO-RO brodovima nemaju nepropusne pregrade nego su građene po principu jednog prostora, tako je osigurana kvalitetna manipulacija teretom protočnost vozila. Kada je brod opremljen pramčanim i krmenim rampama pričamo o protočnom tipu broda.

## **2. KATEGORIZACIJA POMORSKOG TRANSPORTA**

Transport robe i ljudi morem koristi se od daleke povijesti pa do danas, no prevaga do razvoja tehnologije u pomorstvu koju danas koristimo nastala je tijekom drugog svjetskog rata. Poslije rata počinje konstrukcija i izgradnja brodova sa posebnim zahtjevima za vrstu tereta koju brod prevozi. Postratni napredak industrije i povećanje proizvodnje uzrok su tome

da brodovi za generalne terete prevoze gotove proizvode veće tržišne cijene u odnosu na rasute i druge terete. U postratnom periodu također ubrzano se razvijaju brodovi za prijevoz nafte i njenih derivata. Spomenuti period također utječe na razvoj brodova za prijevoz putnika koji se dijele na putničke brodove za kružna putovanja sa svrhom krstarenja unaprijed određenom rutom i na ro ro putničke brodove čija je svrha prijevoz ljudi i vozila između dvije luke na kraćim ili većim udaljenostima.

Završna vrijednost proizvoda značajno ovisi o naplati transporta za prijevoz tereta. Prema tome naplata transporta je podložna brojnim ekonomskim analizama, razlog tome je određivanje efikasnosti prijevoza tereta. <sup>1</sup> “Vrijeme boravka broda u luci i trajanja ukrcaja/iskrcaja tereta i vrijeme plovidbe broda odvojene su radne i obračunske jedinice jedinstvenog procesa kojemu je svrha odrediti najpovoljniji odnos između faze ukrcaja i iskrcaja tereta u lukama”.

Osnovni zadatak svakog broдача je ostvariti što veći profit u poslovanju, pri čemu pogoduje kvalitetna eksploatacija broda tj. da brod stoji u luci što je kraće moguće prije isplovljenja. Kompanije i vlasnici brodova da bi zadovoljili potrebe iskorištavanja broda primjenjuju alternativne metode prekrcaja tereta kojima dobivaju na vremenu tijekom prekrcaja i povećava se kvaliteta manipulacije teretom. Tijekom poslijeratnog perioda nastaju i zajedno se razvijaju dvije kategorije transportnih tehnologija., njihovo usavršavanje traje i danas. Te tehnologije su:

- multimodalni transport
- integralni transport

Izuzeši multimodalni i integralni transport još se koriste i integrirani, intermodalni, kombinirani itd.

## **2.1. Integralni transportni sustav**

Način transporta i manipulacije generalnog tereta gdje se pojedine jedinice tereta ujedinjuju tj. skupljaju u jednu uporabom specijaliziranih uređaja, time omogućavamo upotrebu suvremenih prekrcajnih sredstava i ostvarivanje maksimalne stope efikasnosti. Neizostavni segmenti bez kojih integralni transport ne bi funkcionirao su kontejnerizacija

---

<sup>1</sup> Pavao Komadina : Brodovi multimodalnog transporta. str 4 RIJEKA 1998.

odnosno paletizacija tereta. <sup>2</sup>“Da bi se teretom brže i jednostavnije rukovalo, a osobito što brže roba složila u brodsko skladište, upotrebljavaju se posebne drvene ili metalne platforme nazvane paletama.“ Standardi zahtijevaju da palete zadovolje zahtjeve i uvjete što se tiče čvrstoće i oblika zbog što jednostavnijeg prekrcaja s viljuškarcima odnosno samaricama. Mana paleta je zauzimanje prostora u brodskom skladištu (10-15%) jer se moraju krcati na brod zajedno s teretom.

Ovisno o svojoj konstrukciji, određena vrsta tereta nije u mogućnosti biti dio paletizacije. Primjena kontejnera u prijevozu morem je drugi i važniji segment integralnog transporta. Postoji više vrsti materijala za izradu kontejnera kao npr. drvo, metal, plastika kao naravno i više izvedbi ovisno o teretu kojeg kontejner prevozi. Kontejner je sredstvo koje se može koristiti mnogobrojno puta u prijevozu morem. Zajedno s paletama u velikoj mjeri ubrzava manipuliranje teretom i umanjuje potrebno vrijeme za prekrcaj, služi za zaštitu tereta, umanjuje cijenu osiguranja tereta i uvelike olakšava transport i skladištenje. Uglavnom služe za prijevoz generalnog tereta međutim postoje izvedbe za transportiranje tekućina, rasutog tereta, plina i hladene robe. Dodatni plus je mogućnost prijevoza paletizirane robe u kontejneru. Glavne mane korištenja ovoga sustava su visoki troškovi izgradnje brodova, gubitak prostora za skladištenje tereta, nužnost posebnih terminala i kvalificirana posada. Kontejneri primjenjivani svakodnevno u transportu morem obavezni su ispuniti određene zahtjeve i uvjete:

- izrađen od trajnog i čvrstog materijala da se omogući učestalo korištenje
- osmišljen i dizajniran za jednostavno korištenje u različitim granama transporta
- opremljen uređajima za brzo rukovanje
- jednostavan ukrcaj i iskrcaj

## **2.2. Multimodalni transportni sustav**

Sustav koji se razvio paralelno sa integralnim transportom. Karakteristično za multimodalni transport je kombinacija dva ili više transportna sredstva iz drugih tehnologija prijevoza. Sustav funkcionira tako da se teret ukrcava na prijevozno sredstvo jedne grane prometa, pri čemu se to prijevozno sredstvo ukrcava kao teret na prijevozno sredstvo druge grane prometa.

---

<sup>2</sup> Prikrić Boris : Integralni i Multimodalni transport. Str 5 Rijeka. Fakultet za pomorstvo i saobraćaj. 1983/84



Osnovna obilježja MMT-a po UN-ovoj konvenciji o multimodalnom transportu su:

- pružatelj usluga transporta i krajnji korisnik ne moraju se nalaziti na istom području.
- transport se izvršava s minimalno 2 transportna sredstva, transport se realizira koristeći minimalno dvije tehnologije prijevoza
- nije potrebno sklapanje više ugovora u prijevozu
- pružatelj usluga transporta je kvalificirana osoba odgovorna za kompletan prijevoz
- jedna isprava se izdaje za kompletni proces transporta tereta

Element multimodalnog transporta pri čemu se sustav značajno udaljava od drugih sustava uz to samim time predstavlja prevagu u odnosu na druge je mogućnost prekrcanja tereta sa broda i na brod bez skladištenja.

Postoje dva primjera multimodalnog sustava u praksi:

- ukrcaj ili iskrcaj tereta na kotačima
- ukrcaj ili iskrcaj tereta sa teglenice

Osnovna namjena teglenice je sortiranje tereta, one se koriste za prijevoz tereta do broda kad se prekrcaj odvija van pristana. Teglenice se tegle ili potiskuju sa specijaliziranim brodom i način manipulacije teretom ovisi o vrsti broda.

Usljed karakteristične konstrukcije i specifikacija tereta u multi-modalnom transportu značajno se osjeti gubitak prostora za teret koji iznosi između 30% i 50%. Kompanije i vlasnici pristupili su rješavanju problema, na način da se u proteklom periodu češće upotrebljavaju hibridni brodovi koji su u mogućnosti na palubama prevoziti generalni teret uz standarni prijevoz tereta na kotačima.

### **2.3. Vrste RO-RO tereta**

Temeljna karakteristika prijevoza tereta na kotačima je ukrcaj tereta koji se obavlja u horizontalnom smjeru. Vozila se prekrcavaju vlastitim pogonom ili pomoću lučkih prekrcajnih sredstava uzdužno putem brodske prekrcajne opreme tj. rampe. Nakon ukrcaja vozilo se vodi do predodređenog prostora za skladištenje i tada je spremno za učvršćivanje. Ako prijevozno sredstvo ostaje na brodu tijekom prijevoza tada se teret učvršćuje zajedno s njim. Ukrcaj ili iskrcaj tereta na kotačima odrađuje se po narednim postupcima:

- vozilima tj. teretom sa svojim pogonom;
- postavljanjem tereta na klasične prikolice i dovlačenjem lučkim vozilima
- postavljanjem tereta na “MAFI“ prikolice i dovlačenjem lučkim vozilima
- lučkim ili brodskim viličarima i ostalim transportnim prijevoznim sredstvima opremljenim ovisno o karakteristikama tereta.

Transport tereta na kotačima osobnim pogonskim sredstvom (automobili, kamioni..) je najučestaliji proces upotrebe ove tehnologije. Brodovi za prijevoz tereta na kotačima u stanju su transportirati brojne kategorije vozila, naime da bi se skladišni prostor iskoristio do maksimuma brodovi se adaptiraju pojedinoj kategoriji. Jedinstvenost ove tehnologije u usporedbi sa drugim tehnologijama je sposobnost ukrcaja vozila direktno sa ceste na brod.

Za prijevoz generalnog tereta uz posebne “MAFI“ prikolice u upotrebi su i klasične kamionske. Teret mora biti postavljen na prikolice prije prekrcaja na brodu, i to se obavlja na predodređenom području luke.

