

Tehnologija prekrcaja, slaganje i učvršćivanje jedinica tereta na RO-RO brodovima

Matušan, Leo

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:187:271068>

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](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

LEO MATUŠAN

**TEHNOLOGIJA PREKRCAJA, SLAGANJE I
UČVRŠĆIVANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO
BRODOVIMA**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**TEHNOLOGIJA PREKRCAJA, SLAGANJE I
UČVRŠĆIVANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO
BRODOVIMA**

**THE TECHNOLOGY OF TRANSHIPMENT, STOWAGE, AND
SECURING CARGO UNITS ON RO – RO SHIPS**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Prijevoz kontejnera i RO – RO tehnologija

Mentor: prof. Renato Ivče

Student: Leo Matušan

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079263

Rijeka, svibanj 2022.

Student: Leo Matušan

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079263

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom **TEHNOLOGIJA PREKRCAJA, SLAGANJE I UČVRŠĆIVANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA** izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Renato Ivče.

U radu sam primijenio 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:

Leo Matušan



Student: Leo Matušan

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112079263

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student - autor



(potpis)

SAŽETAK

Naslov ovog završnog rada je „Tehnologija prekrcaja, slaganje i učvršćivanje jedinica tereta na RO – RO brodovima.“ U radu je objašnjen povijesni razvoj RO – RO brodova, njihove karakteristike, kao i osnovna svojstva opreme za ukrcaj i prekrcaj jedinica tereta. Jedna od glavnih značajki svakog RO – RO broda su brodske rampe, jer se sav teret dovozi i odvozi upravo preko njih. Iz tog razloga bitno je naglasiti njihove osnovne karakteristike, ali i razvoj u budućnosti kako bi se poboljšala funkcionalnost RO – RO brodova. Jedinice tereta se mogu slagati na tri različita načina, što je detaljnije objašnjeno u samom radu. Prilikom slaganja i učvršćivanja tereta, od velike je važnosti poznavati osnove stabilnosti kako se ne bi ugrozila sigurnost ne samo tereta, već i cijelog broda. Pri završetku rada dan je primjer razvoja RO – RO brodova u Rapskoj plovidbi d.d.

Ključne riječi: brodske rampe, manipulacija teretom, RO – RO tehnologija, stabilnost, točke zahvata

SUMMARY

This thesis, titled “The technology of transhipment, stowage, and securing cargo units on Ro-Ro ships“ looks into the historical development of the Ro-Ro vessel, their characteristics, and basic features of equipment used in loading and transhipment of cargo units. One of the main features of every Ro-Ro ship are ship pumps, as these pumps are used for loading and unloading all cargo. It is important to emphasize not only the key characteristics of these ships but look into possibilities of further development as well, as to improve their overall functionality in the future. Cargo units can be stowed in three different ways, described more in details in this thesis. Understanding basic stability principles is of key importance during stowing and securing cargo, as to ensure the safety of not only the cargo, but the entire ship, as well. The development of a Ro-Ro ship owned by Rapska plovidba Ltd. is taken as an example at the end of the thesis.

Keywords: ship ramps, cargo handling, Ro/Ro technology, stability, anchoring points

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ	II
UVOD	1
1.PREKRAJ JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA	2
1.1. OPREMA ZA UKRAJ I PREKRAJ TERETA	5
1.1.1. Brodske rampe	6
1.1.1.1. Razvoj brodskih rampi	6
1.1.1.2. Osnovna svojstva brodskih rampi	7
1.1.1.3. Vrste brodskih rampi.....	8
1.1.1.4. Razvoj brodskih rampi u budućnosti.....	11
1.1.2. Ukraj jedinica tereta na brod	11
1.1.2.1. Ukraj jedinice tereta na brod vlastitim pogonom	12
1.1.2.2. Ukraj jedinice tereta na brod tegljenjem	12
2. SLAGANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA	13
2.1. SLAGANJE TERETA PO SUSTAVU „VILJUŠKAR – VILJUŠKARU“	13
2.2. SLAGANJE TERETA PO SUSTAVU „LUF“ SISTEM.....	14
3. UČVRŠĆIVANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA	15
3.1. OPREMA I NAČIN UČVRŠĆIVANJA VOZILA NA RO – RO BRODOVIMA.....	15
3.1.1. Točke zahvata na brodskim palubama	15
3.1.2. Točke zahvata na vozilima.....	16
3.1.2.1. Vezovi	18
3.1.2.2. Slaganje	19
3.1.3. Stabilnost RO – RO brodova	20
3.1.3.1. Poprečna stabilnost RO – RO brodova	21
3.1.3.2. Uzdužna stabilnost RO – RO brodova	22
4. RO – RO BRODOVI NA PRIMJERU RAPSKE PLOVIDBE d.d.	23
ZAKLJUČAK	31
LITERATURA	32
POPIS ILUSTRACIJA.....	33

UVOD

Tema ovog završnog rada jest Tehnologija prekrcaja, slaganje i učvršćivanje jedinica tereta na RO – RO brodovima. Može se reći da je vrlo aktualna i suvremena, jer se stalno radi na unapređenju i modernizaciji RO – RO brodova. RO – RO brodovi grade se za prijevoz tereta koji se nalazi na kotačima, a koji se može ukrcati samostalno ili uz pomoć određenih sredstava.

Sukladno tome, cilj ovog završnog rada je objasniti teorijske značajke RO – RO brodova, povijesni razvoj istih te njihovu namjenu. Osim toga, potrebno je utvrditi i osnovne karakteristike prekrcaja, slaganja i učvršćivanja jedinica tereta. Svrha pisanja ovog završnog rada je uvidjeti kako su RO – RO izgledali u početnim godinama izgradnje te koliko je tehnologija do danas napredovala.

Osim uvoda i zaključka, ovaj završni rad sastoji se od četiri poglavlja.

- Prvo poglavlje nosi naslov „Prekrcaj jedinica tereta na RO – RO brodovima.“ U njemu će detaljno biti objašnjena osnovna svojstva brodskih rampi, njihove vrste kao i razvoj u budućnosti. Osim toga, u ovom poglavlju bit će riječ i o ukrcaju jedinica tereta na brod vlastitim pogonom i tegljenjem.
- U drugom poglavlju „Slaganje jedinica tereta na RO – RO brodovima“ bit će obrađena tri osnovna sustava slaganja: viljuškar viljuškaru, cargo- flat sistem te LUF sistem.
- Treće poglavlje nosi naslov „Učvršćivanje jedinica tereta na RO – RO brodovima“ te će u njemu detaljnije biti opisane točke zahvata na brodskim palubama i vozilima, kao i osnovne karakteristike poprečne i uzdužne stabilnosti.
- U četvrtom poglavlju „RO – RO brodovi na primjeru Rapske plovodbe d.d.“ bit će prikazan primjer iz prakse kako bi se stekao dojam o razvoju RO – RO brodova na našem području.

1.PREKRCAJ JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA

RO-RO brodove može se opisati kao sredstva suvremene tehnologije multimodalnog transporta. Njima se omogućava transfer različitih roba i dobara koji se vrši po prijevozu „od vrata do vrata“, odnosno door to door ili pak od proizvođača do potrošača.

Prije Drugog svjetskog rata prijevoz različitih roba i tereta odvijao se konvencionalnim brodovima. Oni nisu bili u potpunosti prilagođeni teretu prema tehničkim, tehnološkim i kemijskim osobinama. Upravo to je razlog početka gradnje specijaliziranih tankera za prijevoz tekućih tereta kao i brodova sipkih tereta. Međutim, nakon Drugog svjetskog rata došlo je do velikih promjena. Morem se počeo prevoziti generalni teret, koji obuhvaća poluproizvode te gotove proizvode. Ti proizvodi imali su veću vrijednost pa su, sukladno tome, zahtijevali i skuplju tehnologiju. Upravo je to bio razlog gradnje linijskih brodova koji su plovili na točno određenim plovidbenim rutama. Ti brodovi imali su finije linije broskog trupa, veću brzinu i skuplju opremu, a plovili su po unaprijed određenim voznim redovima dodirujući određene luke.

Ideja o gradnji RO – RO brodova bila je prisutna već i ranije, ali su se kao takvi javili tek u drugoj polovici 20. stoljeća. Njihovu je gradnju potaknuo snažan industrijski razvoj nametnuvši tako veliku konkurenciju na svjetskom tržištu. Jedan od glavnih zahtjeva tržišta bio je dopremiti robu i teret u što bržem roku. Englesko brodarsko poduzeće Atlantic Steam Navigation Co. je 1946. godine počelo koristiti brodove za iskrcavanje tankova, odnosno „tanklanding ships“. Oni su se koristili za prijevoz kamiona s teretom, a vozili su na relaciji London- Hamburg. Prema većini stručnjaka, upravo ovi brodovi se smatraju prvom organiziranom plovidbom po RO – RO sistemu. Ratna mornarica SAD-a je 1958. u Pensilvanyiji sagradila i predala u eksploataciju svoj prvi RO-RO brod pod nazivom Comet, koji je služio za prijevoz tereta i materijala koji je bio potreban trupama stacioniranima u Zapadnoj Njemačkoj. Imao je mogućnost manipulacije tereta preko rampi na bočnim vratima.¹

¹Komadina, P., RO – RO brodovi, Fakultet za pomorstvo i saobraćaj- Rijeka, 1987., str. 20



Slika 1. Prvi RO - RO brod Comet

Izvor: Work Boat, <https://www.workboat.com/viewpoints/historic-ro-ro-free-to-a-good-home> (12.06.2022.)

