

Ro-Ro brodovi obilježja i podjela

Jurković, Matko

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:187:228508>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



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

Repository / Repozitorij:

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



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

MATKO JURKOVIĆ

RO-RO BRODOVI OBILJEŽJA I PODJELA

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022. godina

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

RO-RO BRODOVI OBILJEŽJA I PODJELA
RO-RO SHIPS FEATURES AND CLASSIFICATION

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Tehnologija prijevoza kontejnera i RO-RO tehnologija

Mentor: prof. dr. sc. Renato Ivče

Student: Matko Jurković

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112081520

Rijeka, rujan 2022. godine

Student: Matko Jurković

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112081520

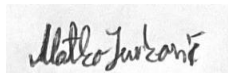
IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom
RO-RO brodovi obilježja i podjela

izradio/la samostalno pod mentorstvom
prof.dr.sc. Renato Ivče

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

Student



(potpis)

Ime i prezime studenta

Matko Jurković

Student: Matko Jurković

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

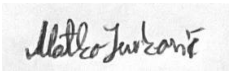
JMBAG:0112081520

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/studentica – autor

_____  _____

(potpis)

SAŽETAK

„RO-RO brodovi, podjela i obilježja” je rad koji opisuje RO-RO brodove kroz povijesni razvoj brodova i tehnologije od samog početaka primjene do danas te vrste tereta koji se prevoze na njima. Opisuje obilježja RO-RO brodova; konstrukcije i karakteristike te manipulaciju tereta, kao i podjelu prema raznim karakteristikama. Rad se sastoji od uvoda, 5 poglavlja uz odgovarajuća potpoglavlja, zaključka te literature i popisa slika. Ključne korištene riječi su; RO-RO brodovi, RO-RO teret, manipulacija, RO-RO tehnologija, RO-RO teret i rampe

SUMMARY

In the paper “RO-RO vessels, types and characteristics” RO-RO vessels are described, their development through history, the technology used, from their very beginnings until today, and about the cargo handled and transported on them. Also, the paper discusses the construction of the RO-RO vessels, the characteristics which separate them from each other, it lists the types of RO-RO vessels and the way cargo is handled on them. The paper has five chapters with subchapters, apart from the introduction, conclusion, list of literature used and photograph description. Key words; RO-RO vessels, RO-RO cargo, cargo handling, RO-RO technology, RO-RO cargo and ramps.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. RO-RO TEHNOLOGIJA	2
2.1. POVIJESNI RAZVOJ RO-RO BRODOVA I TEHNOLOGIJE	2
2.2. TERETI NA RO-RO BRODOVIMA.....	7
3. OBILJEŽJA RO-RO BRODOVA	9
3.1. KONSTRUKCIJE I KARAKTERISTIKE.....	10
3.2. SLAGANJE I UČVRŠĆIVANJE TERETA	12
4. PODJELA RO-RO BRODOVA	14
4.1. VELIČINA I GAZ.....	14
4.2. VRSTA I NAMJENA.....	14
4.2.1. <i>RO-RO</i>	15
4.2.2. <i>CAPA</i>	15
4.2.3. <i>CACA</i>	16
4.2.4. <i>CONT</i>	17
4.2.5. <i>PACA</i>	18
4.2.6. <i>HYBR</i>	19
4.3. GENERACIJA GRADNJE	20
4.4. DULJINA RELACIJE.....	21
5. PODJELA BRODSKIH RAMPI	22
5.1. AKSIJALNE RAMPE	22
5.2. OTKLONJENE RAMPE.....	24
5.3. KRMENE OKRETNE RAMPE	25
5.4. BOČNE RAMPE.....	27
5.5. UNUTARNJE RAMPE I LIFTOVI.....	28
6. ZAKLJUČAK	29
LITERATURA	31
POPIS TABLICA	32

POPIS SLIKA..... 32

1. UVOD

Roll-on, roll-off: (RO-RO) hrv. dokotrljati, otkotrljati, brodovi su suvremene tehnologije namijenjeni za ukrcaj i/ili iskrcaj tereta i putnika na kotačima. Osim što prevoze sve vrste vozila; automobile, mopede, kombije, kamione, prikolice, kontejnere ... koji ostaju na brodu tijekom plovidbe, za utovar i/ili istovar tereta koriste se viličari utovarivači, traktori, tegljači...

Utovar i/ili istovar tereta radi se po principu horizontalne manipulacije jer su prostori za teret građeni u jednom prostoru bez pregrada.

Osnovne rampe RO-RO brodova su pramčana, bočna i krmena rampa. Pramčana i krmena rampa omogućava nesmetani i brži jednosmjerni promet vozila, budući da istodobno omogućuje ukrcavanje i iskrcavanje tereta, vozila i putnika, Bočne rampe ugrožavaju cjelovitost trupa broda i koriste se jedino u slučajevima ubrzavanja pretovara.

Završni rad je podijeljen na 6 dijelova uključujući uvod i zaključak.

U drugom poglavlju je uvid u RO-RO tehnologiju kroz povijesni razvoj i vrste tereta koji se prevoze.

Zatim slijedi poglavlje obilježja RO-RO brodova, konstrukcije i karakteristike te način slaganja i učvršćivanja tereta.

U četvrtom poglavlju je podjela RO-RO brodova prema veličini, vrsti, gasu, namjeni te prema generaciji gradnje i duljini relacije.

U zadnjem 5. poglavlju objašnjene su brodske rampe koji se koriste tijekom plovidbe, kod utovara i/ili istovara tereta na RO-RO brodovima,

2. RO-RO TEHNOLOGIJA

RO-RO tehnologija je specifična jer se razvila iz „multimodalnog transportnog sustava (MMT)” što označava istovremenu uporabu dvaju transportnih sredstava iz dviju različitih grana transporta, kod čega prvo transportno sredstvo zajedno s teretom, postaje teret za glavno transportno sredstvo.