“MAFI“ prikolice su u upotrebi pri manipulaciji teretom i one su uobičajena brodska oprema. Postoji više izvedbi brodskih prikolica ovisno o vrsti tereta kojeg prevoze i karakteristikama toga tereta. Izvedbe „MAFI“ prikolica su opisane u nastavku teksta.

Brodске prikolice čija je svrha transport kontejnera i tereta manjih gabarita i mase - teret se transportira na gotovo identičan način kao i kod klasičnih kamionskih prikolica pomoću lučkog prekrcajnog vozila. Nakon ukrcaja jedinica tereta ili kontejner se ostavlja na prikolici te se zajedno s njom osigurava.

Prikolica namijenjena za prijevoz teških tereta – ima mogućnost sklapanja i spuštanja pa se još naziva sklopiva spuštена prikolica. Namjena je transport raznolikog teškog tereta. Prikolica ima četiri kotača na prednjem tj. stražnjem dijelu i oni su mobilni, stoga su u mogućnosti ubacivati se i vaditi ovisno o potrebama operacije ukrcaja ili iskrcaja tereta. Kotačima se manipulira upotrebom dva ili više viljuškara, po završetku teret se osigurava i prekrcava na brod. Nakon ukrcaja kotači se izvlače i prikolica se podloži odgovarajućim gredama.

Primarna funkcija spuštene prikolice je prijevoz kontejnera i teških jedinica tereta. Prikolica se na brod prevozi na isti način kao i druge izvedbe vučnim vozilom, za iskrcaj se koriste specijalizirani viljuškari. Viljuškari i druga prijevozna sredstva upotrebljavaju se za manipulaciju teretom s broda i na brod. Osnovna svrha viljuškara je prijevoz tereta na paletama, naime postoji potreba za specijaliziranom opremom ovisno o vrsti tereta. Kod

brodova za prijevoz tereta na kotačima što se tiče manipulacije teretom glavnu ulogu imaju vučna vozila.

### **3. KLASIFIKACIJA RO-RO BRODOVA**

Postoji mnogo vrsta RO-RO brodova i elementi podjele brodova su:

- dužina i širina broda
- namjena broda tj. vrsta tereta koje prevoze
- gaz

70-ih godina prošlog stoljeća za RO-RO brodove ključna je postala udaljenost plovidbe broda. Na temelju toga nastaje podjela po udaljenosti. Naime u pomorskoj literaturi se pojavljuje podjela brodova na tri generacije, i to su po nosivosti, relaciji plovidbe i po vremenskom periodu gradnje.

#### **3.1. Klasifikacija RO-RO brodova po gasu**

Najvažniji element broda za mogućnost ulaska i kasnije izlaska iz luke, posadu i sve učesnike pomorskog podviga je gaz broda. U vremenskom periodu izdavanja standarda za dubinu pristana uobičajeno je bilo da RO-RO brodovi imaju gaz manji od 6 m. Standard je izdala Međunarodna komisija za standardizaciju Prateći te podatke odluka organizacije je bila gradnja pristana minimalne dubine 6.1 m, stoga su se brodovi za prijevoz tereta na kotačima podjelili u dvije skupine: A i B

- A - gaz manji od 6 m
- B - gaz veći od 6 m

Spomenuti standard danas ne vrijedi zbog velikog broja problema. Prije svega većina RO-RO brodova ima gaz veći od 6 m stoga ih malo spada u grupu A. Između ostalog plovila kraćih ruta koja bi trebala biti smještena u prvu grupu imaju veće gazove i dimenzije stoga ih se uvrštava u drugu grupu. Usprkos velikoj neravnoteži i neučinkovitosti ove razdiobe brodova još je aktivna i primjenjuje se u radu.

### 3.2. Podjela RO-RO brodova po namjeni

Kod podjele Roll on-Roll off brodova po namjeni najznačajnije razlike kod brodova su po teretu kojeg transportiraju, po konstrukcijskim obilježjima te načinu rukovanja teretom. Sukladno navedenoj podjeli ima 7 vrsti brodova, koji sadrže i kratice uz naziv koje koriste u radu. Postoje slučajevi da se kratice mijenjaju ali to je prihvatljivo praksi.

– RO-RO (freight RO-RO ship) - standardni brodovi za prijevoz tereta na kotačima, mogu biti konstruirani za plovidbu na dugim i kraćim relacijama. Ukrcaj i iskrcaj tereta se obavlja prvenstveno uzdužnim putem.

Slika 1 RO-RO freight ship „Seiwa Maru“



Izvor ( <https://www.mhi.com/products/ship/ro-ro cargo ship seiwamaru.html>)

- CAPA (Ro-pax) – Klasičnog izgleda i karakteristika, osim što je ima mogućnost smještaja više od 12 putnika brodu, bez mogućnosti ostanka u kabinama ili noćenja. Najčešće se radi o brodovima trajektima koji spajaju ne daleke luke što znači da su zadržavanja putnika na brodu kratkotrajna te mjesta za prihvat putnika. su realizirana kao prostrani brodski salon. SOLAS konvencija iz 1977. godine propisuje da ovi brodovi moraju biti konstruirani po „standardu jednog prostora“ .

Slika 2 RO-RO CAPA ship „Četiri Zvonika“



Izvor (<https://www.rabdanas.com>)

– CACA (PCC) – mogu biti za duge i kratke relacije namijenjeni su za prijevoz automobila, postoje razne izvedbe tih brodova, od nešto manjih brodova do poprilično velikih.

PCC – ( Pure car carriers) vrsta RO-RO broda prvenstveno konstruirana za prijevoz osobnih automobila, dok PCTC ( Pure car truck carrier) prevozi više vrsti vozila kao teret.

Brodovi su u izvedbi sa “Quarter“ rampom na krmu, bočnim rampama/vratima na obje strane, i opremljeni sa unutarnjim dizalima i rampama za lakše manipuliranje teretom unutar broda.

Slika 3 CACA PCC NYK Cetus Leader



Izvor ( <http://www.shippedia.com/ships/ship-types/ro-ro/>)

CONT (conro) - klasični brodovi za prijevoz standardniziranog tereta sa mogućnošću prihvata tereta na kotačima na glavnu palubu. RO-RO teret se prevozi pod palubom u zatvorenim, provjetravanim skladištima/garažama koje su zaštićene od vremenskih uvjeta, dok su kontejneri na glavnoj palubi. RO-RO teretom se manipulira horizontalnim načinom, preko otklonjenih krmnih rampi, a kontejnerima se manipulira LO-LO (lift on/lift off) tehnologijom.

PACA - brodovi konstruirani za plovidbu kraćim udaljenostima i namijenjeni transportu brodskih prikolica sa teretom i osobnih automobila. Također građeni po SOLAS-ovom standardu iz 1977-godine.

HYBR - brodovi koji uz teret na kotačima prevoze drugu vrstu tereta ovisno o specijalizaciji broda. Navedene grupe ne obuhvaćaju u cjelosti ostale kategorije brodova koje primjenjuju RO-RO sustav. Naročito su posebni brodovi konstruirani za plovidbu dugim udaljenostima. (Deepsea RO-RO), podjela tih brodova se vrši po slijedećim grupama :

R – standardni brod za prijevoz tereta na kotačima, operacije teretom su moguće samo u uzdužnom smislu preko rampi ( Pure RO-RO vessel)

G – brod koji ima mogućnost prijevoza tereta na kotačima u garažama, manipulacija se odvija kao i kod standardnog RO-RO broda. Uz RO-RO teret brod može i prevoziti kontejnere i generalni teret koji se ukrcava Lift on – Lift off tehnologijom, taj teret se krca na palubu ili u skladišta kroz grotla.

H – brodovi konstruirani za prijevoz teških tereta na kotačima i vangabaritnih tereta.

Klasični tereti takvih brodova su autobusi, kamioni, građevinarski strojevi, vojna oprema i sl.

### **3.3 Povijesni razvoj RO-RO brodova**

RO-RO brodovi svrstavaju se u brodove specijalne namjene, koji svojom konstrukcijom i sustavom manipulacije teretom odudaraju od drugih tipova brodova. Prema SOLAS-u koji je donesen od strane IMO-a. Konstrukcija RO-RO broda isplanirana je na način da se brod sastoji od jedne odnosno većeg broja paluba. Palube nisu odvojene nepropusnim pregradama jer tu funkciju preuzimaju rampe kada su dignute, uglavnom se palube prostiru čitavom dužinom broda. Prekrcaj tereta se obavlja u horizontalnom smislu

preko prekrcajnih rampi i brod prevozi standardne terete na kotačima, do pakiranih rasutih, tekućih u tankovima i kontejnerima na klasičnim ili brodskim prikolicama.

Prvi primjer RO-RO broda stavljen je u pogon u Velikoj Britaniji točnije u Škotskoj (Firth of Forth) 1851. godine. To je bio „trajekt“ koji je za teret prevozio željezničke vagone. Razvoj integralnog i MMT- sustava transporta utječe i na razvoj RO-RO brodova pošto su i oni dio te tehnologije prijevoza. Razvoj se ubrzano nastavlja u 60-im godinama 20-og stoljeća jer se formira veći broj redovnih linije na kraćim relacijama za prijevoz RO-RO tereta na Baltičkom i Sjevernom moru. Danas se te linije pokušavaju ponovo uspostaviti uz programe Marco Polo i Marco Polo III.