60-ih godina prošlog stoljeća pojavila su se dva naziva koja imaju jednako značenje: Roll-on/ Roll-off te Drive-on/ Drive-off, što znači dokotrljaj/ otkotrljaj ili pak dovezi /odvezi. Iako je ideja o RO – RO brodovima bila prisutna i ranije, njihov se naziv uspostavio tek kasnije u ovom obliku. Ovaj se naziv upotrebljava za sve one brodove koji ukrcaj ili pak iskrcaj vozila i tereta vrše horizontalnim načinom manipulacije. Suprotno ovim brodovima, lift-on/ lift-off ili LO – LO sistem vrši ukrcaj ili iskrcaj vertikalnim načinom manipulacije. Osim kamiona, prikolica, tegljača i kontejnera, RO-RO brodovi koriste se i za prijevoz putnika i vozila. Prve terete na RO – RO brodovima predstavljali su kamioni standardnog tipa, ali kada se njihov broj povećao u terminalima počeli su se upotrebljavati posebni terminalski traktori opremljeni posebnim spojnim spravama i kabinom koja je pružala vozaču dobar pregled naprijed i nazad što je bilo naročito važno za vožnju bez rizika preko brodskih rampi.² Nadalje, mjere RO-RO broдова zavise o vrsti tereta za koje su namijenjeni. Odnos dužine i širine broda je 5-6,5:1, dok se kod konvencionalnih teretnih brođova taj odnos kreće od 7-8:1.

Postoje razna definiranja RO- RO brođova. Prema jednoj, RO - RO brod je brod s vratima i rampom koja mu omogućuje pristajanje uz obalu i preko koje kamioni, tegljači i druga sredstva kopnenog transporta dolaze na brod i silaze s njega.³

²Gorjan, E., Pomorski prevozi RO – RO brodovima, Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 32 No. 1-2, 1985, str 13

³Komadina, P., op. cit., str 13

Definicija Britanskog nacionalnog komiteta- odjela za pomorsku plovidbu glasi: RO-RO brod je brod s vratima i rampom, koja mu omogućava pristajanje uz obalu i preko koje kamioni, tegljači i druga sredstva kopnenog transporta dolaze na brod ili silaze s njega.

Prema kodeksu o sigurnom slaganju i učvršćivanju tereta od međunarodne pomorske organizacije (IMO) od 6.11.1991. donosi se sljedeća definicija: RO-RO brod je takav brod koji ima jednu ili više zatvorenih ili otvorenih paluba koje nisu podijeljene i najčešće se protežu cijelom duljinom broda.

Koju god da se definicija uzme, treba naglasiti kako su se RO-RO brodovi u kratkom vremenu dokazali kao vrlo pouzdani i praktični brodovi na kratkim relacijama, a danas se koriste i na dužim relacijama na kojima, također, postižu odlične rezultate. Razlog tome svakako su mali troškovi rukovanja teretom, brže prekrcavanje te kraće zadržavanje brodova u lukama. Osim toga, ne zauzimaju velike parkirne prostore kao kontejnerski terminali, budući se teret koji se nalazi na kotačima brže odmah prevozi iz luke cestom ili pak željezničkim prugama. RO-RO brodovi omogućuju prihvat i transport tereta svih veličina i vrsta. Jedna od najbitnijih prednosti RO-RO sistema su niski troškovi prijevoza po jedinici tereta u odnosu na bilo koji drugi sistem. Osim toga, ovom je tehnologijom još više izražen i proširen multimodalni transport te pritom ne zahtjeva skuplju opremu na terminalima, nego samo prostor koji služi za parkiranje, ukrcavanje i iskrcavanje kamionskih prikolica.

Glavne posebnosti RO-RO brodova su: ⁴

- Nizak nadvodni bok i respektivno veća površina izložena vjetru u usporedbi s drugim tipovima brodova
- Veliki otvori u trupu za rampe
- Nedostatak unutarnjih pregrada kod brodova starije gradnje (brodovi suvremene gradnje opremljeni pomičnim pregradama)
- Osiguranje tereta
- Stabilnost brodova može predstavljati problem kod učvršćenja tereta

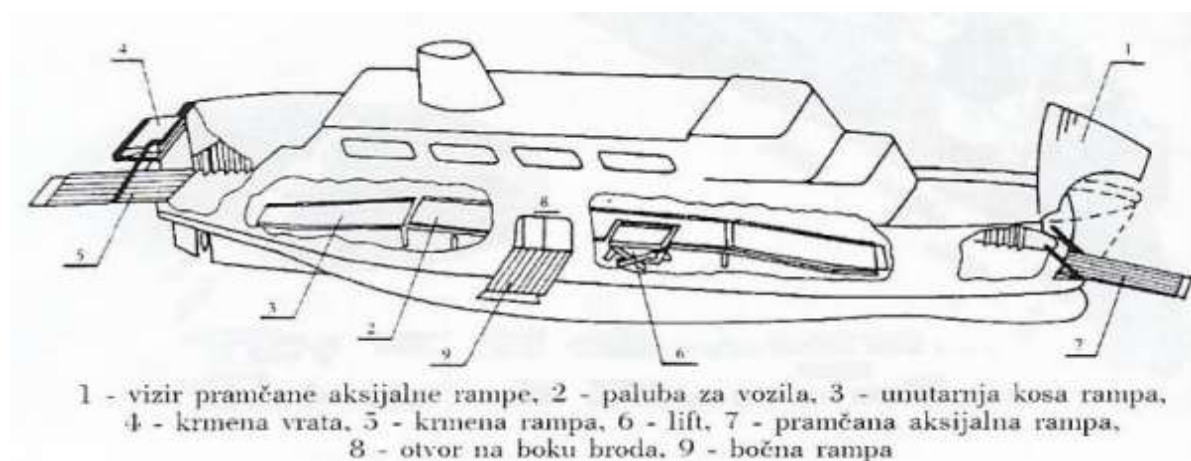
⁴Todorov, M., RO – RO Handbook, Copyright, 2016., str.8

Osim ovih prednosti, RO-RO brodovi imaju i neke nedostatke:⁵

- Skupi su s obzirom na ugradnju brodskih rampi, čvrstih paluba internih liftova ili rampi
- Veliki neiskorišteni prostor od 30 do 50 posto koji zauzimaju prikolice i poluprikolice i trejleri za teret i prostor između kotača
- Teret na kotačima u skladištu tijekom plovidbe zahtjeva poseban tretman i učvršćivanje, a za to je potrebna dodatna oprema i dobro uvježbana posada kako se ne bi ugrozila sigurnost ljudi, broda i tereta
- Neostatak RO-RO transporta je i skupoća, naročito kada se teret prevozi isključivo jednosmjerno, primjerice kada se promet odvija između srednjoistočnih i europskih zemalja.

1.1. OPREMA ZA UKRCAJ I PREKRCAJ TERETA

RO – RO putnički promet obuhvaća promet brodova čije je glavno obilježje mogućnost istodobnog prijevoza putnika i cestovnih vozila.⁶ Na sljedećoj su slici prikazani osnovni dijelovi RO – RO brodova.



Slika 2. Glavni dijelovi RO - RO broda

Izvor: Dundović, Ć: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2002.

⁵Martinović, D., Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka, 1998., str 11

⁶Zec, D., Optimalna veličina RO – RO putničkog broda u obalnoj plovidbi, Pomorski zbornik, Vol. 40, No.1, 2002., str. 35- 50

Svaki RO – RO brod sastoji se od bočnih vrata i otvora na oplati trupa koji služe za iskrcaj ili ukrcaj tereta. Njihova prostrana skladišta imaju oblik plovećih garaža koje omogućavaju bolje slaganje, ali i uzdužnu prohodnost vozila. Palube RO – RO brodova su čvršće i jače dimenzionirane u odnosu na ostale brodove kako bi mogle preuzeti što veću masu vozila sa ili pak bez tereta. Zbog različite visine vozila koji se ukrcavaju, pojavljuje se veliki prostor koji se gubi, a koji može iznositi čak i do 50%.⁷No, osnovna karakteristika RO-RO brodova su uređaji koji, kao kopneni most, povezuju palubu broda na krmu ili na pramcu s obalom te na taj način omogućavaju vozilima sa ili bez tereta ukrcaj na brod. Navedena oprema su brodske rampe, čije će posebnosti biti detaljnije objašnjene u nastavku.