S obzirom na konstrukciju koja se ne može usporediti s drugim brodovima prednosti RO-RO brodova su što mogu prevesti svu vrstu roba na kotačima u vrlo kratkom vremenskom roku uz male troškove prekrcaja i ne ovise o kopnenoj infrastrukturi jer nije potreban skladišni prostor već samo prostor za ukrcaj i/ili iskrcaj tako da su u konačnici troškovi takve infrastrukture minimalni.

Nedostatak RO-RO tehnologije je jedino u nemogućnosti 100% iskoristivosti brodske površine radi razmaka između vozila, neiskorišteni prostor ispod vozila, nemogućnost krcanja u visinu (samo jedan red). Jedna trećina prostora broda ostaje neiskorišten.

2.1. POVIJESNI RAZVOJ RO-RO BRODOVA I TEHNOLOGIJE

Na području Škotske u 19. stoljeću razvijaju se prvi RO-RO brodovi.

Prvi brodovi počeli su se graditi za prijevoz parnih lokomotiva i vagona preko rijeke Forth koja je bila duga 5 milja, a razlog potrebe takvih brodova je bio zato što su ti vagoni bili preširoki, glomazni, odnosno velikih dimenzija i služili su za prijevoz preko mosta.

Jedan od tih brodova koji je vozio na toj liniji imao je ime „Firth of Forth“.Ti brodovi su bili posebno dizajnirani jer su na palubi umjesto parkirnih traka imali željezničke tračnice za lakši ukrcaji/ili iskrcaj vagona. Takav način manipulacije teretom s vremenom se pokazao dosta neuspješnim.



Slika 1. Prikaz broda za prijevoz vlakova

Izvor; <https://www.alamy.com/stock-photo-the-train-ferry-boat-service-between-harwich-essex-england-and-zeebrugge-105373256.html>

Polovicom 20. stoljeća dolazi do novih tehnologija i suvremenijih RO-RO brodova. Razvojem industrije u svijetu potražnja za takvim tipovima brodova bila je sve veća. Završetkom drugog svjetskog rata englesko brodarsko poduzeće „Atlantic Steam Navigation Co“ je počelo koristiti brodove za prijevoz tenkova za potrebe prijevoza kamiona. Smatra se da je to bila prva organizirana plovidba u RO-RO sustavu.

Desetak godina kasnije uspostavljene su mnoge linije na Baltičkom i Sjevernom moru.



Slika 2. USNS COMET

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/USNS_Comet_%28T-AK-269%29

Karakteristike i specifikacije broda;

Duljina; 142 m

Širina; 24 m

Visina; 8,2 m

Prosječna brzina; 25 čvorova

Ratna mornarica Sjedinjenih Američkih Država sagradila je 1957. godine RO-RO brod pod nazivom „USNS Comet“. Krenuo je iz Pennslvanije prema zapadnoj Njemačkoj nakrcan vojnim materijalom. Brod je imao 16 800 metara kubičnih parkirnog prostora i manipulacija tijekom ukrcaja i/ili iskrcaja obavljala se preko bočnih rampi.

Zbog potrebe brže manipulacije teretom iste godine ugradile su se na tim brodovima i krmene rampe. Godinu dana kasnije ugrađena je prva hidraulična krmena rampa na brodu Campiegne koji je vozio na liniji Dover-Calais.

Engleska, Francuska, Danska bile su prve zemlje koje su se pomorskom prijevozu počele koristiti RO-RO brodove. Nedugo nakon RO-RO prijevoz počinje se koristiti na Mediteranu, a prvi države bile su Grčka i Italija.

Prvi RO-RO brodovi imali su nosivost 2 000 tona i brzina im se kretala oko 15 čvorova. Ubrzo je počela potražnja za većim brodovima pa su se počeli graditi brodovi do 10 000 tona i brzina do 20 čvorova.

Danas možemo naići na brodove preko 30 000 tona nosivosti tzv. „deep sea ro-ro ship“. Parkirne trake na brodovima nekada su bile dugačke od 100 do 200 m, a danas prelaze 2000 metara.

RO-RO brodovi su se u vrlo kratkom vremenu brzo razvili. Jedan od razloga je cijena prijevoza, koja je igrala veliku ulogu u samom razvitku te vrste tehnologije, jer ima najniže troškove po jedinici tereta od ostalih prekrcajnih sustava.

RO-RO brodovi su građeni za prijevoz tereta na kotačima, ali postoje iznimke a to su višenamjenski brodovi odnosno RO-RO brodovi s mogućnošću ukrcanja kontejnerskog tereta na glavnoj palubi. Kontejneri se na takvim brodovima slažu na 3 do 4 visine, dok se u trup broda ukrcavaju uz pomoć viljuškara.

U hrvatskoj se nakon drugog svjetskog rata putnička flota užurbano obnavlja, grade se novi putnički brodovi. Osniva se 1947. godine glavni državni brodar za putnički linijski promet u Rijeci jadranska linijska plovidba „Jadrolinija“. Obnovljen je sustav brodskih linija, kojih je Jadrolinija održavala čak 74.

Potkraj 1950-ih počela je nagla motorizacija zemlje i razvoj cestovnih prometnica uz obalu, točnije izgradnjom jadranske magistrale (dionica od Rijeke do Zadra) koja je završena 1958.god. Tim činom se povećava potreba prijevoza automobila na obližnje otoke, što se mjestimice obavljalo neprikladnim putničko teretnim brodovima na koje su se automobili ukrcavali brodskim dizalicama. Rastuće potrebe te istodobno ukidanje nerentabilnih brodskih linija doveli su do uvođenja trajekata.

Prvi trajekt na hrvatskoj obali bio je „Bodulka“, izgrađen 1952. u šibenskom mornaričkom tehničkom remontnom zavodu „Velimir Škorpik“ kao dvotrupni drveni desantni brod Jugoslavenske ratne mornarice duljine 26 m. Godine 1959. otkupila ga je kvarnerska plovidba iz Rijeke i preinačila za prijevoz 130 putnika i 12 vozila.

Trajekt „Bodulka“ je na liniji Crikvenica-Šilo na Krku i 1961. godine prevezao je oko 20 000 automobila, Godine 1963. preuzela ga je Jadrolinija, a od 1979. plodio je pod imenom „Rovinjanka“ za Jadranturist iz Rovinja, gdje je održavao vezu s Crvenim otokom do 2009., kada je potonuo.