Prve izvedbe RO-RO brodova imale su nosivost do maksimalno 2.000 tona, tijekom godina dolazi do razvoja i početka gradnje brodova korisne nosivosti veće od 10.000 tona. Nosivost današnjih RO-RO brodova doseže i do iznad 30.000 tona. Dužina parkirne trake prvih verzija RO-RO brodova dosegala 100 i 200 metara, dok kod suvremenih ukrcajna traka dostiže i do 6000 m. Ova vrsta brodova u početku je imala pozitivno poslovanje pri kraćim, pa potom i dužim plovidbama. Ponajprije se istakla brzina prekrcaja koja omogućuje RO-RO tehnologiji najniže troškove prekrcaja kada se gleda jedinica tereta u odnosu na druge tehnologije. Učestala pojava je kombinacija RO-RO sustava sa drugim sustavom npr. kontejnerima.

Kada je RO-RO kombiniran sa drugom vrstom prekrcaja tereta npr. dizalicama za kontejnere brod je hibridan tj. specijaliziran za kontjenere makar postoji puno kombinacija. U ovom slučaju teret na kotačima se prevozi u garažama, a na glavnoj palubi se prevoze kontejneri. Pri ukrcaju ako na brodu ili luci nema dovoljan broj klasičnih ili “MAFI“ prikolica standardnizirani teret se krca pomoću viličara. Ukrcaj viljuškarima nije tipičan makar uz kvalitetno obavljen posao nema velikog utjecaja na brzinu ukrcaja ili iskrcaja, ipak se koristi samo u krajnjoj potrebi. Konstrukcija i namjena ovih brodova primarno je prijevoz tereta na kotačima.

## **4. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA RO-RO BRODOVA**

Standardni teret ovih brodova su vozila koja se ukrcavaju svojim pogonom ili lučkim vozilima. Specifičnost prijevoza ove vrste tereta je zahtjev da se brodovi razlikuju u konstrukciji i obilježjima od brodova druge namjene.

Nosivost broda se definira duljinom ukrcajne trake. Odnos širine i dužine kod RO-RO brodova iznosi 5-6,5 dužine naprema 1 m širine i tu se primjeti razlika pošto drugi brodovi uobičajeno imaju odnos 7-8 m dužine naprema 1 m širine. Uslijed takvog omjera dužine i širine kod ovih brodova omogućen je prijevoz veće količine tereta, te efikasnija i učinkovita manipulacija teretom. Mana ove vrste konstrukcije i izgradnje broda je poprilična vrijednost poprečne stabilnosti i iz toga razloga brod je prestabilan što nije prednost pri plovidbi.

Glavna konstrukcijska obilježja koja čine ovu vrstu broda jedinstvenom su brodske prekrajne rampe i bočni otvori ili bočna vrata čija je namjena prekrcaj tereta sa pristana na ukrcajnu palubu broda. Brod je konstruiran na načina da palube za smještaj tereta broda nalikuju velikim halama tj. garažama, nepropusnih pregrada nema budući da je brod građen po standardu jednog prostora.

Podjela brodova u uzdužnom smislu provodi se po palubama, uglavnom se dijele na tri palube. Konstrukcija broda mora biti ojačana zbog djelovanja značajne mase na nju. Manipulacija teretom među palubama izvodi se pomoću unutarnjih rampi i liftova. Standardno visina između paluba iznosi od 4,5 do 7 m, pošto RO-RO brodovi zbog svoje konstrukcije moraju imati veći broj paluba sukladno tome razmak će biti manji 1,6 do 2,2 m. Zbog raznovrsnih gabarita tereta koji se prevozi nastaje mnogo neiskorištenog korisnog prostora. Kod brodova sa mogućnošću pomicanja paluba po vertikali taj problem je moguće riješiti, dok brodovi koji nemaju tu mogućnosti imaju izgubljeni prostor.

Veliki problem kod RO-RO brodova je naplavlivanje u slučaju propuštanja ili kvara rampi koje služe kao nepropusne pregrade.

### **4.1. Aksijalna rampa**

Aksijalne rampe su prva vrsta rampi ugrađene na brod, one su produžetak krme/pramca tj. postavljene na krajevima u uzdužnici broda. Da bi bio mogući prijenos tereta i korištenje rampi brod mora pristati okomito uz obalnu liniju. Aksijalne rampe su



uobičajene na RO-RO brodovima. Ovu vrstu rampe kao dio konstrukcije broda posjeduje do 90 posto brodova ove vrste.

Temeljne specifikacije rampi :

- manje mase u odnosu na masu broda (do 50 tona)
- praktična konstrukcija rampe i isplativa cijena izrade
- nepropusno zatvara krmenu i pramčanu stranu i samim time nisu potrebna vodonepropusne pregrade.

Ova vrsta rampi je u upotrebi na područjima gdje su amplitude plime i oseke skoro zanemarive. Prikladne su i učestale na linijskim trajektima u plovidbi kraćim relacijama i za pravilan privez zahtjevaju odgovarajuću vrstu pristana ( L pristan ili četverovez). Brodovi veće konstrukcije posjeduju izvedbe rampe koje se sastoje od dva dijela.

*Slika 4 Aksijalna rampa*



Izvor: (<https://www.macgregor.com/services/conversions/Conversions-for-ro-ro-equipment/>)

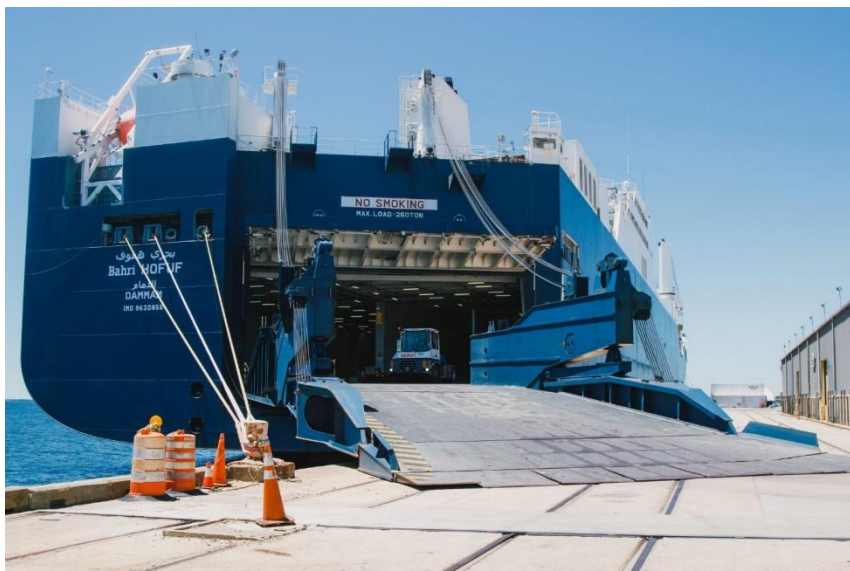
## **4.2. Otklonjena “Quarter“ rampa**

“Quarter“ rampa nalazi se na pramcu ili krmi ovisno o namjeni broda, postavljena je na način da sa uzdužnicom zatvara kut od 30°–45°. Upotrebom se omogućuje korištenje bočnih vrata jer se brod veže bokom za obalu. Izvedba otklonjene rampe - “Jumbo“ rampe koje se upotrebljavaju premašuju dužine od 50 m, sigurnosno radno opterećenje (safe working load) 400 tona, ukrajna traka širine 12 metara. Omogućava neometan rad u luci koja je podložna amplitudama morskih mijena od 8,5 m. Za spuštanje rampe nije potreban poseban

oblik obale ( L, četverovez) kao kod korištenja aksijalne rampe ili rampi koje se nalaze u uzdužnici broda. Tijekom ukrcaja i iskrcaja tereta koristeći otklonjenu rampu, usporedno se odvijaju manipulacije pomoću drugih prekrcajnih sredstava i tehnologija.

Nedostatak ove rampe je ovisnost o načinu priveza broda za obalu, pošto nemaju sve luke pogodne uvjete za manevriranje broda. Iz tog razloga postoji mogućnost otežanog priveza broda na potrebnu stranu . Konstrukcija rampe izrađena je od tri dijela. Pomoću senzora hidraulični cilindri kompenziraju razliku u visini obale i rampe. Cilindri su smješteni između prvog i drugog dijela. Rampom se rukuje sa dva hidraulična vitla koji su spojeni pomoću sajli sa koloturima koji se nalaze na vrhu krmenih stupova za koje je pričvršćena rampa. Pri plovidbi veće rampe se sklope, a manje se postavje uspravno u odnosu na brod.

*Slika 5 Quarter rampa Bahri Hofuf*



Izvor(<https://www.facebook.com/398855676841506/posts/the-bahri-hofuf-is-here-for-a-quick-visit-she-is-a-ro-ro-cargo-ship-and-is-721-f/3148034701923576/>)

### **4.3. Okretna krmena ( slewing) rampa**

Krmena okretna rampa izgledom i načinom sličje otklonjenim rampama. Pri projektiranju okretnih rampi primarni plan je bio uklopiti vrline prijašnjih verzija, a nedostatke maknuti ili bar reducirati. Postoje tri načina ugradnje krmne okretne rampe na brod tj. tri pozicije.

Na lijevu stranu, desnu stranu, te ravno po uzdužnici broda, u slučaju kada je rampa pozicionirana u uzdužnici broda tada je svejedno koju stranu brod pristaje zbog same okretnosti rampe.