1.1.1. Brodske rampe

Brodske rampe opisuju se kao jedna od osnovnih karakteristika svakog RO – RO broda. Služe kako bi se vozila ili teret ukrcali, odnosno iskrcali iz samog broda. U nastavku ovog završnog rada nalazi se detaljniji opis brodskih rampi.

1.1.1.1. Razvoj brodskih rampi

Brodske rampe karakteriziraju osnovnu opremu kojom vozila sa ili bez tereta pristupaju RO – RO brodovima horizontalnim načinom manipulacije. Rampe mogu biti ugrađene na pramcu, na krmu ili pak na pramcu i krmu te na boku. To ugrađivanje rampi predstavlja vrlo složen zadatak za konstruktore i graditelje, jer se mora postići sigurnost broda kao i cijele opreme koja se nalazi na brodu. U današnje vrijeme najviše se koriste krmene rampe jer omogućuju dvosmjerni promet vozila i dovoljno su široke, dok se pramčane rampe koriste jedino kod manjih trajekata koji plove na kratkim relacijama.

Glavna zadaća svake brodske rampe je omogućiti ukrcaj ili iskrcaj vozila, ali u isto vrijeme djeluju i kao vodonepropusna vrata. Prve brodske rampe ugrađivale su se kod trajekata koji su prevozili željezničke vagoni ili automobile, a gradile su se na pramcu.

⁷Komadina, P. op. cit., str 13

1.1.1.2. Osnovna svojstva brodskih rampi

Brodske rampe mogu se opisati osnovnim svojstvima koja ih karakteriziraju. Upravo po tim svojstvima svaka od njih se bitno razlikuje. Brodske rampe su se jako modernizirale te su vidljive velike oscilacije u svojstvima nekadašnjih i sadašnjih rampi. U nastavku ovog rada opisana su osnovna svojstva svake brodske rampe.

Rampe se obično opisuju svojim dimenzijama koje se sastoje od sljedećeg:⁸

- Ukupna dužina
- Duljina različitih dijelova, ako ih ima
- Širina prilaza u najužem dijelu
- Širina rampe
- Nagib rampe
- Nagib različitih dijelova, ako ih ima
- Dopuštene visine pristaništa s najvećim nagibom
- Maksimalna udaljenost između broda i veza koja omogućuje sigurno korištenje rampe
- Maksimalno radno opterećenje, što označava maksimalno opterećenje koje može preći preko rampe u isto vrijeme te varira između 30 do 300 i više tona

Osnovne karakteristike svake brodske rampe su: širina, nosivost, nagib i dužina.

Što se tiče širine, prve brodske rampe radile su se široke 4 metra, a onda se povećala na 7 metara. Razlog tome je potreba za što bržom manipulacijom i što kraćim boravkom broda u luci, što je uvjetovalo razvoj dvosmjernog prometa. Na daljnje proširenje širine rampe utjecala je potreba da se na RO-RO brod krca kontejner dužine 20 stopa uz pomoć viljuškara. Tada se širina povećava na 8 metara, dok danas postoje rampe od čak 18 metara pa čak i šire s razdvojenim prometnim trakama.

Kod nosivosti brodske rampe treba u obzir uzeti masu viljuškara, vučnog vozila (tag mastera) ili pak specijalnih LUF vozila te broj vozila koja se u istom trenu mogu naći na rampi.

⁹Broj vozila s teretom koja se u istom trenu mogu naći na rampi ovisi o tome koliko je duga

⁸Todorov, D., op. cit., str. 91

⁹Martinović, D., op. cit., str. 13

sama rampa. Prijašnja nosivost brodskih rampi iznosila je 50 tona, nakon čega se povećala na 120 tona pa 200, a danas rampa može podnijeti čak 450 i više tona.

Što se tiče nagiba, on ne smije biti veći od 13 do 14 posto u odnosu na obalu kako bi se ukrcaj i iskrcaj tereta obavljao bez zastoja. Osim nagiba na obalu, kod rampi s više sekcija od velike je važnosti da među sekcijama ne postoji veliki nagib.

Dužina je uvjetovana razlikom između visine palube ukrcaja i visine obale. Visina palube ovisi koliki je stupanj nakrcanosti samog broda, odnosno koliki mu je gaz i trim. Na to se utječe razmještanjem tereta uzdužno ili pak balansiranjem, odnosno punjenjem i pražnjenjem tankova. Nadalje, visina obale pak ovisi dali je plima ili oseka, no na to se ne može utjecati. Današnja dužina brodske rampe iznosi od 2 do 50 i više metara.

1.1.1.3. Vrste brodskih rampi

Osim osnovnih svojstava, svaku brodsku rampu karakterizira i vrsta. U nastavku ovog rada prikazana je podjela brodskih rampi prema kutu koji zatvaraju s uzdužnicom broda.

Prema tome, brodske rampe mogu biti:

- Aksijalne rampe- smještene su na pramcu ili krmu, a protežu se u smjeru uzdužnice broda pa se teretom manipulira samo kada je brod vezan prema obali krmom ili pramcem. Približno 90 % RO – RO brodova imaju aksijalne rampe. Glavna karakteristika ove vrste brodskih rampi je relativno mala težina koja varira do oko 50 tona. Osim toga, imaju nisku cijenu koštanja te nije potrebno da imaju vodonepropusna vrata jer sama rampa krmu ili pramčani otvor zatvara nepropusno. Aksijalne rampe pogodne su i za manje trajekte jer imaju laku konstrukciju. Samim time ne narušavaju stabilnost broda i tereta te lakše podnose nagib broda za vrijeme manipulacije tereta.



Slika 3. Aksijalna rampa

Izvor: MacGregor, <https://www.macgregor.com/services/conversions/Conversions-for-ro-ro-equipment/>
(14.06.2022.)

- Otklonjene rampe- ugrađene su na pramčanoj ili krmenoj strani koja sa uzdužnom osi broda zatvara kut od 30 do 45 stupnjeva.¹⁰ 1968. godine je firma MacGregor konstruirala i ugradila prvu otklonjenu rampu u Japanu. Kod ove vrste brodskih rampi manipulacija tereta vrši se kada je brod privezan bokom uz obalu. Upravo taj način omogućava korištenje bočnih vrata za ukrcaj ili pak iskrcaj tereta iz broda. Jedan od glavnih nedostataka otklonjenih rampi je što brod uvijek mora biti vezan uz obalu istom stranom, a to predstavlja velike poteškoće u lukama s ograničenim i neadekvatnim manevarskim prostorom. Dužina ovih rampi varira između 20 i 38 metara, a širina do 7,5 metara. Težina im je 250 tona. Danas postoje rampe koje imaju dužinu veću od 50 metara pa se nazivaju jumbo rampe. Širina njihove kolne trake iznosi 12 metara, a nosivost 400 tona omogućavajući normalan rad u lukama gdje plime i oseke iznose do 8,5 metara. Jumbo rampe koriste se u onim slučajevima kada se, iz bilo kojeg razloga, ne mogu primijeniti aksijalne rampe. One u cijeloj svojoj dužini nisu neprekinute, nego se na jednom mjestu preklapaju.

¹⁰Komadina, P., op. cit., str 28



Slika 4. Otklonjena rampa (kvartilna rampa)

Izvor: Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology, <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/ramps>
(16.06.2022.)

- Krmene okretne rampe- su rampe koje se otklanjaju od uzdužnice broda na jednu i drugu stranu te omogućavajući brodu iskrcavanje ili pak ukrcavanje tereta bez obzira na to kojim bokom je brod pristao uz obalu. Ove se rampe sastoje od četiri osnovna dijela:
 - Okretnog stola, koji se rotira oko centralne osovine, a smješten je u kružni ležaj kojeg se pričvršćuje za samu strukturu broda
 - Prva sekcija pričvršćena je za okretni stol, na prvu sekciju prihvaćaju se manevarska užad koja idu na koloturnike koje se montira na stupove s obje strane
 - Druga sekcija pričvršćena je na prvu i podešava je se potpuno automatski uz pomoć hidrauličnih cilindara
 - Treća sekcija je prošireni produžetak povećane površine kako bi se smanjio specifični pritisak na obalu.



Slika 5. Krmena okretna rampa

Izvor: <https://www.shipandoffshore.net/news/shipbuilding/detail/news/major-us-equipment-contract-signed.html>
(17.06.2022.)

1.1.1.4. Razvoj brodskih rampi u budućnosti

Velike i skupe rampe koje teže 300 tona, imaju nosivost 450 tona te dužinu 50 metara često se ugrađuju, a korištene su samo 5 do 10 posto životnog vijeka broda. Upravo radi toga se često vodi rasprava među konstruktorima i brodograditeljima da li je to isplativo i dugoročno održivo. Danas se nastoji graditi veće i prilagodljive koptene rampe koje bi mogle više koristiti s namjenom da se na brodovima ugrađuju rampe što manjih masa, širina, a samim time i znatno jeftinije. Goleme rampe su potpuno neprikladne na onim RO – RO brodovima koji plove na dugim relacijama, jer to skraćuje njihovo vrijeme korištenja.