Slika 3. Trajekt "Bodulka"

Izvor: <https://magazin.hrt.hr/kultura/legendarna-bodulka-popisi-davno-ukrcanih-pomoraca-pozutjele-pomorske-knjizice-873845>

2.2. TERETI NA RO-RO BRODOVIMA

Osnovna obilježja RO-RO tereta je prijevoz tereta na kotačima te ukrcaj koji se obavlja u horizontalnom smjeru vlastitim pogonom ili pomoću lučkih prekrcajnih sredstava putem brodske iskrcajne rampe.

Imamo dvije vrste tereta;

- ✚ teret koji je ukrcan na vozila koja imaju vlastiti pogon
- ✚ teret koji je ukrcan na prikolicama, poluprikolicama, platformama ili LUF postoljima koja nemaju vlastiti pogon pa se koriste vučna vozila za ukrcaj i/ili iskrcaj na brod.

Teret po dolasku na brod smješta se na predodređeno mjesto i obvezno se mora učvrstiti zbog poprečnih i uzdužnih sila. Tijekom prijevoza morem teret ostaje na prijevoznom sredstvu ili se iskrcava s njega i slaže na predviđeno mjesto.

Ukrcaj i/ili iskrcaj tereta na kotačima određuje se na sljedeći način:

- ✚ Cestovnim vozilima s vlastitim pogonom
- ✚ Prikolicama koje se koriste u cestovnom prometu
- ✚ RO-RO prikolicama koje su često i dio brodske opreme
- ✚ Viljuškarima i raznim vrstama transportnih prijevoznih sredstava opremljenih prema obilježjima tereta.

Prijevoz tereta na kotačima vlastitim pogonskim sredstvom je najučestaliji u uporabi kod ove vrste tehnologije. Ovakav tip broda sposoban je prevoziti brojne kategorije vozila, posebnost kod ove vrste tehnologije je ta što se ukrcaj vozila vrši izravno s ceste na brod.



Slika 4. Ukrcaj tereta na "Pure car truck carries" brod

Izvor: <https://www.retailnews.asia/ro-ro-connect-indonesia-philippines-part-asean-connectivity/ro-ro-ship/>



Cestovna vozila s vlastitim pogonom koja se prevoze morem su raznovrsna, neka su jednostavnija za prijevoz a neka komplicirana za prijevoz morem, pa tako imamo različite brodove koji su prilagođeni vrsti vozila koju prevoze, radi boljeg popunjavanja broskog prostora i lakšeg ukrcaja i/ili iskrcaja izravno s prometnica.

Prikolice koje se koriste u cestovnom prometu najčešće prevoze paletizirani teret klasičnih dimenzija te se pri dolasku u luku spremaju u skladišta na terminalu a zatim pomoću posebnih lučkih tegljača prevoze na brod. Uz takav tip prikolica na brodu se još koriste ro-ro prikolice koje služe za prijevoz kontejnera i koleta, ro-ro sklopive spuštene prikolice za teške terete i ro-ro prikolice za teške terete.

Viličari mogu biti različitih modela, to zavisi o njihovoj maksimalnoj težini koju mogu podignuti, pogonskim kotačima gdje se nalaze i samom izgledu. Svaki tip traži i različitu opremu za manipulaciju teretom koju viličari koriste. Najčešće se koriste za paletizirani teret, ali mogu manipulirati i s ostalim vrstama tereta koristeći određenu dodatnu opremu koja je potrebna za određeni teret.

LUF sustav (eng. Lift unit frame”) je uveden u uporabu da bi se unaprijedio Ro-Ro sustav prijevoza.

Osnovni elementi LUF sustava su;

-  LUF postolje,
-  čelični kostur “H” profila na koji se može slagati teret.

Teret se može slagati i dva 20' kontejnera po duljini ili dva reda kontejnera u visinu. Kada je postolje bez tereta može se složiti jedno u drugo.

LUF platforme se mogu slagati izvangabaritni tereti, teški tereti, automobili, ...

Ako se na LUF platformu ugrade posebni spremnici mogu se prevoziti sipki tereti – nosivost platforme je do 100 t.

Najveća prednost ovog sustava je što je smanjena količina radnika, jednostavno rukovanje, bez dodatnih učvršćenja, niska cijena samog postolja, brza manipulacija i nije usko vezana samo za kontejnere, nego se mogu i drugi različiti tereti ukrcavati na nju.

3. OBILJEŽJA RO-RO BRODOVA

Međunarodna pomorska organizacija (IMO-International Maritime Organization) 6.studenog 1991. usvaja rezoluciju skupštine IMO A. 714 (17) dodatak 4. donosi sljedeću definiciju koja glasi: „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. U njega se teret ukrcava ili iskrcava u vodoravnom smjeru.“

U rezoluciji se nalaze definicije vezane za ostale teretne jedinice, cestovna vozila, cisterne, kontejnere, rasklopive tankove, prijenosne tankove Te su još navedeni zahtjevi i primjeri u cilju smanjenja rizika te poboljšanja sigurnosti brodova, putnika, posade, tereta, opreme i naravno poboljšanja pravilnog učvršćivanja, a potaknuto je raznim nezgodama koje su se desile na RO-RO putničkim brodovima.

Poglavlje II – 1 SOLAS konvencije u studenom 1995. godine RO-RO brod definiran je kao „putnički brod s ro-ro teretnim prostorima ili prostorima specijalne kategorije“, koji su nadalje opisani u istom poglavlju.

RO-RO brodove se može podijeliti po raznim kriterijima od kojih su najvažniji sljedeći:

- ✚ Prema veličini i gasu broda
- ✚ Prema vrsti i namjeni
- ✚ Prema dužini relacije
- ✚ Prema generaciji gradnje

3.1. KONSTRUKCIJE I KARAKTERISTIKE

RO-RO brodovi su posebno građeni za prijevoz tereta na kotačima, konstrukcija takvih tipova brodova je puno zahtjevnija za razliku s nekim drugim brodovima. Najviše se svojim izgledom razlikuju od ostalih brodova po raznim vrstama brodskih rampi koje služe za manipulaciju teretom, te izvedbom svojih skladišta koja imaju uzdužnu prohodnost vozila nalik prostranim garažama koje nisu odijeljene vodonepropusnim pregradama kao kod ostalih vrsta brodova.