Krmena okretna rampa se spušta pomoću hidrauličnih vitla na isti način kao i otklonjena rampa do određenog kuta, nakon toga pomoću sekundarnih vitla druga sekcija se odvaja od prve. Tim položajem se osigurava zakretanje rampe na potrebnu stranu. Rampa se ne smije ispraviti prije doticaja sa obalom, nego mora biti postavljena na način da zatvara kut do 16 stupnjeva. Konstrukcija ove rampe uključuje 4 dijela :

Prvi dio je zakretna platforma koja se okreće oko centralne osi koja se nalazi u ležaju povezana sa strukturom koja je naslonjena na kotrljajući ležaj;

Drugi dio je fiksirana sekcija 1 na zakretnoj platformi. Tamo se nalaze učvršćene sajle koje su povezane sa zupčanicima postavljenim na krmenim stupovima koji služe za rukovanje rampama. Ondje se nalaze vitla čija je namjena upravljanje sekcijom 2.

Treći dio je sekcija 2 i ona je fiksirana za prvu sekciju. Mehanizmom se upravlja i učvršćuje pomoću hidrauličkih cilindara. Sajle vitla kojima se upravlja sekcijom 2 povezane su sa zupčanicima.

Četvrti dio je sekcija 3 i ona služi kao nastavak da bi se smanjilo opterećenje na obalu.

*Slika 6 Okretna (slewing) rampa*



Izvor: (<https://www.shipandoffshore.net/news/shipbuilding/detail/news/major-us-equipment-contract-signed.html>)

#### 4.4. Bočna vrata i rampe

Učestala oprema na brodovima za prijevoz tereta na kotačima su otvori tj. vrata na bokovima broda opremljena rampama manjih dimenzija, to su sporedne rampe za ukrcaj tereta manjih gabarita.

Bočni otvori na brodu opremljeni su dizalom sa namjenom omogućavanja pristupa na svaku palubu na brodu. Moderne izvedbe ovih brodova na stranama posjeduju montirane rampe čija je svrha kao i kod krmene i pramčane, tj. služe za ukrcaj i iskrcaj tereta na kotačima.

Bočne rampe uvelike ubrzavaju proces ukrcaja i iskrcaja. Moraju biti dovoljno dugačke iz razloga da mogu kompenzirati promjene u gazu tijekom manipulacije teretom. Za RO-RO brodove konstruirane za plovidbu u dužobalnom dijelu Republike Hrvatske nije učestala praksa da posjeduju bočna vrata i rampe.

Prekrcaj koristeći bočna vrata uobičajeno se vrši pomoću dva villičara, na način da prvi prevozi teret do rampe dok drugi prevozi od rampe do skladišta (truck to truck).

*Slika 7 Rampa/Vrata na boku broda*



Izvor: ( <https://www.macgregor.com/Products/products/ramps/side-ramps/>)

#### 4.5. Oprema za manipulaciju teretom u unutrašnjosti broda

Manipulacija teretom kod ove vrste brodova se vrši pomoću rampi povezanih sa obalom. Nakon ukrcaja tereta na brod potrebno ga je smjestiti na njegovo predviđeno mjesto, ako mjesto za teret nije na ukrcajnoj palubi taj teret se premješta pomoću opreme koja se nalazi unutar broda.

Oprema za unutarnju manipulaciju teretom se dijeli na unutarnje liftove i rampe, uz liftove i rampe unutar broda još se koriste i viljuškari koji uvelike pomažu pri premještanju tereta. Postoje dvije izvedbe rampi i to su fiksne odnosno nagibne. Specifikacije rampi ovise o vrsti i namjeni broda i karakteristikama tereta.

*Slika 8 Unutarnja rampa RO-RO broda, sa označenim bočnim otvorom*



Izvor ( <https://www.macgregor.com/Products/products/ramps/side-ramps/>)

Konstruktivski unutarnja dizala odnosno liftovi dijele se na :

- lančano dizalo - pričvršćeno za gornju palubu na sva četiri kuta
- konzolno dizalo - pričvršćeno za gornju palubu po jednoj strani
- dvokatno dizalo
- škarasto dizalo - ili RO-RO lifter

Uporabom unutarnjih liftova smanjuje se gubitak korisnog prostora iz razloga što liftovi zauzimaju manje prostora. Ugrađuju se na brodove manjih dimenzija kojima brzina manipulacije teretom nije najvažniji segment.

Brodovi koji plove na većim udaljenostima ovisni su o unutarnjim rampama za dovođenje tereta na predodređenu poziciju, jer je koristan prostor iskorišten do maksimuma zbog načina konstrukcije broda. Primarni zadatak unutarnjih rampi je osiguravanje neprekidnog prolaska tereta.

## 4.6. Učvršćenje tereta

Učvršćivanje i osiguranje tereta je jedan od najvažnijih dijelova manipulacije teretom i sprečava eventualna oštećenja za koje bi odgovarao brodar. Procedure osiguravanja tereta određene su SOLAS konvencijom u kojoj se navodi da sve radnje prijevoza, ukrcaja/iskrcaja i osiguranja tereta moraju biti po pravilu Priručnika za učvršćenje (CSM-Cargo Securing Manual).

CSM mora biti odobren od države članice IMO-a i ažuriran na zadnje određene standarde. Od 1998 svaki brod koji je pod IMO-m mora imati CSM i u njemu moraju biti opisane procedure stavljanja i skidanja opreme za učvršćenje. Radnje će biti odrađene od strane posade ili lučkih radnika. Naime ukrcaj nije završen u trenutku smještanja zadnje jedinice tereta na svoje predodređeno mjesto, nego kada je sav teret kvalitetno i po protokolu osiguran. Tijekom učvršćivanja tereta treba paziti na točke zahvata te njihovu međusobnu raspodjelu kako bi prijevoz bio u skladu s odredbama CSM-a, ali treba uzeti i u obzir posebne upute ili naputke dane od strane krcatelja i pošiljatelja, sva vozila moraju biti udaljena i što više poravnata u liniji, vozila tj. teret ne smije smetati brodskoj opremi u stalnom radu niti blokirati važne puteve, kočnice na vozilima moraju biti aktivirane itd.

Postoje točke zahvata na brodskim palubama i samim vozilima. Kod projektiranja brodovlasnici odlučuju o rasporedu točaka zahvata na brodskim palubama s obzirom na obilježja tereta kojeg će brod prevoziti. Razmak u pravilu nebi smio biti veći od 2.5 metara u uzdužnom smjeru dok u poprečnom smislu razmak mora biti između 2.8 i 3 metra. Minimalna čvrstoća svih točaka zahvata mora biti 120 kN bez da dovede u pitanje neke trajne deformacije.

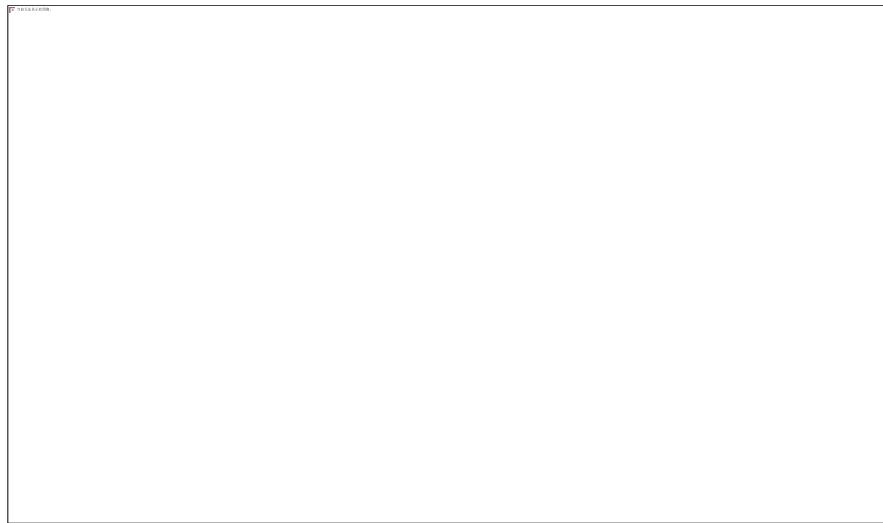
- Točke zahvata na cestovnim vozilima osiguravaju da se vozila ne kreću tijekom putovanja i moraju imati otvor kako bi mogli primiti samo jedan vez.
- Otvori moraju biti izvedeni da omogućuju različite smjerove vezova na brodske palube.
- Sa svake strane vozila moraju se nalaziti isti broj točaka zahvata
- Broj i i čvrstoća ovise o masi vozila
- Točke zahvata moraju biti vidljivo označene i smještene da osiguraju kvalitetno zadržavanje vozila

Najčešći elementi za učvršćenje su:



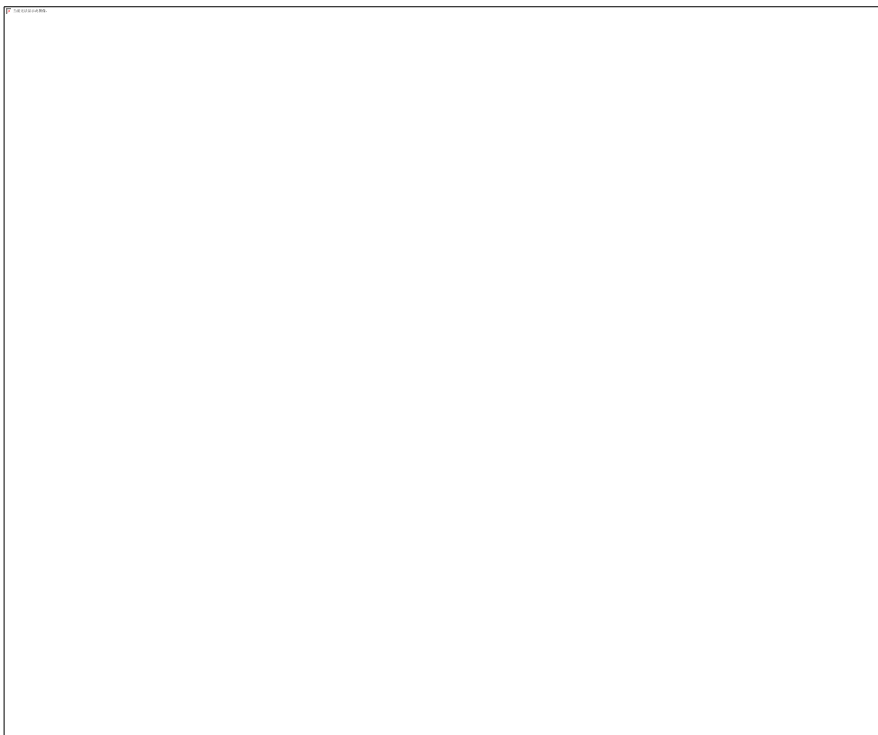
1. Čelik-čela
2. Škopci
3. Lanci
4. Trake za osiguranje tereta sa zategačom
5. Točke osiguranja

*Slika 9 Osiguranje "Mafi" prikolice*



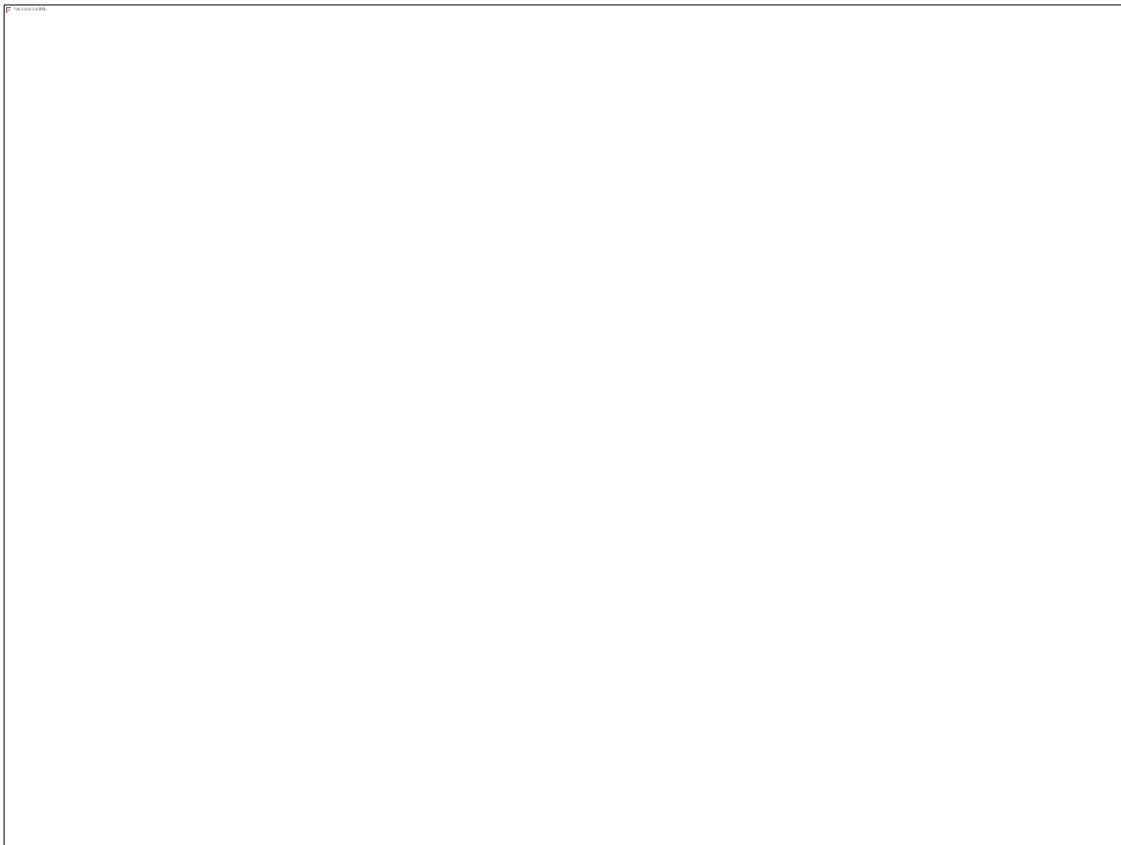
Izvor ( osobni album)

*Slika 10 Osiguranje RO-RO tereta*



Izvor ( osobni album)

*Slika 11 Osiguranje brodskih prikolica*



Izvor ( osobni album)



## **5. RO RO TERMINALI**

Lučki terminal je središte koje spaja morske i kopnene prijevozne putove. Konstruirano, osmišljeno i adekvatno opskrbjeno za prihvaćanje, skladištenje i otpremu putnika odnosno značajnog broja jedinica tereta prekrcajem s kopnenih prijevoznih sredstava na morske i obrnuto. Terminal za teret na kotačima označava dio luke, područje pokraj luke odnosno u okolici prekrcajnog pristana na kojem se privezuje, ukrcava i iskrcava RO-RO brod.

Uobičajena praksa je da se RO-RO terminal nalazi u neposrednoj blizini kontejnerskog terminala. Zbog bliskosti dvaju tehnologija prijevoza, od hibridnih kontejnerskih brodova pa do kontejnera postavljenih na prikolice koji na taj način spadaju pod terete na kotačima. RO-RO terminali svrstavaju se pod posebne terminale namijenjene za ujedinjene tj. okrupljene terete. Učestala praksa je odvajanje ovih terminala od ostalih u poseban lučki bazen, zbog načina prekrcaja, svojstva tereta i zahtjeva područja za skladištenje.

### **5.1. Prednosti i mane RO-RO sustava**

RO-RO teret u smislu ukrcaja/iskrcaja je prilagodljiv zato jer svaka luka teži ka minimalnom zadržavanju tereta u luci, pošto to djeluje negativno na cijenu prijevoza. Svrha ove tehnologije je stalno kretanje tereta, stoga nastaju razne varijante načina prijevoza tereta na kotačima.

Način prijevoza tereta do broda u ovoj tehnologiji odvija se da se teret tj. vozilo ukrcava svojim pogonom, teret se postavlja na prikolicu s pripadajućim vozilom, teret se postavlja na prikolicu koja se ukrcava lučkim prekrcajnim sredstvom te se osigurava bez vozila, teret postavljen na prikolicu koji se ukrcava i osigurava zajedno sa vozilom koje je ukrcalo teret. Postoji mogućnost prekrcaja istovremeno preko više rampi u slučaju kada ih brod posjeduje što smanjuje potrebno vrijeme za prekrcaj.

Prednosti RO-RO tehnologije u odnosu na ostale su:

- brzina prekrcaja tereta u odnosu na kontejnerski terminal
- prekrcaj ne ovisi o lučkim prekrcajnim sredstvima, zahtjeva jedino prostor za parking i skladištenje tereta
- kvalitetan protok tereta lukom
- prekrcaj se provodi tijekom cijelog dana i ne ovisi o atmosferskim uvjetima

- isplativ i pouzdan prijevoz specijalnog tereta

– nizak rizik od financijske neisplativosti

Navedene prednosti se odnose i na luku iskrcaja, iz razloga što nisu sve luke jednako razvijene. Iskrcaj se tada vrši brodskim rampama.

Uz prednosti ova tehnologija ima svojih mana u usporedbi sa drugim tehnologijama prekrcaja.

Nedostatci RO-RO sustava:

– RO-RO prijevoz je skup, pogotovo kada brod prevozi teret samo u jednom smjeru,

– dodatne mrtve težine zbog opreme za prekrcaj tereta na brodu;

– gubitak broskog prostora namijenjenog za skladištenje tereta, zbog različite konstrukcije tereta

– brodska prekrcajna sredstva za manipulaciju teretom među palubama popunjavaju potencijalni prostor za teret;

– poprilična skupa izgradnja brodova zbog načina konstrukcije u odnosu na druge vrste brodova

- optimalan rad ove tehnologije izravno i neizravno ovisi o zastojima u drugim granama transporta.

## **5.2. Tehničko-tehnološka obilježja RO-RO terminala**

RO-RO tehnologija je isplativa pošto nisu potrebne značajnije investicije, uvelike je povećala prihode lukama, a da nije bilo potrebe dodatno ulagati u terminale. Luka unutar lučkog područja osiguran poseban prostor za prihvat tereta i broda ovisno o veličini brodova koji pristaju na terminal. Prekrcaj i nastavak prijevoza tereta ovise o brodaru i prijevozniku druge transportne tehnologije.

Daljnijim razvojem RO-RO tehnologije povećali su se standardi koji su postavili nove zahtjeve u kontekstu tehničko-tehnološke razine luke. Ustanovilo se da postoji potreba za posebnim RO-RO terminalom koji mora imati prihvatne rampe za prekrcaj tereta, posebne servise, prostrana parkirališta i skladišta za teret te kvalitetnu povezanost sa cestovnom prometnicom i željezničkom prugom. Temeljna značajka ovih terminala je način prekrcaja tereta koji se obavlja brodskim prekrcajnim sredstvima, u odnosu na druge specijalizirane terminale gdje se prekrcaj obavlja lučkim sredstvima.