1.1.2. Ukrcaj jedinica tereta na brod

Ukrcaj tereta različitih oblika ograničen je visinom ulaza na mjestu gdje je rampa učvršćena za brod. Nije ograničen nosivošću paluba ili pak brodskih rampi. Postoje dva načina manipulacije RO – RO tereta: ukrcaj jedinica tereta na brod vlastitim pogonom ili ukrcaj jedinica tereta na brod tegljenjem, čije su karakteristike detaljnije opisane u nastavku.

1.1.2.1. Ukrcaj jedinice tereta na brod vlastitim pogonom

Ukrcaj jedinice tereta na brod vlastitim pogonom ne zahtjeva nikakvu pomoćnu mehanizaciju. Jedini je nedostatak gubljenje prilično velikog dijela korisne površine brodske palube koja je namijenjena teretu.

1.1.2.2. Ukrcaj jedinice tereta na brod tegljenjem

Ukrcaj jedinice tereta na brod tegljenjem koristi prikolicu ili poluprikolicu kao i vučno vozilo. Sve to funkcionira na način da vučno vozilo napusti manipulativni predmet u onom trenutku kad ga je dovuklo i smjestilo na mjesto određeno za ukrcaj. Ovaj način ukrcaja tereta je pogodan jer se njime štedi prostor, a vučne jedinice pritom, za vrijeme trajanja plovidbe ne stoje neiskorištene, već ih se može koristiti na drugim potrebitim poslovima.

2. SLAGANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA

Teret se ukrcava na brod horizontalno preko brodske rampe koja povezuje skladišni prostor i obalu vlastitim pogonom ili se pak prevozi do mjesta predviđenog za slaganje. Pojam slaganje označava određivanje pozicije na brodu na koju se postavlja teret, odnosno raspoređivanje tereta po teretnim prostorima broda na osnovi određenih kriterija. Unutrašnjost broda svojom prostranošću omogućuje bolju prohodnost i slaganje jedinica tereta. Potrebno je znati složiti teret po određenom sustavu kako se ne bi narušila stabilnost broda, a samim time i sigurnost broda i svih koji se na njemu nalaze. Nadalje, stručnim slaganjem tereta postiže se i visoki stupanj iskorištenosti prostora što doprinosi slaganju veće količine tereta.

U nastavku ovog rada opisana su dva sustava slaganja jedinica tereta, odnosno slaganje tereta po sustavu „viljuškar – viljuškaru“ te slaganje tereta po sustavu „LUF“ sistem.

2.1. SLAGANJE TERETA PO SUSTAVU „VILJUŠKAR – VILJUŠKARU“

Sustav „viljuškar – viljuškaru“ još se naziva i truck to truck, a zahtjeva klasične RO – RO brodove s rampom na krmu ili pramcu, jer se manipulacija tereta vrši preko bočnih otvora ili vrata. Brodovi koji imaju ugrađene i rampe i bočne otvore najčešće prakticiraju ovaj sustav. On funkcionira na način da jedan viljuškar dovodi teret na paletama do pod bok broda gdje ga podiže do bočnog otvora. Nadalje, tamo ga preuzima drugi viljuškar koji taj paletizirani teret prevozi u unutrašnjost broda i stavlja na, za to, predviđena mjesta. Paleta s teretom može se pomoću lifta ili pak drugih viljuškara distribuirati na više paluba. Ovime se skraćuje vrijeme boravka brodova u lukama.¹¹

Postoje viljuškari različitih izvedbi, a to pak ovisi o pogonu, nosivosti ili konstrukciji. Oprema koja se koristi za rukovanje teretom ovisi o obilježjima tereta koji se pritom koristi. Viljuškari se obično koriste za manipulaciju paletiziranog tereta koristeći posebnu dodatnu opremu.

¹¹ Komadina, P., Ibidem, str. 55

2.2. SLAGANJE TERETA PO SUSTAVU „LUF“ SISTEM

Kod LUF sistema ukrcaj ili iskrcaj tereta obavljaju dva vozača od kojih svaki rukuje sa 40 – 50 ISO kontejnera od 6,096 metara na sat. Ti kontejneri grupiraju se u veće jedinice tako što se 4 ili 6 njih slažu na LUF postolje. LUF postolje se onda posebnom prikolicom i tegljačem dovodi u brod i postavlja na određeno mjesto.

Prednosti ovog sistema su:

- Jednostavnost i sigurnost operacija
- S manjim brojem radnika može se izmanipulirati veće količine tereta i to u vrlo kratkom vremenskom razdoblju zbog visokog stupnja okrupnjivanja i sjedinjenja
- Smanjenje zastoja što rezultira pouzdanošću
- Nije potrebno odjednom izvršiti velika ulaganja u kompletan sistem već je moguće sistem uvoditi postepeno
- Nije potrebno dodatno učvršćivanje.

Glavni dijelovi LUF sistema su postolje i platforma, prikolica i tegljač ili LUF master.

LUF postolje je od čeličnog kostura oblika H profila na koji se može slagati teret. Okvir većih dimenzija omogućuje slaganje dva dvadesetstopna kontejnera te još dva reda kontejnera iznad njih. Izgledom to jako podsjeća na velike palete. Te dimenzije određuju se po ISO modelu te omogućuju usko slaganje kojem nije potrebno dodatno učvršćivanje tijekom plovidbe. LUF postolje izgrađeno je upravo s namjenom kako ne bi zauzimalo previše prostora i da omogući jednostavnu upotrebu.

LUF prikolica je prikolica koja ima jako nisku šasiju i veći broj kotača raspoređujući pri tom težinu na što veću površinu.

LUF tegljač predstavlja tegljač kojeg pokreće dizel motor snage do 400 Kw koji istovremeno napaja i hidraulike LUF prikolica. Onog trenutka kada tegljač donese platformu na određeno mjesto, prikolica se spušta na palubu ili pak obalu sve dok sigurno ne pristane.

3. UČVRŠĆIVANJE JEDINICA TERETA NA RO – RO BRODOVIMA

Teret koji se smješta na palubu broda u slučaju valjanja i posrtanja pružiti će manji otpor trenja i lakše će se pomicati. To može biti vrlo opasno i dovesti do oštećenja samog tereta, a u pojedinim slučajevima ugrožava se sigurnost broda i pomoraca. Upravo to je razlog pridavanja posebne pažnje vezivanju i učvršćivanju tereta na RO – RO brodovima.

U svijetu postoje određeni standardi, koji reguliraju vezivanje i učvršćivanje tereta na RO-RO brodovima. Pritom svaka jedinica tereta mora biti učvršćena prema slijedećim pravilima:

- Maksimalna razdaljina između dva privezna mjesta ne smije biti veća od 1,6m po dužini
- U poprečnom smislu minimalna udaljenost priveznih mjesta je 2,5m, a maksimalna 3m
- Minimalna snaga bez trajnih poremećaja svakog priveznog mjesta ne smije biti manja od 120kN
- Ukoliko je jedno privezno mjesto na palubi predviđeno za hvatanje više priveznih užadi ili lanaca, odgovarajuća snaga ne smije biti manja od $120 \times n$ kN

3.1. OPREMA I NAČIN UČVRŠĆIVANJA VOZILA NA RO – RO BRODOVIMA

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) je na svojoj Skupštini od 06.studenog 1991. usvojila Kodeks o sigurnom slaganju i učvršćivanju tereta 1991. U sklopu tog Kodeksa donesene su „Upute o sigurnosnim uređajima za prijevoz cestovnih vozila na RO-RO brodovima.“

3.1.1. Točke zahvata na brodskim palubama

Palube brodova, koji prevoze vozila, potrebno je da imaju točke zahvata koje služe adekvatnom osiguranju tereta od pomicanja.

1. Brod treba imati Priručnik o osiguranju tereta u skladu s Rezolucijom br. A 489 (XII) koja sadrži obavijesti navedene i preporučene u točki 10. Priloga uz tu Rezoluciju.
2. Na palubama broda namijenjena prijevozu cestovnih vozila prema navedenoj definiciji moraju postojati točke zahvata. Raspored točaka zahvata treba prepustiti odluci

brodovlasnika pod uvjetom da za svako cestovno vozilo, ili dio spoja cestovnih vozila, postoji najmanje sljedeći raspored točaka zahvata:¹²

- a) Razmak među točkama zahvata u uzdužnom smjeru ne smije, u pravilu, biti veći od 2,5 m. Ipak, može se ukazati potrebnim da točke zahvata koje se nalaze na prednjem dijelu broda i one koje se nalaze na stražnjem dijelu broda budu manjeg razmaka nego razmak točaka koje se nalaze na sredini broda.
- b) Poprečni razmak točaka zahvata ne smije biti manji od 2,8 m ni veći od 3 m. Ipak, može se ukazati potrebnim da točke zahvata koje se nalaze na prednjem dijelu broda i one koje se nalaze na stražnjem dijelu broda budu manjeg razmaka nego razmak točaka koje se nalaze na sredini broda.
- c) Najmanja čvrstoća svake točke zahvata bez trajnih deformacija mora biti 120 Kn. Ako je točka zahvata namijenjena tome da omogućuje privez više od jednog veza (npr. 4 veza), onda je potrebno da odgovarajuća čvrstoća ne bude manja od 4 x 120 Kn.
- d) Na RO-RO brodovima koji ne prevoze cestovna vozila stalno već samo povremeno, razmak i čvrstoća točaka zahvata razmatraju se posebno, kako to nalaže sigurno slaganje i osiguranje vozila.