Palube na RO-RO brodovima su dodatno ojačane kako bi mogle preuzeti masu tereta s vozila i ostalih specijalnih vozila koje se koriste za manipulaciju teretom.

Najčešće su građeni s tri nivoa paluba. Glavna paluba se postavlja u dijelu gdje je krmena i pramčana brodska rampa tako ima direktan ukrcaj tereta s obale, a gornja i donja paluba ukrcavaju ili iskrcavaju teret pomoću unutarnjih rampi ili liftova.



Slika 5. Glavni dijelovi RO-RO broda

Izvor: P. Komadina, Brodovi multimodalnog transporta, Pomorski fakultet, Rijeka, 1998., str.21.

Odnos duljine i širine kod RO-RO brodova iznosi 5-6.5 : 1 naspram konvencionalnih teretnih brodova iznosi 7-8 : 1.

RO-RO brodovi tako imaju preveliku početnu poprečnu stabilnost i prestabilni su što baš nije dobro u samoj plovidbi. Visine samih skladišta iznose 4,5-7 metara te se lako mogu smjestiti 2 razine kontejnera jedan iznad drugog.

Ranije ja postojao problem neiskorištenog prostora unutar samog skladišta s obzirom na to da RO-RO tereti su različite visine i širine te se dešavalo da 40-50% teretnog prostora bude neiskorišten.

U današnje vrijeme taj je problem riješen adaptivnim palubama koje se prilagođavaju visini tereta i iste omogućavaju bolju iskoristivost teretnog prostora.

Jedna bitna stavka u skladišnom prostoru RO-RO brodova je ventilacija teretnih prostora, zbog toga sto sva vozila koja se kreću po skladištu pogonjena su benzinskim ili dizel motorima koji ispuštaju plinove ugljikovog dioksida i monoksida, te udisanje tih para može biti štetno po zdravlje.

Većina RO-RO brodova ima ugrađene stabilizatore koji služe za ublažavanje valjanja broda tijekom plovidbe pri nemirnom moru sa zadatkom održavanja broda stabilnim zbog posebnosti tereta.

Osim što može doći do valjanja i posrtanja broda, može se dogoditi i pomicanje tereta što dovodi u opasnost sigurnost i stabilnost broda. Bitno je brod dovesti na željen trim prilikom same manipulacije tereta u luci.

Brod to radi na način balastiranja ili debalastiranja zavisno o potrebi, a to se izvodi uz pomoć pumpi koje pune ili prazne morsku vodu iz balastnih tankova, dovodeći brod na željeni trim ili ravnu kobilicu.

Kod RO-RO tereta je vrlo bitan pravilan vertikalni raspored kako bi brod imao metacentarsku visinu koja bi smanjila pomicanje tereta i nagib broda.

3.2. SLAGANJE I UČVRŠĆIVANJE TERETA

RO-RO teret zbog pružanja malog otpora i trenja lako se pomiče po brodu prilikom djelovanja uzburkanog mora te se posebno vodi računa o slaganju i učvršćivanju tereta na RO-RO brodovima.

Završetak ukrcaja nije kad se zadnje vozilo ukrca na brod, nego se smatra kad su sva vozila smještena na svojim mjestima sigurno vezana i pričvršćena.

To je znak da je ukrcaj gotov i da je brod spreman za polazak iz luke.



Slika 6. izvršene sigurnosne mjere – vozila vezana i pričvršćena.

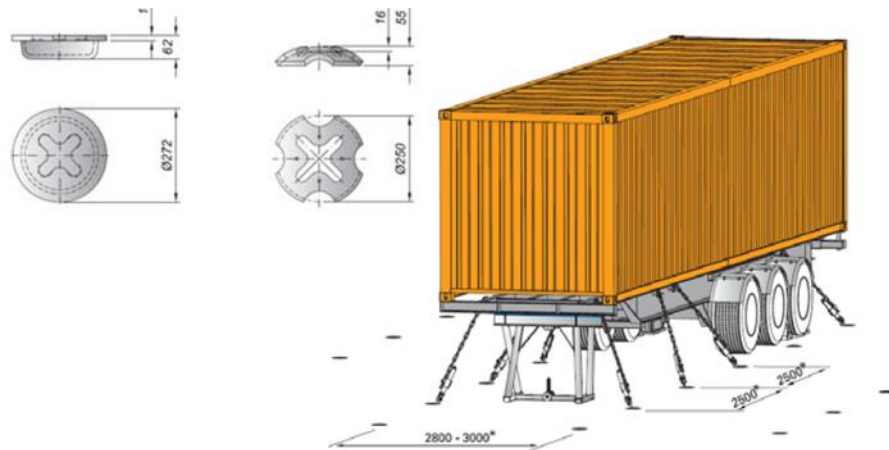
Izvor: <https://www.kinternational.com/is-it-safe-to-ship-an-expensive-car-overseas-on-a-roll-on-roll-off-ro-ro-ship/>

Zbog specifičnosti tereta koju prevoze posebna pažnja se pridaje slaganju, učvršćivanju i podlijeganju. Radi toga zapovjednici i časnici su dužni koristiti brojne kodekse, a jedan od bitnijih je kodeks o sigurnom slaganju i učvršćivanju tereta.

Dodatak 4. „Sigurno slaganje i osiguranje tereta na kotačima“ .

Te upute koje su navedene pomažu posadi broda na koji način, što bolje i sigurnije složte teret na RO-RO brodu.

Posebnu pažnju posvećuju samom slaganju, točkama zahvata na palubama, točkama zahvata na vozilima, koliki mora biti poprečni i uzdužni razmak između dvije točke zahvata, kolika mora biti čvrstoća određene točke zahvata; opis pojedinih vezova (lanci, konopi, čelik-čela, trake) te njihovu čvrstoću i rastezljivost.