### 5.2.1. Vrste RO-RO terminala

Vrsta terminala ovisi o samoj površini tj. veličini luke pa se po tome kriteriju luke dijele na :

– manje luke – veličina luke ovisi o brodovima koji dolaze u luku tako zato mora biti osiguran dovoljno dug **pristan s dovoljnim dubinama** kako bi se mogao prihvatiti brod određene veličine.

Prekrcajna sredstva posjeduje brod zato nije potrebno da ih luka ima. Luka mora biti cestovno i željezničko povezana za nastavak transporta i mora imati predodređena mjesta za parking/skladištenje tereta.

– srednje luke – Luke sa kvalitetnim protokom tereta. Pristani (jedan ili više) su konstruirani specijalizirano za privez RO-RO brodova. Standardna metoda je kombiniranje RO-RO pristana i kontejnerskog terminala, jer se omogućuje obavljanje operacija iskrcaja/ukrcaja različitog tereta u isto vrijeme.

- velike luke – planirane i konstruirane da imaju mogućnost prihvata različitih izvedbi RO-RO brodova. Pristani su specijalizirani ovisno o vrsti tereta, posjeduju posebne lučke prekrcajne rampe, ceste, povezanost sa željeznicom i prostor za prihvata tereta.

Podjela RO-RO terminala po veličini sadrži sve terminale, zato se koristi njihova detaljnija podjela a to je po vrsti tereta kojim se manipulira u luci. Taj element ovisi o infrastrukturi i suprastrukturi luke.

Terminali ovisno o vrsti tereta dijele se na:

Specijalno Roll on – Roll off

- Posebne namjene za prihvata brodova koji prevoze tereta na kotačima, može prihvatiti 4 grupe brodova: standardnih brodova koji prevoze RO-RO teret, brodova za transport novih vozila, RO-RO putničkih i brodova za prijevoza tereta i 12 ili više putnika.

Kombinirani terminal – učestala kombinacija RO-RO i LO-LO tehnologije

- Terminal je opremljen za mogućnost prihvata 5 skupina brodova

Iznad navedene 2 vrste RO-RO manipulacije, i važnija podjela.

- terminal za prihvat brodova koji prevozi teret na kotačima i kontejnere (conro)

- terminal za prihvat brodova koji prevozi teret na kotačima i konvencionalni teret

- terminal za prihvat brodova koji prevozi teške i vangabaritne terete

Posebno konstruirani terminal za prihvat broda ovisno u vrsti tereta koju prevozi:

- Izvedba terminala za prihvat hibridnih RO-RO brodova, opremljeni raznim prekrcajnim sredstvima ovisno o vrsti hibrida broda.
- Drugu izvedbu čine terminali opremljeni prekrcajnim sredstvima za brod koji prevozi nova vozila.
- Treća izvedba je terminal opremljen za prihvat ljudi sa njihovim vozilima.

Izvedbe terminala moraju zadovoljiti određeni standard tj. kvalitetu koja ovisi o tehničko-tehnološkoj opremljenosti luke

Tehničko-tehnološka razvijenost luke ovisi o stanju lučke infrastrukture i suprastrukture. Određeni elementi su u upotrebi kod svih izvedbi terminala, dok drugi segmenti ovise od vrsti broda za prihvat.

*Slika 12 Zeebrugge RO-RO terminal*



Izvor (<https://oevz.com/en/ico-expands-car-handling-terminal-at-zeebrugge-port/>)

### **5.2.2. Konstrukcija RO-RO terminala**

Pri konstruiranju terminala za teret na kotačima postoje dva načina konstrukcije tj. izgradnje terminala. Kad se terminal planira kao dodatak na već izgrađenu lučku infra i suprastruktura i kad se gradi od početka. Prostor za prihvat i skladištenje tereta mora isplaniran na način bude zaštićen od vanjskih atmosferskih uvjeta. Efikasna rotacija brodova na terminalima točnije kvalitetan prekrcaj koji uzrokuje kraće vrijeme stajanja broda u luci

smanjuje rizik od zakrčenja luke. Posebna pažnja posvećena je zaštiti pristana od vjetra da bi se izbjegla moguća oštećenja na brodskim rampama uslijed pomaka broda.

Kod terminala sa zanemarivim promjenama morskih mijena nije potrebno posjedovati specijalizirana prihvatna sredstva brodova, pošto prekrcaj čine brodske rampe. Luke koje su smještene na području gdje su morske mijene naglašenije, obavezne su imati opremu koja kompenzira razliku u visini s obalnim rampama.

Kada se planira potrebna površina RO-RO terminala, uzima se u obzir da projekt modernog RO-RO terminala u odnosu na kontejnerski terminal mora imati značajniju preodređenu površinu za prekrcaj i smještaj iste količine tereta zbog:

- nemogućnosti slaganja jedinice tereta jedne povrh druge;
- efikasan i kvalitetan rad ove tehnologije ovisi o brzini prekrcaja i iz tog razloga je ključno da terminal prihvati cjelokupni teret u što kraćem vremenu. U isto vrijeme je nužno osigurati područje unutar luke za prihvat tereta, gdje će teret bit spreman za prekrcaj na brod po završetku iskrcavanja.

Uz gore navede uvjete za veličinu površine za parking tereta, prevenciji nastanka zastoja u luci pridonose i kvalitetna povezanost luke sa prometnicama. Luke kojima primarna funkcija nije protok RO-RO tereta ili imaju ograničen skladišni prostor, nerijetko svoje parking površine imaju izvan lučkog područja. Određena površina parkinga ovisi mnogo segmenata, a uobičajeno iznosi oko desetak hektara po jednom pristanu. Vrijedi spomenuti da se nužna površina razlikuje po vrstama vozila, npr. kamion s prikolicom zahtjeva 7 puta veću površinu za parking od manjeg automobila. Moderni RO-RO pristan mora zadovoljavati sljedeće uvjete:

- mora imati osiguran vez za brod
- duljina terminala mora zadovoljavati standard ovisno o klasi broda A - 150 m , B - 250 m
- mora se zadovoljiti dubina zbog gaza broda, za brodove klase A – 10 m, brodove klase B – 15 m
- potrebna površina za prekrcaj i prihvat tereta uključujući pristan mora biti 30.000 m<sup>2</sup> , pritom 10.000 m<sup>2</sup> mora biti predviđeno za parking vozila
- zatvorena površina ili skladište od 3.000 m<sup>2</sup> ;
- par željezničkih prugi koje povezuju brod i parking za teret što omogućuje primjenjivanje Huckepack-sustav;

- mora biti opremljen sa jednom ili više obalnih dizalica sigurnosnog radnog opterećenja od 100 kN koje posjeduju kuku.

Efikasnost protoka tereta lukom ovisi o planiranju potencijalnih skladišnih prostora, kvalitetnim vezama sa zaleđem, primjenom novih tehnologija, prelaskom na nova tržišta itd. Međutim luke s protokom preko pola milijuna vozila godišnje zahtjevaju prostor za kratkotrajni smještaj tereta u okolici terminala s mogućnošću prihvata oko 30 tisuća jedinica tereta, i odgovarajuća rješenja u slučaju rasta količine tereta.

### 5.2.3. Obalne (lučke) rampe

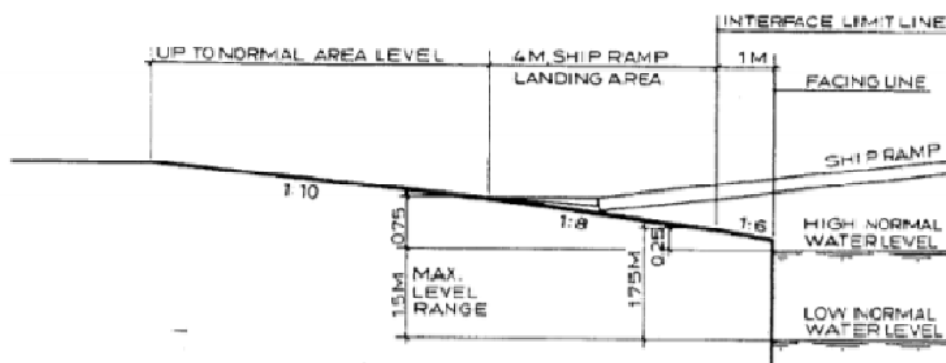
Primarne funkcije obalnih rampi su kompenziranje razlike između plime i oseke i prilagođavanje određenoj vrsti broda. Ove značajke se odnose na terminale na čijim pristanima amplituda morskih mijena prelazi 1,5 m. Obalnu rampu čini nagib čiji je početak u razini terminala te se spušta do obalnog zida koji je na visini prikladnoj za spuštanje brodskih rampi. Ima više verzija obalnih rampi koje ovise o lučkim karakteristikama.

Rampa može ali i ne mora biti dio lučke infrastrukture. Izvedba rampe kada nije dio infrastrukture najčešće je dizajnirana kao jedan ili više spojenih pontona.