3.1.2. Točke zahvata na vozilima

Točke zahvata na cestovnim vozilima namijenjene su tome da osiguraju vozila na brodu te trebaju imati otvor kako bi primili samo jedan vez.

Točke zahvata na vozilima:

1. Točke zahvata i otvori trebaju omogućiti razne smjerove vezova na brodskoj palubi. Ako na točki zahvata ima više otvora, svaki od njih mora imati čvrstoću točke zahvata iz sljedeće tablice u točki 3.
2. Na svakoj strani vozila potrebno je da bude predviđen isti broj točaka zahvata i to ne manji od dva niti veći od šest u skladu s odredbama točke 3.
3. Najmanji broj i najmanja čvrstoća točaka zahvata moraju biti u skladu s tablicom:

¹² Komadina, P., Ibidem, str. 63

Tablica 1. Točke zahvata na vozilima

Bruto masa vozila (BMV) u tonama	Najmanji broj točaka zahvata na svakoj strani vozila	Najmanja čvrstoća bez trajne bez trajne deformacije svake postojeće točke zahvata (Kn)
$3.5 \text{ t} \leq \text{BMV} \leq 20 \text{ t}$	2	BMV x 10 x 1,2 / n
$20 \text{ t} < \text{BMV} \leq 30 \text{ t}$	3	
$30 \text{ t} < \text{BMV} \leq 40 \text{ t}$	4	

Izvor: Komadina, P., Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Pomorski fakultet Rijeka, 2004., str. 64

„n“ označava ukupan broj točaka zahvata na svakoj strani vozila.

Kod korištenja ove tablice treba se držati sljedećih napomena:¹³

- Napomena 1.- Kod vlakova tablica se primjenjuje na svaki sastavni dio, odnosno motorno vozilo i svaku njegovu prikolicu.
 - Napomena 2.- tablica se ne primjenjuje na vozila za vuču prikolica. Ona moraju biti opremljena s dvije točke zahvata na prednjoj strani vozila, čija čvrstoća treba biti dovoljna da se spriječi bočno kretanje prednje strane vozila. Vučna motka na prednjoj strani može se zamijeniti s dvije točke zahvata.
 - Napomena 3.- ako se vučna motka koristi za osiguranje vozila koja nisu vučna vozila za prikolice, ona se ne smije premjestiti ili zamijeniti već spomenutim najmanjim brojem i čvrstoćom točaka zahvata na svakoj strani vozila.
4. Svaka točka zahvata na vozilu označava se jasno uočljivom bojom.
 5. Točke zahvata na vozilima smještaju se tako kako bi se osiguralo što učinkovitije i sigurnije zadržavanje vozila uz pomoć vezova.

¹³ Komadina, P., Ibidem, str. 65

6. Potrebno je da točke zahvata na vozilima omogućavaju prijenos sila vezova na šasiju vozila i da pritom nisu opremljene odbojnicom ili osovina, osim ako su posebno podešene da prenose sile neposredno na šasiju.
7. Točke zahvata na vozilima moraju se smjestiti na način da je vezove moguće pričvrstiti brže i sigurnije, posebno ako vozilo ima bočne ograde.
8. Unutarnji promjer svakog otvora točke zahvata ne smije biti manji od 80mm, ali pritom nije nužno da otvor bude okrugao.
9. Na vozila koja nisu prilagođena odredbama iz prethodne točke 3. moguće je primijeniti sigurnosne mjere koje su jednako.

3.1.2.1. Vezovi

Vezovi moraju biti izrađeni od materijala koji ima čvrstoću i rastezljivost jednaku najmanje čeličnim lancima te se moraju sastojati od lanaca ili pak drugih naprava. Vezove se postavlja i učvršćuje na način kako bi im bilo moguće što sigurnije pristupanje ukoliko to situacija zahtjeva. U nastavku su dane točke zahvata koje se odnose na vozila i vezove.

1. Čvrstoća vezova koja nemaju trajne deformacije, ne smije biti manja od 120 Kn.
2. Vezove je potrebno provjeravati u redovnim razmacima tijekom putovanja te ih po potrebi treba i zatezati.
3. Vezove treba na točke zahvata pričvrstiti uz pomoć kuka ili nekih drugih naprava koje moraju biti postavljene tako da ih je moguće izvući iz otvora točke zahvata ako se za to ukaže potreba, odnosno ako popuste tijekom plovidbe.
4. Svaku točku zahvata na vozilu, kroz svaki njen otvor treba se pričvrstiti samo jedan vez.
5. Vezovi se moraju pričvrstiti na točno određenu točku zahvata koja je predviđena za tu svrhu.
6. Kut između veza i vodoravne ili okomite ravnine mora biti između 30 i 60 stupnjeva.
7. Broj točaka i vezova koji će se primjenjivati na svakom od putovanja određuje zapovjednik broda. Pritom mora voditi računa o vremenskim prilikama koje se očekuju na putovanju te o karakteristikama broda.
8. Ukoliko postoji sumnja da neko od vozila ne udovoljava potrebnim odredbama, zapovjednik broda može ukrcati vozilo na brod. Pritom mora voditi računa o očividnom

stanju vozila, vremenskim uvjetima i o stanju mora koje se očekuje na putovanju, uz to mora voditi računa i o svim drugim nepredvidivim okolnostima.

3.1.2.2. Slaganje

Slaganje vozila u velikoj mjeri ovisi i o području gdje se plovi, karakteristikama broda te o vremenskim uvjetima koji će prevladavati. Slaganje se mora obaviti u skladu s određenim zakonitostima, što je prikazano u nastavku.

1. Vozila se moraju slagati na način kako bi šasije ostale koliko je to moguće nepokretne te kako bi se spriječilo slobodno pomicanje vozila na mjestu ukrcaja. To se radi tlačenjem opruga čvrstim vezivanjem vozila na palubu, podizanjem šasije prije osiguranja vozila ili ispuštanjem zraka iz mehanizma za spoj kotača s osovinama vozila koji prigušuju udare.
2. Ukoliko putovanje traje dulje od 24 sata, zrak je potrebno ispustiti na svakom vozilu koje je opremljeno ovim sustavom. Na putovanjima koja traju kraće od 24 sata, zrak bi također trebalo ispustiti. U slučaju da zrak nije ispušten, vozilo bi trebalo podignuti kako bi se spriječilo popuštanje vezova.
3. Ukoliko se na vozilu koriste stope za oslanjanje na podlogu, šasiju je potrebno učvrstiti za točke zahvata na stopama te jasno označiti položaj tih točaka.
4. Posebno je potrebno obratiti pažnju na osiguranje vozila koja su složena na mjesto gdje bi mogla biti izložena dodatnim silama. U slučaju da su vozila posložena poprečno, mogle bi se pojaviti dodatne sile radi takvog načina slaganja.
5. Kotače je potrebno ukliniti upravo zato da bi se dobila dodatna sigurnost u slučaju nepovoljnih uvjeta.
6. Dok traje putovanje nije dozvoljeno da Diesel motori na vozilima rade.
7. Vozila koja su namijenjena prijevozu tereta koji bi moglo nepovoljno utjecati na njihovu stabilnost trebaju ugaziti spravu za neutralizaciju sustava za vješanje.
8. Slaganje se mora obaviti u skladu sa sljedećim:¹⁴
 - a) Kočnice za zaustavljanje svakog vozila ili svakog dijela spoja vozila, moraju se zategnuti i učvrstiti

¹⁴ Komadina, P., Ibidem, str. 66

- b) Poluprikolice, s obzirom na njihovu izvedbu ne smiju se oslanjati na nosače (Landing legs) u toku prijevoza, osim ako su nosači posebno izrađeni za tu svrhu i kao takvi označeni. Poluprikolice koje nisu spojene moraju se osloniti na nosač (trestle) ili sličnu napravu smještenu blizu područja na kojem se prikolica zahvaća, tako da veza od naprave na prikolici (pick-up date, fifth wheel) i priključka na vučnom vozilu (king pin, champing device) nije otežana. Projektanti prikolica moraju uzeti u obzir potreban prostor i pojačanja, a odabrana mjesta treba jasno označiti.