Slika 7. Učvršćivanje poluprikolice na brodu

Izvor: profesor Ivče R., prezentacija - tema 6 ro ro tehnologija

4. PODJELA RO-RO BRODOVA

Kriteriji podjele RO-RO brodova su različiti. Najčešća podjela je prema veličini i gasu te vrsti i namjeni tereta. Tek početkom 70-ih godina počinje gradnja RO-RO brodova za duge relacije (prekooceanski brodovi) te se tada počinje kvalificirati podjela prema razdoblju gradnje i prema nosivosti.

4.1. VELIČINA I GAZ

1966. godine prema preporuci Međunarodne komisije u Briselu za standardizaciju RO-RO brodova i vezova (Report of the International Commission on the Standardisation of Roll-on/Roll off Ships and Barths, Bruxelles) radi planiranja gradnje terminala podijeljeni su RO-RO brodovi na dvije klase: ¹

- ✚ Klasa A – to su brodovi koji imaju gaz do 06 metara
- ✚ Klasa B – to su brodovi s gazom većim od 06 metara

Kriteriji prema veličini i gasu je jedan od prvih podjela i u prošlosti je bilo najvažniji, dok danas iako se još primjenjuje je zanemariv jer većina brodova ima gaz veći od 06 metara

4.2. VRSTA I NAMJENA

Podjela RO-RO brodova prema vrsti i namjeni je razlika tereta koji prevoze, brodske konstrukciji prilagođenoj specifičnom prijevozu tereta te način manipulacije i rukovanja teretom.

U nastavku 6 podjela RO-RO brodova prema relaciji, karakteristikama te vrsti tereta koji prevozi.

¹ Dundović, Č: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka., str. 161

4.2.1. RO-RO

RO-RO brodovi su čisti brodovi koji plove dugim i kratkim relacijama plovidbe. Manipulacija teretom je samo horizontalna što znači da je ukrcajni i/ili iskrcajni teret samo na kotačima.

U ovu vrstu brodova spada 34% ukupne RO-RO brodske flote.

4.2.2. CAPA

CAPA je kratica od eng. riječi "CAR/PASSENGER" što znači VOZILA/PUTNICI. To su brodovi koji imaju mogućnost ukrcaja i/ili iskrcaja vozila i tijekom plovidbe može na njima boraviti više od 12 putnika.

Oni su konstruirani prema Solas konvenciji po standardu jednog prostora, odnosno nemaju kabine za smještaj i noćenje putnika, Ova vrsta RO-RO brodova su većinom trajekti na kratkim plovidbenim relacijama gdje se putnici ne zadržavaju duže vremensko razdoblje, a tijekom plovidbe imaju mogućnost boraviti u brodskom salonu.

U ovu vrstu brodova spada 4% ukupne RO-RO brodske flote.



Slika 8. Trajekt Lošinj

Izvor: <https://www.novolist.hr/rijeka-regija/otoci/trajektom-losinj-zivotno-ugrozni-pacijent-hitno-prevezen-iz-lopara-u-valbisku/>

4.2.3. CACA

CACA brodovi je eng. kratica od riječi “CAR CARRIER” što znači PRIJEVOZ OSOBNIH VOZILA. Isprva su se osobna vozila prevozila brodovima koji su imali pomoćne rampe kao generalni teret. Razvojem automobilske industrije I sve većem broju automobila na cestama pojavila se potreba za konstrukcijom brodova koji će biti namijenjeni samo prijevozu osobnih automobila.

CACA brodovi mogu se podijeliti na:

- ✚ PCC brodove – eng. kratica “Pure car carries” su RO-RO brodovi kojima samo prevoze automobile.
- ✚ PCTC brodove – eng. kratica “Pure car truck carries” su RO-RO brodovi koji prevoze osim automobila i sve ostale vrste teških vozila na kotačima autobusi, kamioni, šleperi, ...

Današnji PCC I PCTC RO-RO brodovi mogu imati i do 14 paluba te ukrcati i/ili iskrcati i do 6.000 automobila. S obzirom na to da su specifični po svojoj gradnji i veličini broda opremljeni su posebnom opremom koja onemogućuje da tijekom plovidbe dođe do pomicanja vozila. Manipulacija ukrcaja i/ili iskrcaja vrši se preko krmernih i bočni rampi.



Slika 9. brod Pure Car Carriers (PCC) i Pure Truck & Car Carriers (PCTC).

Izvor: <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-ro-ro-ships/>

4.2.4. CONT

CONT brodovi je eng. kratica od riječi “CONTAINER – RO-RO ili CON-RO” što znači prijevoz kontejnera.

Kontejneri smješteni na otvorenim palubama ukrcaj i/ili iskrcaj obavlja se pomoću lo-lo tehnologije (LO – LO je eng. kratica lift-on, lift-off.) lučkim ili brodskim dizalicama, a prekrcaj kontejnera vrši se preko otklonjenih brodskih rampi.

Kontejneri koji su smješteni u zatvorenim palubama, zaštićeni od vremenskih utjecaja obvezno moraju imati ventilacijski sistem.



Slika 10. Kontejnerski brod nekadašnje kompanije Lošinjska plovidba Mali Lošinj

Izvor: <https://www.shipspotting.com/photos/662627>

Karakteristike i specifikacije ovog broda su:

- Sagrađen 1979. Švedska
- Nosivost: 9450 tona
- Kapacitet kontejnera: 564 TEU
- Dužina: 132.8 m
- Širina: 20.32 m
- Visina: 10.32 m
- Brzina: oko 14 čvorova

4.2.5. PACA

PACA brodovi je eng. kratica “PASSENGER AND CARS” što znači prijevoz putnika i automobila. Jedina razlika između PACA I CAPA RO-RO brodova je što PACA brodovi mogu primiti i smjestiti više stotina putnika.

PACA brodovi građeni su da imaju više paluba s time da postoji podjela koje su palube namijenjena za RO-RO terete, a koje za smještaj putnika. Ovi brodovi konstruirani su izgledom i smještajem kruzerima s osnovnom razlikom da imaju veći kapacitet za smještaj vozila.