Obalne rampe se dijele prema dvjema temeljnim karakteristikama:

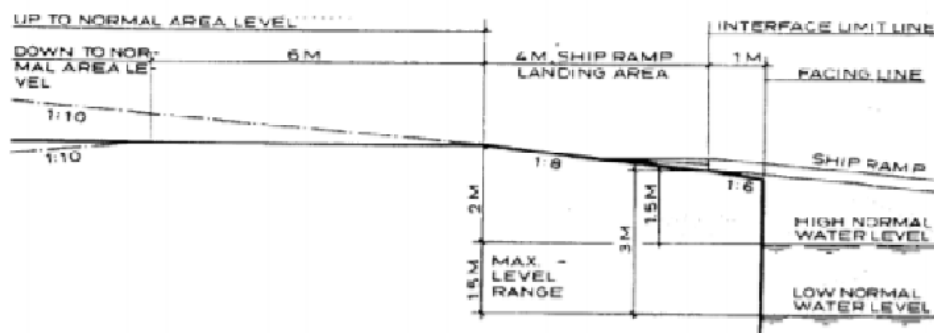
- po razlici među visinama koje rampa mora kompenzirati – dvije vrste: A i B
- po širini rampe koja ovisi o veličini broda

Slika 13 Obalna rampa tip A RO-RO



Izvor (<https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/fpz:916/preview>)

Slika 14 Obalna rampa tip B RO-RO



Izvor (<https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/fpz:916/preview>)

#### 5.2.4. Pomični mostovi ( linkspan)

Uzevši u obzir dimenzije i mase brodskih rampi dosegnut je maksimum razvoja što se tiče veličine. Rampe čija težina doseže preko 300t i dužina preko 50 m sadrže ozbiljne mane. Nedostaci su od skupog ugrađivanja i održavanja pa do reduciranja prostora za korisnu nosivost broda i onemogućavanja ugradnje stroja za poriv manje potrošnje. Uzimajući u obzir spomenute mane razvijanje RO-RO sustava fokusirano je na razvoj obalnih rampi za rješavanje tih problema. Ipak ne postoji mogućnost da se brodske rampe u potpunosti uklone sa RO-RO brodova kao u slučaju kontejnerskih dizalica.

Mosne rampe - po nazivu zaključujemo da predstavljaju mobilni most kojim usklađujemo visinu pristana luke s optimalnom visinom pri kojoj brod obavlja efikasnu i neprekidnu manipulaciju teretom putem brodskih rampi. Zbog stabilnosti rampa mora biti krajem prislonjena na pristan, dok na drugoj strani mora biti učvršćena lancima i utezima.

Podjela lučkih pomičnih mostova ovisi o njihovima tehničko-tehnološkim karakteristikama i dijele se na:

##### **poluuronjene rampe – semi submersible ramp**

- ova vrsta rampi jednim je dijelom pričvršćena za kraj, dok je drugim dijelom pričvršćena za sredstvo koji pomoću balasta prilagođavati visinu, ovisno o morskim mijenama. Rampa je u mogućnosti nadomjestiti razliku visine mora i lučkog pristana od 3 metra. Rampom se

što se tiče pozicije u luci manevrira tegljačima nakon što se balast sa druge strane rampe isprazni. Postoji mogućnost nadogradnje prekrcajne trake povrh originalne, čime se omogućuje ukrcavanje i iskrcavanje tereta u isto vrijeme.

### **„Miniport“ rampa**

– Rampa je u izvedbi pontona konstruiranog da može prihvatiti dva broda, po jednoga sa svake strane

- Primjena kod amplitude morskih mijena veće od 9 m

### **Double deck rail trailer**

– Prednost rampe je sposobnost istovremenog ukrcaja željezničkog tereta i standardnog RO-RO tereta.

- Kompenzira razike u morskim mijenama od 6,8 metara.

### **Floating quarter ramp – otklonjena plutajuća**

– Otklonjena rampa sa mogućnošću plutanja učvršćena je u smjeru obale. Maksimalno opterećenje rampe je 200 t i u mogućnosti je kompenzirati razlike morskih mijena od 5.60 metara. Ako je potrebno, pomoću tegljača se može pozicionirati ovisno o situaciji.

### **Floating axial ramp – aksijalna plivajuća**

– Izvedba rampe koja koristi ponton koji prati pružanje obale, a rampa za pristup brodu postavljena je u smjeru pružanja obale.

### **Portal type – portalna mosna rampa**

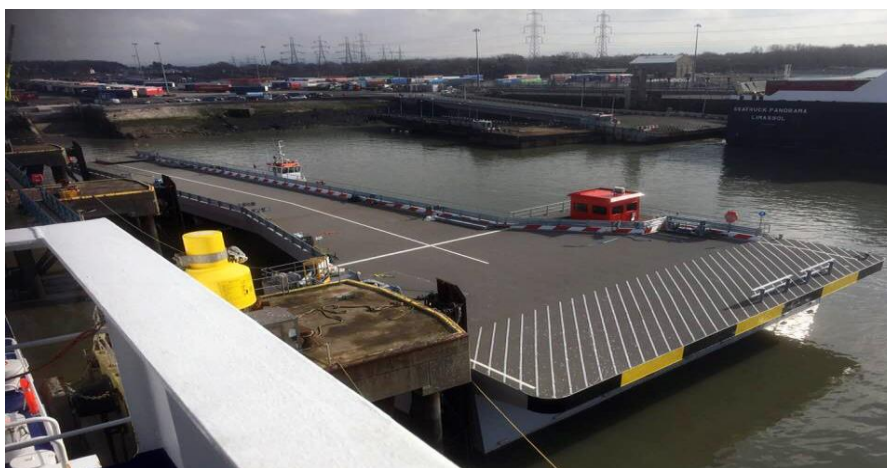
– Jedan dio je pričvršćen za obalu, dok se druga strana rampe može podesiti u vertikalnom smjeru. Podizanje rampe se obavlja pomoću hidrauličnog portala koji mora biti čvrsto fiksiran za pristan. Maksimalno prihvatljivo opterećenje mase je do 240 t i kompenzira razlike u visin od 4.70 m

### **Adjustable type – podesiva lučka rampa**

– Ova vrsta rampe sa cijelom konstrukcijom pričvršćena za obalu, međutim kraj sa morske strane u mogućnosti je hidraulikom prilagođavati visinu da dosegne razinu brodskih rampi. Rampa kompenzira razlike u visini do 3,70 m.



Slika 15 "Linkspan" obalna rampa



Izvor (<https://www.freightlink.co.uk/knowledge/articles/new-link-span-bridge-heysham-port-increase-throughput>)

### 5.3. Planiranje potrebnog kapaciteta RO-RO terminala

Terminal za teret na kotačima zahtjeva veći kapacitet za smještaj tereta u odnosu na druge jer se teret ne može slagati povrh drugog. Prekrcajna sredstva RO-RO terminala i brodova ključni su elementi RO-RO sustava, iz tog razloga im se predaje velika pažnja.

Mosna pomična rampa je za luku najbolji izbor za prekrcaj jer predstavlja manje riskantniju i isplativiju opciju od fizičkih modifikacija pristana. Pojavom ekonomske krize ili manjeg protoka tereta kroz terminal postoji mogućnost da se pomična rampa premjesti na poziciju na kojoj će biti češće upotrebljavana.

Kod projektiranja RO-RO terminala, izuzev obalnih rampi moraju se pravilno planirati i drugi segmenti koji su ključni za uspješan i profitabilan rad terminala:

- dimenzije određenog prostora za parking i skladištenje;
- vrsta prekrcajno-prijevozne opreme terminala;
- pouzdana i kvalitetna poveznica terminala s zaleđem luke;
- tehničko-tehnološka obilježja terminala.

Konstruktivna obilježja pristana za RO-RO brodove uglavnom ovise o veličini broda i vrsti tereta koji se prekrca na terminalu. Većina brodova prekrca teret preko krmene aksijalne rampe, u toj situaciji duljina pristana nije od velike važnosti. U slučaju kombiniranih tj.

kontejnerskih RO-RO brodova dužina pristana je od velike važnosti i mora iznositi do 260 m.

Prostor za parking obuhvaća najveći dio površine terminala u odnosu na druge segmente. Kod planiranja potrebnog kapaciteta koriste se posebne formule i grafovi čiji se podaci nerijetko mijenjaju iz razloga svakodnevnog razvoja ove tehnologije.

Glavni elementi grafova za određivanje kapaciteta površine za parking RO-RO terminala su protok vozila kroz cijelu godinu, vrijeme koje vozilo provede u prolasku lukom, prostor koji obuhvaća jedno vozilo, rezervni kapacitet (parking) u slučaju potrebe, zgrada carine, sigurnosne provjere, udaljenost između terminala itd. Uz prostor za parkiranje/skladištenje važnu ulogu čine i prostor lučku infra i suprastrukturu.

## **6. ZAKLJUČAK**

Prekrcaj tj. manipulacija teretom nije ovisna o tehničko-tehnološkoj razvijenosti luke, uzrok tome je što RO-RO brod ima svoja prekrcajna sredstva pomoću kojih prekrcava teret. Brodske rampe su glavna prekrcajna sredstva za dopremu tereta u uzdužnom smislu na ovoj vrsti broda. Rampe se ugrađuju na pramac, krmu, pramac i krmu i na strane broda. Postavljanje rampi na pramčani dio broda predstavljao je izazov inženjerima i graditeljima uzevši u obzir sigurnost broda i prostor potreban za opremu smještenu na pramcu broda (sidra, lanci, lančanici). Sa razvojem RO-RO sustava pojavili su se zahtjevi za rampe većih širina zbog omogućavanja dvosmjernog prometa i taj problem se riješio ugradnjom krmenih rampi. Pronalaskom novih načina konstrukcije reduciran je rizik od oštećenja brodskih porivnika, tijekom upotrebe krmenih rampi. U današnje vrijeme pramčane rampe imaju samo manji RO-RO brodovi tj. trajekti koji plovo na manjim udaljenostima.