3.1.3. Stabilnost RO – RO brodova

Jedan od važnijih faktora o kojem se mora voditi računa na RO – RO brodovima je stabilnost. Stabilnost je sposobnost broda da se nakon nagnuća oko jedne od svojih osi vrati u prvobitan uspravni položaj. Što se tiče stabilnosti na RO – RO brodovima, može se reći da ona ima poseban značaj jer se prilikom nepogodnih vremenskih uvjeta, valjanja broda ili posrtanja, teret na kotačima se lakše pomiče od generalnog tereta koji je krcan na paletama ili u kontejnerima ili koji je pak ukrcan na konvencionalan način. Ukoliko se teret pomakne, može doći do velikih šteta na teretu, ali to može ugroziti i samu sigurnost broda, što je prikazano na sljedećoj slici. RO – RO brodovi moraju vrlo brzo ukrcati i iskrcati svoj teret, što zahtjeva dugačke palube vozila bez pregrada, pri čemu je rizik od sudara dosta velik.



Slika 6. Posljedica poremećaja stabilnosti

Izvor: gCaptain, <https://gcaptain.com/are-roros-safe/> (29.06.2022.)

Poboljšanje RO – RO stabilnosti može se postići strukturnim modifikacijama koje navode:

- Opremanje palube vozila s poprečnim pregradama koje su otvorene tijekom operacija tereta, ali se drže zatvorene tijekom plovidbe morem
- Ugradnja nagiba u palubu vozila
- Postavljanje uzdužnih pregrada s poprečnim dijelovima ispod palube vozila kako bi se ograničio opseg poplave ispod vodene linije
- Postavljanje bočnih sponsona za povećanje širine vodne linije plovila u usporedbi sa širinom palube vozila

3.1.3.1. Poprečna stabilnost RO – RO brodova

O poprečnoj stabilnosti govori se prilikom naginjanja broda oko uzdužne osi. U tom uzdužnom smislu brodovi su jako stabilni pa se prilikom eksploatacije više vodi računa o stupnju zatežnosti ili pak pretežnosti broda pri različitim stanjima nakrcanosti, odnosno računa se trim ili pretega.

Pokazatelj poprečne stabilnosti je metacentarska visina, na koju se utječe vertikalnim raspoređivanjem tereta. Vrijednost metacentarske visine potrebno je da bude minimalno 0,15 metara čime se sprječava labilna ili indiferentna ravnoteži broda. Ukoliko se teret rasporedi pravilno na RO – RO brodu, brod će imati pozitivnu vrijednost metacentarske visine, a time se smanjuje mogućnost pomaka cjelokupnog tereta.

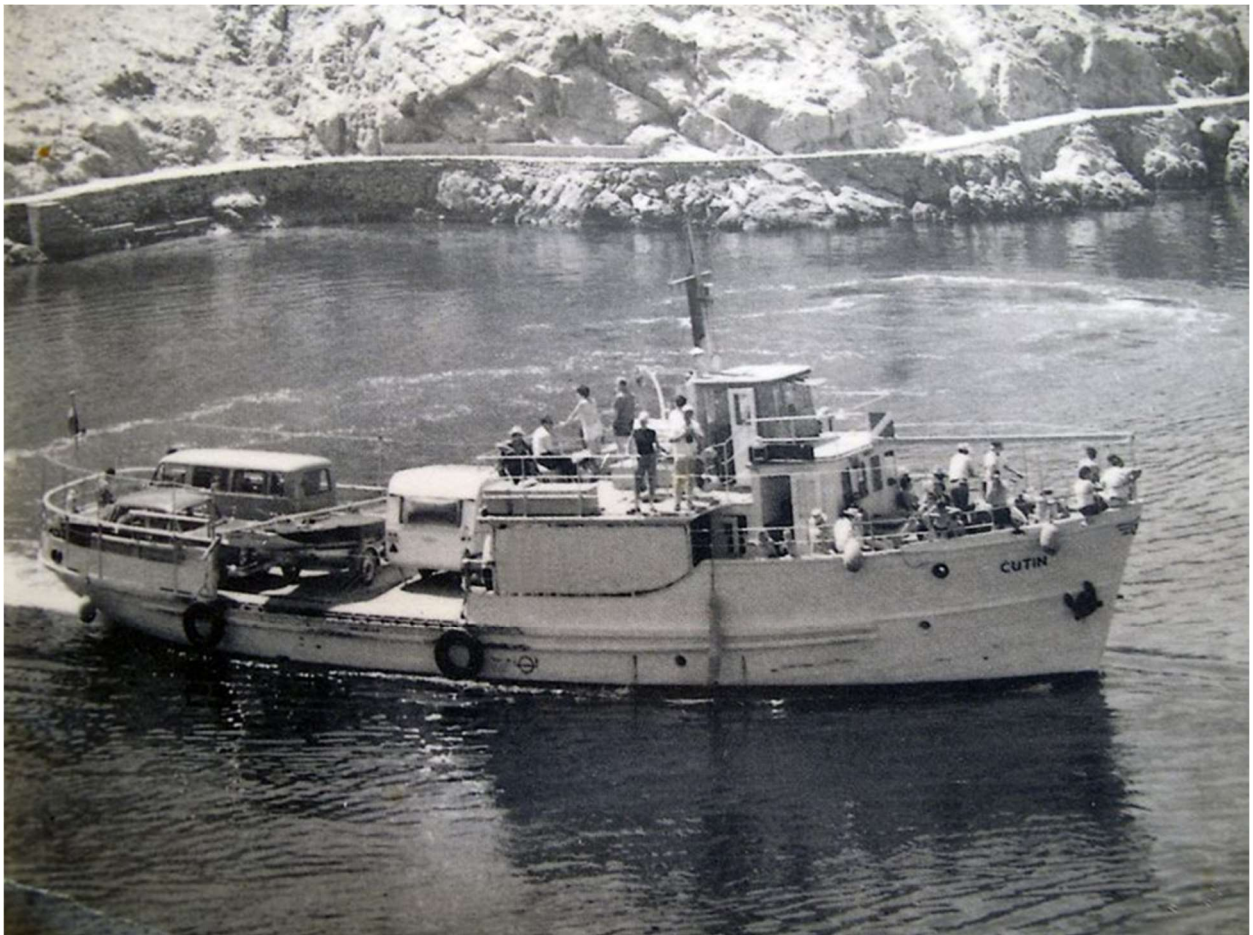
Poprečna stabilnost broda dijeli se na poprečnu početnu stabilnost te poprečnu stabilnost kod velikih kutova nagiba. Što se tiče poprečne početne stabilnosti, do nje dolazi kad brod pliva ravno ili se nagine s jednog na drugi bok do nekih 10 ili 12 stupnjeva, a promatra ju se kroz moment stabilnosti ili moment povratka. O poprečnoj stabilnosti kod velikih kutova nagiba se govori kad se brod nagine više od 10 ili 12 stupnjeva.

3.1.3.2. Uzdužna stabilnost RO – RO brodova

Kod uzdužne stabilnosti potrebno je u svakom trenutku imati povoljan trim kako bi se teret koji se ukrcava preko rampi, ukrcao bez poteškoća. To je od velike važnosti, prvenstveno, kod brodova koji krcaju željezničke vagoni ili neki teži teret koji se nalazi na kotačima ili u lukama u kojima postoje velike amplitude visoke i niske vode. Stabilnost broda, odnosno trim postiže se balastom, balansni tankovi se pune ili prazne uz pomoć pumpi, stručno nazvano balastiranje ili debalastiranje. Sve se to radi kako bi se brod doveo do ravne kobilice, odnosno pozicije za neometano ukrcavanje ili iskrcavanje tereta.

4. RO – RO BRODOVI NA PRIMJERU RAPSKE PLOVIDBE d.d.

Rapska plovidba d.d. značajna je tvrtka koja doprinosi gospodarstvu otoka Raba. Osnovana je 1963. godine. Prvi trajektni prijevoz s kopna na otok Rab obavljen je 01. lipnja 1963. godine i to preuređenim ribarskim brodom Ćutinom iz luke Jablanac do luke Rab s pristajanjem kod restorana „Grand“. Tada je plovidba trajala sat i dvadeset minuta, a ukrcaj i iskrcaj s broda bili su prava mala avantura. Brod je mogao prevesti osam automobila, a na desnom je boku imao otvor i pomičnu rampu za ukrcaj i iskrcaj automobila. Te 1963. godine prevezeno je u oba pravca 580 automobila i 27728 putnika, a do danas je prevezeno preko 34 milijuna putnika i više od 11 milijuna različitih kategorija vozila.



Slika 7. Brod Ćutin u luci Jablanac

Izvor: Rab danas, <https://www.rabdanas.com/> (05.07.2022.)