Drugi naziv za PACA brodove je “RoPax” brodovi.

Na PACA (RoPax) brodovima protok i manipulacija teretom je efikasan i obavlja se na najbrži mogući način, bez velikih prepreka s obzirom na mogućnost prilagodbe visine paluba ovisno o specifičnosti tereta ugrađivanjem mobilnih paluba.



Slika 11. RO-RO Pax brod

Izvor: <https://nyborgfan.com/ro-ro/>

4.2.6. HYBR

HYBR odnosno hibridni brodovi su kombinirani (miješani) RO-RO brodovi. To su višenamjenski brodovi koji prevoze raznovrsni teret poput drva, naftnih derivata, teških tereta, ugljena, ...

Udio HYBR brodova u svijetu u ukupnoj floti RO-RO brodova je samo 4%.



Slika 12. Hibridni kombinirani ro-ro brod

Izvor: <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/hoslashglund-to-provide-turnkey-retrofit-of-lng-fgss-and-shore-power-upgrade-for-ro-ro-combination-carrier-64338>

4.3. GENERACIJA GRADNJE

Promjene u gradnji RO-RO brodova prilagođavala se razvojem industrije, potrebama tržišta i povećanjem standarda plovidbe.

Razlikujemo 5 generacija prema vremenu gradnje i specifičnim karakteristikama.

Tablica 1: GENERACIJE GRADNJE prema tehničko-tehnološkim karakteristikama

1 GENERACIJA	2 GENERACIJA	3 GENERACIJA	4 GENERACIJA	5 GENERACIJA
Razvija se sredinom 60-ih godina	Razvija se krajem 60-ih godina	Razvija se početkom 70-ih godina	Razvija se krajem 70-ih godina	Današnja generacija najmodernijih i najvećih RO-RO brodova
Duljina broda do 110 metara	Duljina broda do 150 metara	Duljina broda do 190 metara	Duljina broda do 228 metara	Duljina broda do 270 metara
Širina broda do 16 metara	Širina broda do 20 metara	Širina broda do 27 metara	Širina broda do 35 metara	Širina broda do 35 metara
Maksimalni gaz do 05 metara	Maksimalni gaz do 07 metara	Maksimalni gaz do 08 metara	Maksimalni gaz do 09 metara	Maksimalni gaz ograničen je na 10 metara
Dužina rampi do 12 metara	Dužina rampi do 18 metara	Dužina rampi do 34 metara	Dužina rampi do 50 metara	Dužina rampi do 50 metara
Širina rampi do 06 metara	Širina rampi do 07 metara	Širina rampi do 15 metara	Širina rampi do 24 metara	Širina rampi do 28 metara
Nosivost od 50-150 tona	Nosivost cca 150 tona	Nosivost cca 200 tona	Nosivost cca 400 tona	Nosivost cca 550 tona

Izvor: osobna izrada

4.4. DULJINA RELACIJE

Godine 1980., institucija „Shipping Consultant“ iz Londona nakon višegodišnjeg proučavanja i prikupljanja podataka te raznim analizama podijelila je RO-RO brodove prema dužini relacije na brodove duge i kratke relacije.

RO-RO brodovi duge relacije (eng. Deep Sea RO-RO ships) dijele se na (4) četiri osnovne grupe i to su:

- ✚ Grupa „R“ – čisti brodovi, prijevoz RO-RO tereta na kotačima samo horizontalnom manipulacijom (eng. Pure RO-RO vessel)
- ✚ Grupa „C“ – kombinirani brodovi, prijevoz RO-RO tereta na kotačima horizontalnom manipulacijom pomoću brodskih rampi i kontejnerskog tereta pomoću vertikalne manipulacije LO-LO (eng. RO-RO – container vessels)
- ✚ Grupa „G“ – kombinirani brodovi, prijevoz RO-RO tereta na kotačima horizontalnom manipulacijom pomoću brodskih rampi i kontejnerskog tereta na klasičan način kroz grotla LO-LO manipulacije (eng. RO-RO – general cargo vessels)
- ✚ Grupa „H“ – specijalni brodovi, za prijevoz teških RO-RO tereta teških i velikih dimenzija (eng. RO-RO – heavy lift vessels)²

RO-RO brodovi kratkih relacija (eng. Short Sea RO-RO Ships) plove na kratkim rutama prema unaprijed zadanim plovidbenim rasporedom. To su brodovi manjih dimenzija i manipulacija teretom je pomoću pramčanih i krmenih rampi, odnosno unutarnjih rampi kod manipulacije tereta na kotačima Najčešće plove u zemljama Mediterana, odnosno Europe te zemljama istočne Azije.

² Komadina P. ; RO-RO brodovi, Rijeka, 1987. str. 45-47





5. PODJELA BRODSKIH RAMPI

Brodске rampe su osnovna brodska oprema za ukrcaj i iskrcaj vozila. Manipulacija tereta je horizontalna.

Prve rampe na RO-RO brodovima bile su samo pramčane koje su bile nedostatne kod sigurnosti plovidbe, (u tom dijelu broda smješteni svi važni uređaji za privez), odnosno povećanjem količine tereta onemogućen je dvosmjerni promet. Razvojem tehnologije konstruirane su i krmene rampe što je omogućilo da se manipulacija tereta obavlja bez okretanja broda, kao i bočne rampe radi brzine pretovara.

Danas se samo pramčane rampe koriste kod manjih trajekata i na kratkim relacijama.

