

Analitički osvrt na primjenu ro-ro tehnologije

Kurajica, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:195035>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-25**



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL

ANALITIČKI OSVRT NA PRIMJENU
RoRo TEHNOLOGIJE

DIPLOMSKI RAD

DUBROVNIK, 2023.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL

ANALITIČKI OSVRT NA PRIMJENU
RoRo TEHNOLOGIJE

DIPLOMSKI RAD

MENTOR:

Prof.dr.sc. Hrvoje Baričević

PRISTUPNIK:

Tomislav Kurajica

DUBROVNIK, 2023.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. POJMOVNO ODREĐENJE POMORSKOG I CESTOVNOG PROMETA	4
2.1. OPĆENITO O POMORSKOM I CESTOVNOM PROMETU	4
2.1.1. Pomorski promet	4
2.1.1. Cestovni promet	5
2.2. POVIJESNI ASPEKT POMORSKE PLOVIDBE	6
2.2.1. Pomorski promet u XX. stoljeću	8
2.2.2. Budućnost pomorskog prometa	9
2.3. ANALIZA KONCEPTA POMORSKE AUTOCESTE	10
2.4. POMORSKA TRANSPORTNA SREDSTVA	10
2.4.1. Putničko brodarstvo	10
2.4.2. Teretno brodarstvo	11
2.5. KLASIFIKACIJA BRODOVA	13
2.5.1. Putnički brodovi	13
2.5.2. Brodovi za rasuti teret	13
2.5.3. Brodovi za generalni teret	14
2.5.4. RoRo brodovi	14
2.6. VRSTE CESTOVNIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA ZA PRIJEVOZ TERETA	15
3. USPOREDBA KONTEJNERSKOG PRIJEVOZA I RoRo TEHNOLOGIJE	17
3.1. POVIJEST KONTEJNERSKIH BRODOVA	18
3.2. KONTEJNERSKI PRIJEVOZ	19
3.3. RoRo BRODARSTVO	21
3.3.1. Povijest RoRo brodova	21
3.3.2. Tehnička obilježja RoRo brodova	22
3.3.3. Prednosti RoRo broda	23
3.3.4. Nedostaci RoRo brodova	24
3.3.5. Varijacije RoRo plovila	25
3.4. RoRo TEHNOLOGIJA (INTERMODALNI PRIJEVOZ)	29

3.4.1. Pripreme za utovar	30
3.4.2. Utovar tereta	31
3.4.3. Skladištenje i planiranje	34
3.4.4. Operacija istovara	35
3.4.5. Operacija terminala	35
3.5. ULOGA CESTOVNIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA U RoRo PRIJEVOZU	36
3.5.1. RoRo prikolice	38
3.5.2. RoRo tegljači	38
3.5.3. Ostala prijevozna prekrcajna sredstva	39
4. ANALITIČKI OSVRT NA PRIMJENU RoRo TEHNOLOGIJE	40
4.1. USPOREDBA PRIJEVOZA TERETA RoRo TEHNOLOGIJOM I KONTEJNERSKIM PRIJEVOZOM	40
4.1.1. Trošak	41
4.1.2. Rizik od oštećenja	41
4.1.3. Svestranost	41
4.1.4. Vrijeme putovanja	42
4.2. ANALIZA KAPACITETA RoRo TERMINALA	42
4.3. ANALITIČKI OSVRT NA SIGURNOST RoRo BRODOVA	43
4.4. ANALITIČKI OSVRT NA USLUGE TRANSPORTA RoRo BRODOVA	44
5. ZAKLJUČAK	46
LITERATURA:	47
POPIS SLIKA:	50

1. UVOD

Globalni gospodarski rast najvažniji je čimbenik globalne potražnje za energijom, a to vrijedi i za pomorsku industriju. Međunarodna pomorska trgovina brzo raste kao i broj brodova. Prometni sustav je jedan od najvažnijih sustava gospodarskog sustava svake države, jer predstavlja krvotok svakoga gospodarskog organizma.¹ Pomorski promet definira prijevoz tereta morem. Neizostavan dio prekogranične trgovine, omogućuje učinkovitu otpremu velikih količina tereta. Nema sumnje da je glavni čimbenik za bilo koje ugovaranje usluga usmjeren na njihovu cijenu. Kod pomorskog prijevoza njegova je cijena puno jeftinija od npr. željezničkog ili zračnog prijevoza. Jedna od velikih kvaliteta i prednosti pomorskog prometa leži u njegovoj enormnoj učinkovitosti. Mogućnost organiziranja po kontejnerima jedna je od njegovih najistaknutijih značajki, što mu omogućuje prilagodbu bilo kojoj vrsti pošiljke i robe.²

RoRo brod je plovilo s teretom na kotačima ili ukrcanim/istovarenim na brodu, u vozilu ili drugim platformama opremljenim kotačima. Prvi brodovi koji su klasificirani u ovu kategoriju bili su trajekti opremljeni željeznicom za prijevoz željezničkih vagona između rubova rijeka koje se smatraju preširokima za mostove.³ Naziv "roll-on-roll-off" odnosi se na način ukrcaja i iskrcaja broda, gdje vozila ulaze i izlaze s broda preko rampi.