Pošto je promet rastao, iduće je godine kupljen i preuređen još jedan ribarski brod naziva „Jablanac“, a 1966. godine nabavljen je i trajekt „Rabljanka“. Od prvog trajekta „Ćutin“ pa do danas nabavljeno je ili izgrađeno deset trajekata koji su povezivali otok s kopnom:

- M/T Otoci plovio je u razdoblju od 1965. do 2010. godine,
- M/T Jadranka plovio je u razdoblju od 1973. do 2004. godine,
- M/T Rabljanka plovio je u razdoblju od 1979. do 2006. godine,
- M/T Rab plovio je u razdoblju od 1993. do 2018. godine,
- M/T Sveti Kristofor plovio je u razdoblju od 2003. do 2021. godine.

Rastom prometa i potrebom usklađenja s propisima Europske unije Rapska plovidba odgovorila je izazove realizacijom razvojnih planova izgradnjom i nabavom novih trajekata:

- M/T Sveti Marin, izgrađen 2005 godine. Ima kapacitet prijevoza 250 putnika i 50 automobila,
- M/T Barbat, izgrađen 2007. godine, a od 2010. godine plovi za Rapsku plovidbu, ima kapacitet prijevoza 400 putnika i 63 automobila,
- M/T Četiri zvonika, izgrađen 2016. godine, a od 2018. godine plovi za Rapsku plovidbu, ima kapacitet prijevoza 595 putnika i 99 automobila.



Slika 8. M/T Četiri zvonika

Izvor: Rab danas, <https://www.rabdanas.com/> (05.07.2022.)

Kako se razvijala Rapska plovidba tako je došlo i do potrebe razvoja infrastrukture. 1976. godine izgrađeno je trajektno pristanište Mišnjak. Tada se vozilo linijom Mišnjak – Jablanac, sve do srpnja 2012. kada je dovršena izgradnja luke Stinica pa trajektna linija postaje Mišnjak – Stinica. Od ukupno dvadeset pet državnih trajektnih linija Rapska plovidba plovi na jednoj Stinica Mišnjak, povezujući otok Rab s kopnom, dok na ostalim linijama plovi brodar Jadrolinija d.d. s trideset sedam Ro- Ro broda (trajekta).

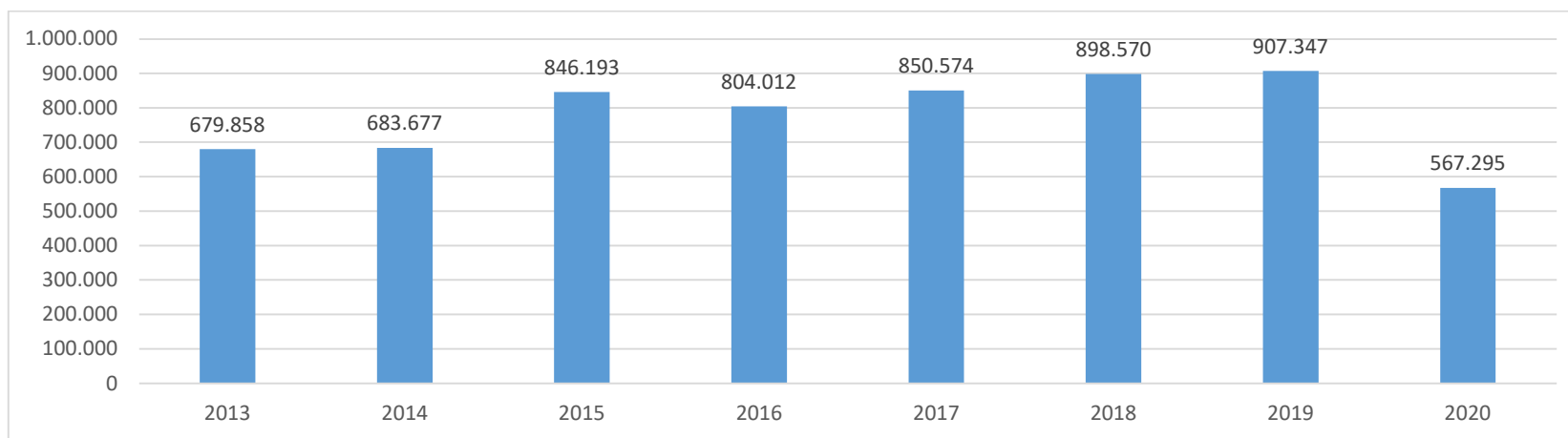
Luka Mišnjak je najkorištenija veza otoka Raba s kopnom, te s obzirom na česte nepovoljne vremenske uvjete, a i iz razloga sigurnosti, Rapska plovidba uvela je veće trajekte koji omogućuju prometovanje u većini vremenskih uvjeta. To je dovelo do dodatnih ulaganja u kvalitetu lučke infrastrukture koja je preduvjet razvoja nesmetanih pomorskih veza sa otokom neovisno o vremenskim neprilikama. Godine 2019. izvršena su ulaganja u lučku infrastrukturu te je trenutno u funkciji osam rampi za prihvat trajekata s vezovima za dva trajekta dužine 100 m (širine 17,5 m, gaz 2,5 m) i dva trajekta dužine 79 m (širine 17,5, gaz 2,7) i jedan trajekt dužine 73 m (širine 15 m, gaz 2,4 m) uz uređenu obalu razvijene dužine 510 m.

U nastavku rada prikazani su tablica i grafikon s prometom putnika na državnoj trajektnoj liniji Stinica- Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine.

Tablica 2. Promet putnika na državnoj trajektnoj liniji Stinica-Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine

Brodar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Indeks 2014/2013	Indeks 2015/2014	Indeks 2016/2015	Indeks 2017/2016	Indeks 2018/2017	Indeks 2019/2018	Indeks 2020/2019
Rapska plovidba d.d.	679.858	683.677	846.193	804.012	850.574	898.570	907.347	567.295	100,6	123,8	95,0	105,8	105,6	101,0	62,5

Izvor: Agencija za obalni linijski pomorski promet i Rapska plovidba d.d.



Grafikon 1. Promet putnika na državnoj trajektnoj liniji Stinica-Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine

Izvor: Agencija za obalni linijski pomorski promet i Rapska plovidba d.d.

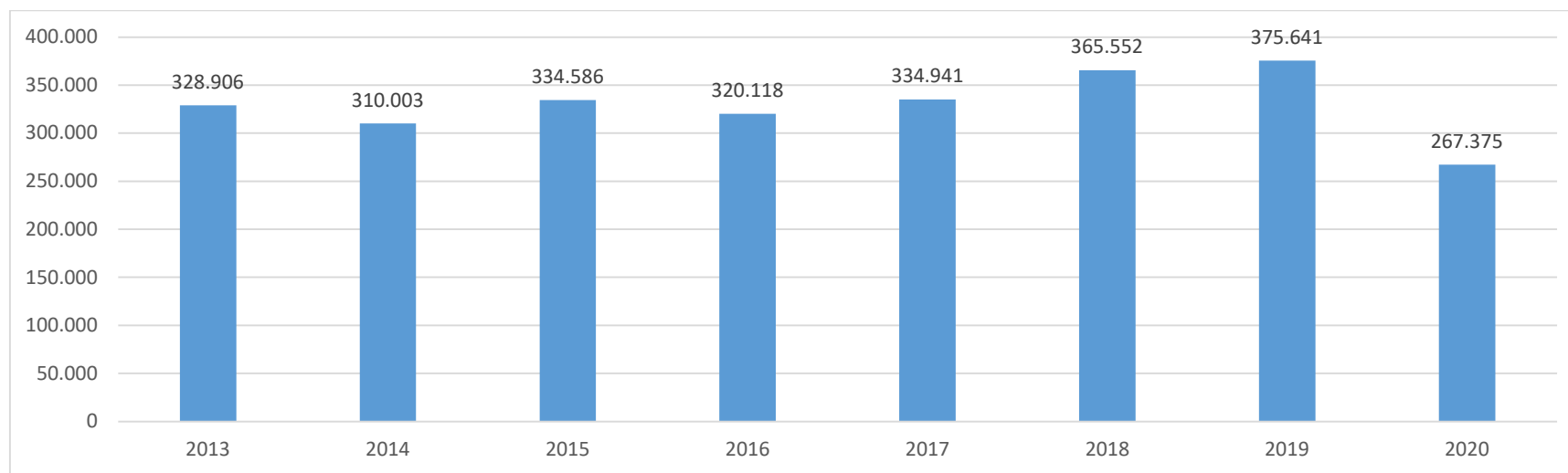
Iz tablice i grafikona može se zaključiti kako je promet putnika bio najveći 2019., dok je 2020. godine promet putnika bio najniži, a kao razlog tome svakako se može napomenuti COVID- 19.

Sljedeći tablica i grafikon prikazuju promet vozila na državnoj trajektnoj liniji Stinica- Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine.