Osnovni elementi rampi na RO-RO brodovima prema timu i mjestu ugradnje su:

-  **Širina** - do 7 metara radi dvosmjernog prometa, odnosno od 12 do 18 metara. radi kontejnera od 20 stopa koje ukrcavaju viličari ili „tag masteri”
-  **Dužina** - od 2 do 54 metara
-  **Nosivost** - od 200 do 450 tona
-  **Nagib** - ne smije biti veći od 14 % tijekom prekrcaja tereta

5.1. AKSIJALNE RAMPE

Aksijalne rampe su rampe smještene na pramcu ili krmu broda. Protežu se uzdužnom linijom broda te se ukrcaj i/ili iskrcaj može obavljati jedino kada je brod privezan uz obalu. Danas se na RO-RO brodovima najčešće koriste i više od 90% brodova ima ugrađenu ovu vrstu rampe kod prijevoza tereta na kotačima,

Aksijalne rampe karakteristične su po niskoj cijeni proizvodnje i ugradnje, jednostavnoj konstrukciji, maloj težini (max. do 50 tona) te vodonepropusno zatvara krmeni, odnosno pramčani dio broda te nisu potrebne vodonepropusne pregrade.

Koriste se kod manjih RO-RO brodova - trajekata jer ne utječu na stabilnost broda. U kvarnerskom akvatoriju gdje su amplitude plime i oseke niske mogu se vidjeti u lukama koje spajaju kopno s otokom (npr. Merag – Valbiska, Porozina – Brestova ...)

Osim nerazdvojene aksijalne rampe postoje i razne druge konstrukcije npr. razdvojena aksijalna rampa čija je prednost manipulacije teretom odvija se na dvije razine, a istodobno se minimiziranje poprečni nagib tijekom utovara i/ili istovara.



Slika 13. Aksijalna rampa

Izvor. <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/uskoro-iz-splita-putnicki-brodovi-na-elektricnu-energiju-pucaju-i-na-svjetsko-trziste-20210221>

5.2. OTKLONJENE RAMPE

Otklonjene ili „Quoter“ rampe su građene na krmi ili pramcu broda. Kut koji zatvaraju s uzdužnicom broda je od 30 – 40 stupnjeva. Ova vrsta rampe omogućuje samo bočno manipuliranje teretom i brod mora biti vezan uz bo što može biti otežano u manjim lukama gdje nema prostora za manevriranje.

Otklonjene rampe imaju širinu oko 7,5 metara, dok je dužina između 20 i 38 metara.

Težina tih rampi je cca. 250 tona, za razliku od aksijalne 5 puta ima veću masu.

Također uspoređujući je s aksijalnom rampom otklonjene rampe su 80 posto duže i manipulacija teretom je moguće do 8 stupnjeva nagiba i 190 cm iznad palube ukrcaja te 450 cm ispod palube ukrcaja.

Otklonjene rampe velikih dimenzija nazivaju se Jumbo rampe. Njihova dužina je do 50 metara, a kolna traka je široka 12 m te imaju nosivost 400 tona i pogodne su za manipulaciju teretom u lukama gdje amplituda plime i oseke iznosi do 8,5 metara.



Slika 14. Otklonjena rampa

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

5.3. KRMENE OKRETNE RAMPE

Krmene okretne rampe su modernije otklonjene rampe jer im je dodatno nadograđen uređaj za zakretanje. Na taj način je moguća manipulacija tereta, odnosno rotiranje s oba boka uzdužnice broda bez obzira s koje strane obale je privezan.

Krmene okretne rampe zakreću se pomoću vitala kao i otklonjene rampe ili pomoću zupčanika, odnosno zupčaste grede.

Okretna rampa se sastoji od 4 osnovna dijela ili sekcije:³

1. Okretni stol koji rotira oko centralne osovine, a smješten je u kružnom ležaju i pričvršćen za strukturu broda.
2. Prva je sekcija uzglobljena za okretni stol i na nju su prihvaćena manevarska užad koja idu na koloturnike koji su postavljeni na stupove s jedne i druge strane. Prva sekcija nosi sekundarna vitla kojima se upravlja drugom sekcijom.
3. Druga sekcija je uzglobljena na prvu i podešava se potpuno automatski s hidrauličnim cilindrima.
4. Treća sekcija je malo prošireni produžetak, povećane površine, da bi se smanjio opterećenje, pritisak na obalu.

³ Komadina, P.; RO-RO brodovi, Rijeka, 1987. str. 30-32



Slika 15. Krmena rampa

Izvor: https://www.pilotonline.com/military/article_04e6526d-0991-59a7-a8f6-541c925ddb2d.html

5.4. BOČNE RAMPE

Bočne rampe smještene su na otvorima s obje bočne strane broda. Te rampe služe za manipulaciju tereta manje nosivosti. To su sporedne rampe manjih dimenzija.

Bočni otvori imaju liftove kako bi se moglo pristupiti svakoj palubi broda.

Današnji RO-RO brodovi imaju ugrađene rampe koje imaju istu ulogu kao krmene i pramčane rampe, a to je ukrcati i/ili iskrcati teret na kotačima. One moraju biti dovoljno duge u slučaju da tijekom manipulacije teretom dođe do promjene gaza.

Preko bočnih rampi moguća je manipulacija teretom pomoću viličara.



Slika 16. Bočna rampa

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

5.5. UNUTARNJE RAMPE I LIFTOVI

Unutarnje rampe i liftovi koriste se na RO-RO brodovima kod podizanja tereta s ukrcajne palube na gornju palubu i obrnuto, kod spuštanja s ukrcajne palube na donju palubu.

Razlikujemo tri vrste rampi:

- ✚ Fiksne
- ✚ Nagibne
- ✚ Pomične

Liftovi su raznih dimenzija i nosivosti. Najčešće su 18 x 3,5 metara i nosivosti 55 tona te 16 x 3 metara i nosivosti 45 tona. Liftove treba redovito održavati.

Liftovi (dizala) prema konstrukciji dijele se na:

- ✚ Lančano dizalo - pričvršćeno na sva četiri kuta za gornju palubu
- ✚ Konzolno dizalo - pričvršćeno samo na jednoj stani kuta za gornju palubu
- ✚ Dvokatno dizalo
- ✚ Škarasto dizalo

Osnovna svrha unutarnjih rampi je osiguravanje neprekidnog polaska tereta, a ugradnja unutarnjih liftova i njihova uporaba smanjuje gubitak korisnog prostora jer isti zauzimaju mali prostor.