S obzirom na troškove prijevoza vozila i logistiku, najprikladniji i najekonomičniji sustav prijevoza između zemalja i kontinenta je pomorski prijevoz. Luke imaju vrlo važnu ulogu u transportu; početna su i završna točka pomorskog prometa. Manje čekanja brodova u njihovoj luci moguće je samo uz brze operacije utovara i istovara. Na taj način se žele smanjiti troškovi u pomorskom prometu. Međutim, da bi se to postiglo, potrebno je uspostaviti i implementirati učinkovite planove rada u lukama, uspostaviti računalno potpomognute infrastrukturne sustave s planiranjem i pripremom za različite scenarije.

Od krize 2008. potražnja za kontejnerskim brodovima polako se povećavala, ali je ukupni rast bio ograničen zbog sporog rasta globalnog gospodarstva i prevelike ponude brodskih

¹ Nikolić, G. Matematički model multimodalnoga transporta – temeljni čimbenik djelotvornog uključivanja hrvatske u europski prometni sustav, *Naše more*, 50(1-2), 2003, str. 50-60

² Rudić B, Gržin E. Razvoj kontejnerizacije u svijetu i analiza kontejnerskog prometa u luci rijeka. Zbornik Veleučilišta u Rijeci, 2020, str.427-442

³ Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183.

kapaciteta. U diplomskom radu ispitana su pitanja koja je potrebno poboljšati u lukama povećanjem operativne brzine konkurentskih luka i usporedbom s primjerima u svijetu. U svjetlu ovih podataka, ispitani su potrebni uvjeti kako bi se organiziralo djelovanje osoblja na terenu pomoću pristaništa, pozadinskih područja kompleksa, IT sustava i brodskih operacija kako bi se postigla razina uzorkovanih luka u lučkih operativnih sustava u svijetu. Za razliku od luka za kontejnere i generalne terete, RoRo transport se mora odvijati na određeni sustavan način, posebno u prometu i ulazima u luke u priobalnim područjima.

Za razliku od operacija kontejnera i općeg tereta, RoRo rukovanje zahtijeva analizu svih koraka, od planiranja brodskih operacija i terenskih operacija do izvođenja, jer su RoRo tereti osjetljiviji na oštećenja vanjskih faktora. Ove će štete smanjiti profitabilnost luke, kao i uzrokovati da brodarske tvrtke presele svoje operacije prema drugim lukama s kojima se natječu, što će rezultirati velikim smanjenjem troškova rukovanja. Osim toga, zbog oštećenja ovih vozila koja prevoze brodovi, vlasnici vozila kupaca i OEM distributeri zbog kašnjenja u isporuci tvrtki nanose financijsku štetu i lukama i brodarima.

Rezultati studije važni su u smislu poboljšanja optimizacije RoRo operacija u brodskim lukama. Stoga su ispitani i detaljno razrađeni svi radni koraci u lukama od ulaska u luku, preko utovara i istovara broda, do upotrebe elektroničkih sustava i računalno povezanih sustava koji se koriste u lučkim operacijama i do planiranja rad lučkih zaposlenika.

Cilj diplomskog rada na temu „*ANALITIČKI OSVRT NA PRIMJENU RoRo TEHNOLOGIJE*“ je:

- Definirati pomorski promet, te ključne pojmove vezane za pomorska transportna sredstva kao i njihovu klasifikaciju
- Definirati kontejnerske i RoRo brodove
- Analizirati glavnu razliku kontejnerskog i RoRo prijevoza, te usporediti te dvije metode prijevoza tereta
- Istražiti kako se odvija proces RoRo tehnologija
- Analitički se osvrnuti na primjenu RoRo tehnologije na primjerima iz prakse

U prvom poglavlju predstavlja se cilj, struktura i sadržaj diplomskog rada. Drugo poglavlje pojmovno određuje pomorski promet, te se donosi klasifikacija pomorskih transportnih sredstava sa analizom koncepta pomorske autoceste.

Osnovu trećeg dijela diplomskog rada čini usporedna analiza kontejnerskog prijevoza i prijevoza RoRo tehnologijom. Definiraju se ključne prednosti i nedostaci obje metode, te se definiraju svi operativni koraci u prijevozu RoRo tehnologijom, te se pojašnjava cestovni i pomorski promet.