Tablica 3. Promet vozila na državnoj trajektnoj liniji Stinica - Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine

Brodar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Indeks 2014/2013	Indeks 2015/2014	Indeks 2016/2015	Indeks 2017/2016	Indeks 2018/2017	Indeks 2019/2018	Indeks 2020/2019
Rapska plovidba d.d.	328.906	310.003	334.586	320.118	334.941	365.552	375.641	267.375	94,3	107,9	95,7	104,6	109,1	102,8	71,2

Izvor: Agencija za obalni linijski pomorski promet i Rapska plovidba d.d.



Grafikon 2. Promet vozila na državnoj trajektnoj liniji Stinica-Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine

Izvor: Agencija za obalni linijski pomorski promet i Rapska plovidba d.d.

Promet vozila održava istu situaciju kao i promet putnika. Vidljivo je kako je najveći promet vozila bio 2019. godine, dok je najmanji bio 2020. godine, što je također posljedica COVID-19.

U nastavku je prikazana tablica s udiom Rapske plovidbe u ukupnom prometu putnika na državnim trajektnim linijama od 2013. do 2020. godine.

Tablica 4. Udio Rapske plovidbe u ukupnom prometu putnika na državnim trajektnim linijama od 2013. do 2020. godine

Brodar	2013	Udio u prometu	2014	Udio u prometu	2015	Udio u prometu	2016	Udio u prometu	2017	Udio u prometu	2018	Udio u prometu	2019	Udio u prometu	2020	Udio u prometu
Jadrolinija	8.506.065	91,7%	8.582.249	91,8%	9.005.261	91,4%	9.432.934	92,1%	10.049.056	92,2%	10.214.090	91,9%	10.313.251	91,9%	6.613.669	92,1%
Rapska plovidba	679.858	7,3%	683.677	7,3%	846.193	8,6%	804.012	7,9%	850.574	7,8%	898.570	8,1%	907.347	8,1%	567.295	7,9%
L N P	85.449	0,9%	84.350	0,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Ukupno	9.271.372	100,0%	9.350.276	100,0%	9.851.454	100,0%	10.236.946	100,0%	10.899.630	100,0%	11.112.660	100,0%	11.220.598	100,0%	7.180.964	100,0%

Izvor: Agencija za obalni linijski pomorski promet i Rapska plovidba d.d.

Vidljivo je kako Rapska plovidba zauzima jako mali udio u ukupnom prometu putnika na državnim trajektnim linijama, a razlog tome jest svakako što povezuje samo otok Rab s kopnom, dok je, primjerice, Jadrolinija rasprostranjena po čitavoj jadranskoj obali. Najveći udio u ukupnom prometu putnika, Rapska plovidba imala je 2015. godine s 8,6%, dok je najmanji imala 2013. i 2014. godine sa 7,3%.

Sljedeća tablica prikazuje udio Rapske plovidbe u ukupnom prometu vozila na državnim trajektnim linijama od 2013. do 2020. godine.

Tablica 5. Udio Rapske plovidbe u ukupnom prometu vozila na državnim trajektnim linijama od 2013. do 2020. godine

Brodar	2013	Udio u prometu	2014	Udio u prometu	2015	Udio u prometu	2016	Udio u prometu	2017	Udio u prometu	2018	Udio u prometu	2019	Udio u prometu	2020	Udio u prometu
Jadrolinija	2.411.636	87,0%	2.513.731	88,1%	2.659.207	88,8%	2.782.146	89,7%	2.959.231	89,8%	3.089.398	89,4%	3.164.301	89,4%	2.295.959	89,6%
Rapska plovidba	328.906	11,9%	310.003	10,9%	334.586	11,2%	320.118	10,3%	334.941	10,2%	365.552	10,6%	375.641	10,6%	267.375	10,4%
L N P	30.626	1,1%	29.152	1,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Ukupno	2.771.168	100,0%	2.852.886	100,0%	2.993.793	100,0%	3.102.264	100,0%	3.294.172	100,0%	3.454.950	100,0%	3.539.942	100,0%	2.563.334	100,0%

Izvor: Agencija za obalni linijski pomorski promet i Rapska plovidba d.d.

Iz tablice se može zaključiti kako je najveći udio u ukupnom prometu vozila Rapska plovidba imala 2013. godine, dok je najmanji udio imala 2017. godine. S obzirom na udio u ukupnom prometu putnika, treba naglasiti kako Rapska plovidba u ukupnom prometu vozila ipak zauzima malo veći dio.

Na državnim trajektnim linijama na Jadranu prometuju dva broдача, Jadrolinija i Rapska plovidba. Rapska plovidba prometuje samo linijom 337 Stinica- Mišnjak dok na ostalih dvadeset tri linije prometuje broдар Jadrolinija. Prema podacima Mare Nostruma flota brodova Rapske plovidbe sastoji se od tri Ro-Ro broда (trajekta), prosječne starosti 11 godina. Flota brodova Jadrolinije sastoji se od ukupno 37 Ro-Ro brodova (trajekata), prosječne starosti 24 godine.

ZAKLJUČAK

RO – RO brodovi su brodovi koji imaju vrata i rampu kako bi omogućili pristajanje uz obalu te kako bi kamioni, tegljači ili druga sredstva kopnenog prometa došli na brod i sišli s njega. Osim što su vrlo stabilni i omogućuju veliko osiguranje tereta, treba naglasiti kako su veoma skupi i te imaju veliki neiskorišteni prostor. Njihova glavna karakteristika su brodske rampe koje omogućuju pristup vozilima i teretu horizontalnim načinom manipulacije. Postoje razne vrste rampi, a danas se nastoje izgraditi što funkcionalnije rampe koje će imati što manju masu, širinu, a samim time biti i puno jeftinije.

Slaganje i učvršćivanje jedinica tereta na RO – RO brodovima zahtjeva veliku pažnju, kako ne bi došlo do ugroženosti sigurnosti, ne samo tereta, već i cjelokupnog broda. Jako je opasno ukoliko dođe do pomicanja tereta prilikom plovidbe. To može narušiti stabilnost broda, a ona je bitna kako bi se brod nakon nagnuća oko jedne od svojih osi vratio u svoj prvobitan uspravni položaj.

Prikaz RO – RO brodova dan je na primjeru rapske otočne firme Rapska plovidba d.d. koja posluje od 1963. godine te od tada velike napore ulaže u razvoj što funkcionalnijih trajekata, koji su jako bitni za održavanje otočnog načina života.

LITERATURA

KNJIGE

- Dundović, Ć: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2002.
- Komadina, P., Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Pomorski fakultet Rijeka, 2004., str. 64
- Komadina, P., RO – RO brodovi, Fakultet za pomorstvo i saobraćaj- Rijeka, 1987.
- Martinović, D., Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka, 1998.
- Todorov, M., RO – RO Handbook, Copyright, 2016.

ČLANCI U ČASOPISIMA

- Gorjan, E., Pomorski prevozi RO – RO brodovima, Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 32 No. 1-2, 1985.
- Zec, D., Optimalna veličina RO – RO putničkog broda u obalnoj plovidbi, Pomorski zbornik, Vol. 40, No.1, 2002.

ELEKTRONIČKI IZVORI

- gCaptain, <https://gcaptain.com/are-roros-safe/> (29.06.2022.)
- MacGregor, <https://www.macgregor.com/services/conversions/Conversions-for-ro-ro-equipment/> (14.06.2022.)
- Rab danas, <https://www.rabdanas.com/> (05.07.2022.)
- Ship&Offshore, <https://www.shipandoffshore.net/news/shipbuilding/detail/news/major-us-equipment-contract-signed.html> (17.06.2022.)
- Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology, <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/ramps> (16.06.2022.)
- Work boat, <https://www.workboat.com/viewpoints/historic-ro-ro-free-to-a-good-home> (12.06.2022.)

POPIS ILUSTRACIJA

POPIS TABLICA

Tablica 1. Točke zahvata na vozilima	17
Tablica 2. Promet putnika na državnoj trajektnoj liniji Stinica-Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine	26
Tablica 3. Promet vozila na državnoj trajektnoj liniji Stinica - Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine	28
Tablica 4. Udio Rapske plovidbe u ukupnom prometu putnika na državnim trajektnim linijama od 2013. do 2020. godine	29
Tablica 5. Udio Rapske plovidbe u ukupnom prometu vozila na državnim trajektnim linijama od 2013. do 2020. godine	30

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Promet putnika na državnoj trajektnoj liniji Stinica-Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine	27
Grafikon 2. Promet vozila na državnoj trajektnoj liniji Stinica-Mišnjak u razdoblju od 2013. do 2020. godine	28

POPIS SLIKA

Slika 1. Prvi RO - RO brod Comet.....	3
Slika 2. Glavni dijelovi RO - RO broda	5
Slika 3. Aksijalna rampa	9
Slika 4. Otklonjena rampa (kvartilna rampa)	10
Slika 5. Krmena okretna rampa	11
Slika 6. Posljedica poremećaja stabilnosti.....	20
Slika 7. Brod Ćutin u luci Jablanac	23
Slika 8. M/T Četiri zvonika.....	24