Temeljni elementi ugrađenih brodskih rampi su: nosivost, nagib, dužina i širina. Postoji više podjela rampi na brodu i dijele se po :

- poziciji ugradnje
- prema kutu kojeg zatvaraju sa uzdužnicom broda
- vanjske i unutarnje rampe tj. liftovi

Rampe na brodu podijeljene su po pozicijama ugradnje na pramčane, krmene i bočne. Po kutu zatvaranja sa uzdužnicom na : aksijalne, otklonjene i krmene okretne. Aksijalne su ugrađene na pramčanom ili krmenom dijelu u pravcu uzdužnice broda i prekrcaj tereta je moguć ako je brod vezan okomito za obalu. Aksijalne rampe su učestale na RO-RO

brodovima iz razloga jer imaju malu masu i jednostavno su konstruirane. Izuzev toga nisu potrebne nepropusne pregrade jer rampe nepropusno zatvaraju otvore. Postoje različita mjerila koja služe za raspodjelu RO-RO brodova. Najčešće su to veličina i gaz broda. Uz veličinu i gaz ovi brodovi se dijele po svrsi kojoj služe i vrsti tereta za koji su konstruirani. 70-ih godina prošlog stoljeća počinje gradnja RO-RO za različite udaljenosti, i na temelju toga nastaje podjela RO-RO brodova po udaljenosti na kojoj plove. Izuzev tome, u pomorskoj terminologiji se dijele brodovi na tri skupine, a to su:

- vrijeme gradnje broda
- nosivost broda
- dužina plovidbe

1966. od strane Međunarodne komisije za standardizaciju RO-RO brodova preporučeno da se pristani za prihvatanje RO-RO brodova projektiraju sa gazom broda od 6,1m (tip A broda) .

RO-RO kratica je nastala od engleskog naziva Roll on–Roll off. Sam naziv opisuje da se prekrcaj tereta sa broda i na brod obavlja u horizontalnom smjeru na kotačima. Tu se podrazumijeva da bi bila moguća manipulacija teretom, teret mora biti postavljen na mobilnu platformu (prikolicu) i mora se omogućiti prekrcajno vozilo koje će prekrati teret s broda ili na brod.

Manipuliranje RO-RO teretom se obavlja na dva načina. Prvi način je ukrcati ili iskrcati vozilo tj. teret njegovim pogonom, to je bio slučaj sa kamionima natovarenim s teretom. Drugi način je postavljanje tereta na prikolice, poluprikolice ili LUF ( Lift unit frame) postolja koje grupira više jedinica tereta u jednu i da se prekrcajnim sredstvima ukrca ili iskrcava s broda. Upotreba vozila sa ili bez tereta pogonjena vlastitim porivom povoljna je jer pritom nije potrebna pomoćna mehanizacija, nedostatak tog načina je što brod gubi značajan dio površine na palubi koja je određena za teret. Manipulaciju teretom kada se nalazi na prikolici, poluprikolici, ili LUF-u, vrši prekrcajno vozilo. Taj način radi tako da prekrcajno vozilo nakon ukrcaja i postavljanja tereta na preodređenu poziciju, otpušta teret i izlazi iz broda. Tim postupkom dobivamo maksimalnu iskorištenost prostora, a vučna sredstva nisu neiskorištena, već su u mogućnosti istovremeno obavljati druge poslove. Načinom RO-RO brodova da se prekrcaj tereta na kotačima obavlja horizontalnom vučom tereta sa pristana na brod i obrnuto, postiže se kvalitetna manipulacija teretom. RO-RO teret koji je smješten na palubi broda prilikom valjanja ili posrtanja ima manje trenje i podložan je pomicanju, što je veoma rizično te može uzrokovati oštećenja tereta, a pri ekstremnijim vanjskim uvjetima postoji opasnost za sigurnost broda. Stoga na RO-RO brodovima, velika pažnja dana je

učvršćivanju i osiguranju tereta da bi se izbjegli mogući gubitci ljudskih života ili potencijalna materijalna šteta. Ukrcaj tereta nije završen, dok svaka jedinica tereta nije kvalitetno osigurana i učvršćena. Nakon osiguranja tereta koje je realizirano po priručniku i dodatnoj provjeri brod je spreman za plovidbu.

## 7. Literatura

KNJIGE, ČASOPISI, INTERNET IZVORI:

- Vranić, D., Ivče, R.: Tereti u pomorskom prometu, Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2006.
- Komadina, P.: Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Udžbenici sveučilišta u Rijeci, Rijeka 1998.
- Zec, D.: Optimalna veličina RO-RO putničkog broda u obalnoj plovidbi, Pomorski zbornik 40 (2002)1,
- Baričević, H; Poletan Jugović, T; Vilke, S. : Tereti u prometu, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka, 2010.
- Baričević, H : Tehnologija kopnengo prometa ,Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka, 2001.
- Buljan, I.: Krcaje i slaganje tereta, Školska knjiga Zagreb, Zagreb 1980.
- Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2002.
- Glavan, B.: Linijsko brodarstvo. Rijeka : Otokar Keršovani, 1981.
- CODE OF SAFE PRACTISE FOR CARHO STOWAGE AND SECURING 1991.
- Prikrl, B.: Tehnološka definicija : predavanja na poslijediplomskom studiju “Integralni i multimodalni transport”. Rijeka : Fakultet za pomorstvo i saobraćaj, 1983/84.
- Grabovac, I.: Konvencija UN o međunarodnom multimodalnom prijevozu robe, 1980., s komenarom, Pravni fakultet Sveučilišta u splitu, svezak 17, Split, 1981., Zelenika, R.: Prometni sustavi, Ekonomski fakultet Rijeka, Rijeka, 2001., p. 40.
- Jansen, B.: Safety of RO-RO vessels - RO-RO vessels’ causalty statistic. Hamburg : RORO Conference Papers, Congress Centrum, 1983, str. 18-19.
- Kuiper, J.: The ro-ro Multi Purpose Terminal of Tomorrow, ro-ro 83 Conference Papers 1, Seassion 2, Paper 3, Gothenburg 1983., str. 10.

Marković, I.: Doprinos definiranju cjeline i dijelova integralnih transportnih sustava, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb 1991.

Narodne novine (1997) Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu. Zagreb: Narodne novine d.d., 33/06, Opće odredbe-članak 2.

RO-RO Conference Paper. London, 1977, str. 84. 47

Ro-ro operating instructions: V.Ship management system, 2007.

Stipanić, LJ.: Mikrolokacija budućih terminala za generalni tereti riječke luke na otoku Krku, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka 1984.

## **8. Slike**

Slika 1 RO-RO freight ship SEIWA MARU

Izvor ( [https://www.mhi.com/products/ship/ro-ro\\_cargo\\_ship\\_seiwamaru.html](https://www.mhi.com/products/ship/ro-ro_cargo_ship_seiwamaru.html))

Slika 2 - RO-RO CAPA ship ČETIRI ZVONIKA

Izvor (<https://www.rabdanas.com>)

Slika 3 - RO-RO CACA (PCC) NYK CETUS LEADER

Izvor ( <http://www.shippipedia.com/ships/ship-types/ro-ro/>)

Slika 4 - Aksijalna rampa na RO-RO brodu

Izvor: (<https://www.macgregor.com/services/conversions/Conversions-for-ro-ro-equipment/>)

Slika 5 - Quarter rampa na RO-RO brodu Bahri Hofuf

Izvor(<https://www.facebook.com/398855676841506/posts/the-bahri-hofuf-is-here-for-a-quick-visit-she-is-a-ro-ro-cargo-ship-and-is-721-f/3148034701923576/>)

Slika 6 – Slewing rampa RO-RO brod

Izvor:(<https://www.shipandoffshore.net/news/shipbuilding/detail/news/major-us-equipment-contract-signed.html>)

Slika 7 – Bočna rampa/vrata broda

Izvor ( <https://www.macgregor.com/Products/products/ramps/side-ramps/>)

Slika 8 – Unutarnja rampa RO-RO broda sa označenim bočnim vratima

Izvor (<https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/ramps>)

Slika 9 – Osiguranje “mafi“ prikolice

Izvor ( osobni album)

Slika 10- Osiguranje RO-RO tereta

Izvor ( osobni album)

Slika 11- Osiguranje kamionskih prikolica

Izvor (osobni album)

Slika 12 - Zeebrugge RO-RO terminal

Izvor (<https://oevz.com/en/ico-expands-car-handling-terminal-at-zeebrugge-port/>)

Slika 13 – Obalna rampa za tip A RO-RO broda

Izvor (<https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/fpz:916/preview>)

Slika 14 – Obalna rampa za tip B RO-RO broda

Izvor (<https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/fpz:916/preview>)

Slika 15 – Izvedba “Linkspan“ obalne rampe

Izvor (<https://www.freightlink.co.uk/knowledge/articles/new-link-span-bridge-heysham-port-increase-throughput>)