Slika 17. Unutarnja brodska rampa

Izvor: <https://www.nauticexpo.com/prod/tts-marine/product-31735-195526.html>

6. ZAKLJUČAK

Od jednostavnih brodova u prošlosti do danas tehnologija, način gradnje i konstrukcija RO-RO brodova se uzdužnom linijom kontinuirano razvijala i modernizirala. Sve to je doprinijela industrijska revolucija i potrebe tržišta.

RO-RO tehnologija je prilagodljiva i omogućava danas uporabu dvaju transportnih sredstava tako da je jedno transportno sredstvo s teretom u stvari teret za glavno transportno sredstvo. Troškovno RO-RO tehnologija s obzirom na obujam prijevoza teret nije velika financijska investicija.

U Hrvatskoj RO-RO tehnologija pripada i primjenjuje se u trajektnom prometu, dok je teretni RO-RO promet slabo iskorišten.

Kod razvoja pomorskih zemalja ključan je razvoj pomorskih luka unaprjeđenjem lučkih i logističkih usluga jer time luke privlače nove proizvođače i dobavljače te krajnje kupce i postaju zanimljive na tržištu pomorskog prijevoza.

RO-RO teret je okosnica koja za napravila podjelu RO-RO brodova, budući da se njihova konstrukcija i namjena prilagođavala prvenstveno teretu kojeg prevoze. Zato danas razlikujemo CAPA, CACA, CONT, PACA, HYBR brodova.

Prilagođavanja potrebama tržišta, smanjenje troškova manipulacije teretom,

Radi brzine ukrcaja i/ili iskrcaja tereta, odnosno bolje i jednostavnije manipulacije teretom kroz povijest od najjednostavnijih brodova koji su prvo imali samo pramčanu rampu, razvojem i tehnološkim usavršavanjem ugrađivane su krmene i bočne rampe, odnosno prema kutu zatvaranja uzdužnice broda razlikujemo aksijalne, otklonjene i krmene okretne rampe.

Također u unutrašnjosti broda radi smanjenja neiskorištenog prostora ugrađuju se te unutarnje rampe i liftovi.

Sa svim tim performansama brodova danas je pomorski promet jedan od najjačih na svjetskom tržištu roba i usluga, a tome doprinosi i činjenica da je 71% površine Zemlje pokriveno vodom (oceani, mora, jezera, rijeke...) tako da nema bojazni da će pomorski promet biti u opadanju već može samo iz dan u dan rasti, jer potrebe za prijevozom neće nestati, a ujedno se smatra najefikasnijim i najjeftinijim transportnim sredstvom.

RO-RO brodovi su ispružena ruka u pomorskom prijevozu i čine jednu zaokruženu cjelinu spajajući se modernim kopnenim prometnicama čime čine i omogućuju izravan prijevoz od proizvođača, dobavljača do krajnjih korisnika, odnosno kupaca.

Kod nas u Hrvatskoj, ali i u svijetu mali RO-RO brodovi omogućuju suživot otoka i kopna, odnosno otočkom stanovništvu povezivanje s kopnom budući da je u većini slučajeva to jedini put spajanja, odnosno prijevoza tereta i putnika do kopna.

Svakako osim praćenja trendova gradnje, modernizacije i konstrukcije brodova, bitno je da i terminali na kopnu omogućuju njihov prihvat i transport.

Društva za klasifikaciju, registri, razne pomorske agencije i same pomorske kompanije i brodari kontinuirano analiziraju konstrukcije brodova i njihovu primjenu, donose nove zakone, prilagođavaju se svjetskom tržištu modernizacijom tehnologije navigacijskih uređaja radi unaprijeđenja kvalitete usluge ali i sigurnosti u pomorskom prometu.

RO-RO brodovi su uvijek u korak s vremenom kako za ukrcaj i/ili iskrcaj tereta tako i za udobnost i pružanje usluge putnicima.

Posebnu pažnja na brodovima prilikom ukrcaja, odnosno prije isplovljavanja treba obratiti na slaganje i učvršćivanje RO-RO tereta, kontejnera, vozila kako tijekom plovidbe ne bi došlo do pomicanja istih i u konačnici nastanku pomorskih nesreća.

Pomorskih nesreća je bilo i vjerojatno se niti u budućnosti neće neke moći izbjeći. U većini slučajeva glavni razlog je ljudski faktor stoga je najvažniji i najbitniji naglasak bio i biti će na unaprijeđenu sustava sigurnosti i kontinuiranu cjeloživotnu edukaciju i usavršavanje posade kako bi se nezgode smanjile na minimum.

LITERATURA

1. Komadina P.; Brodovi multimodalnog transportnog sustava. Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 1988.
2. Vranić D., Ivče R.: Tereti u pomorskom prijevozu, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2006.
3. Pavao Komadina: RO-RO brodovi, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 1987.
4. Dundović, Č.; Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2002.
5. Sokolić J.; 160 godina brodogradilišta u Malom Lošinj (1850-2010), Mali Lošinj, 2010.

POPIS TABLICA

Tablica 1: GENERACIJE GRADNJE prema tehničko-tehnološkim karakteristikama 20

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz broda za prijevoz vlakova	3
Slika 2. USNS COMET	4
Slika 3. Trajekt “Bodulka“	6
Slika 4. Ukrcaj tereta na “Pure car truck carries” brod.....	7
Slika 5. Glavni dijelovi RO-RO broda	10
Slika 6. izvršene sigurnosne mjere – vozila vezana i pričvršćena.	12
Slika 7. Učvršćivanje poluprikolice na brodu	13
Slika 8. Trajekt Lošinj	15
Slika 9. brod Pure Car Carriers (PCC) i Pure Truck & Car Carriers (PCTC).....	16
Slika 10. Kontejnerski brod nekadašnje kompanije Lošinjska plovidba Mali Lošinj.....	17
Slika 11. RO-RO Pax brod	18
Slika 12. Hibridni kombinirani ro-ro brod	19
Slika 13. Aksijalna rampa	23
Slika 14. Otklonjena rampa.....	24
Slika 15. Krmena rampa.....	26
Slika 16. Bočna rampa	27
Slika 17. Unutarnja brodska rampa	28