Četvrti dio rada rezerviran je na analitički osvrt na primjenu RoRo tehnologije sa primjerima iz prakse.

Zaključci do kojih se došlo prilikom izrade diplomskog rada izneseni su u petom poglavlju. Na kraju se donosi još popis korištene literature, te popis slika

Metode koje su korištene tijekom izrade diplomskog rada su:

- metode sinteze i analize radi definiranja osnovnih pojmova, kao i njihovog raščlanjivanja. metoda indukcije i metoda dedukcije radi donošenja zaključaka i tvrdnji,
- metoda kompilacije radi postavljanja već dokazanih zaključaka drugih autora,
- te metoda komparacije sa svrhom lakšeg objašnjavanja određenih činjenica i pojava.

2. POJMOVNO ODREĐENJE POMORSKOG I CESTOVNOG PROMETA

2.1. OPĆENITO O POMORSKOM I CESTOVNOM PROMETU

Kvaliteta i učinkovitost prometnog sustava ima presudnu ulogu u gospodarskom razvoju svake zemlje. Prometni sustav jedan je od najvažnijih sustava gospodarskog sustava svake zemlje. Prometni sustav je jedan od najvažnijih sustava gospodarskog sustava svake države, jer predstavlja krvotok svakoga gospodarskog organizma.⁴

2.1.1. Pomorski promet

Pomorski promet je način prijevoza brodom, a odvija se preko mora. Pomorski promet je širi pojam od pojma pomorskog prijevoza ili transporta, (koji u širem smislu obuhvaća i aktivnost ukrcaja i iskrcaja putnika i tereta u lukama i ostale uslužne djelatnosti), ali je uži pojam od pojma pomorsko gospodarstvo i pomorstvo. Pomorski promet odnosi se na kretanje putnika i tereta preko vodenih masa, od oceana do rijeka. Brodski transport prakticira se tisućama godina i ostaje ključan za današnju globalnu trgovinu. Od svog skromnog podrijetla kao egipatski obalni i riječni jedrenjak oko 3200. godine prije Krista, pomorski je prijevoz uvijek bio dominantna podrška globalnoj trgovini.

Zahvaljujući morskom brodarstvu, pomorski promet je prometna grana od najvećeg utjecaja na međunarodnu robnu razmjenu. Veliko značenje mora kao međunarodnog prometnog puta nije samo povijesna činjenica, već i realnost, jer se i u suvremenim uvjetima otprilike tri četvrtine međunarodne robne razmjene odvija morem. Omogućuje izvoz i uvoz robe diljem svijeta u različitim vrstama plovila. Trgovačka mornarica je flota brodova jedne zemlje s obučenom posadom mornara. Visoki postotak međunarodne trgovine odvija se brodovima. Ovim se prijevozom u pravilu prevoze veliki volumenski i rasuti tereti jer je financijski isplativiji posebno zbog velikih udaljenosti te količini i težini robe. Brodovi su izgrađeni kako bi se prevladale prepreke i udaljenosti od drugih naroda i kontinenata. U svojim nastojanjima da uspostavi veze, ojača i razvije svoju ekonomsku politiku kroz nacionalnu i međunarodnu trgovinu brod je pronašao široku primjenu u pomorskom prometu.⁵

⁴ Nikolić, G. Matematički model multimodalnoga transporta – temeljni čimbenik djelotvornog uključivanja hrvatske u europski prometni sustav, *Naše more*, 50(1-2), 2003, str. 50-60

⁵ History of maritime transport, <https://samatrans.ir/en/history-of-maritime-transport/>

Što se tiče pomorske industrije, koja je fokus ovog pregleda, a prema Međunarodnoj pomorskoj organizaciji (IMO), 90% svjetske trgovine odvija se morem kako bi se podržao uvoz i izvoz robe i tako održao moderni svijet. Zabilježeno je da se ukupan broj brodova u svjetskoj floti povećao u 2019. godini za 35% u usporedbi s 2015. i za 51,5% u usporedbi s 2010.⁶ Pomorski promet ima velik utjecaj na svjetsko gospodarstvo uz razne dobrobiti koje donosi posebice u svakodnevnom životu ljudi budući da je velik dio onoga što ljudi danas koriste dopremljeno upravo morem. Velik dio industrijskog i gospodarskog razvoja zemalja moguć je zahvaljujući međunarodnoj trgovini koja u visokom postotku ovisi o pomorskom prometu. Milijuni tona transportirani su posljednjih godina u svijetu morskom rutom što je značajno doprinijelo gospodarstvu cijelog svijeta.⁷

2.1.1. Cestovni promet

Cestovni promet čini vitalni dio svakodnevnog života, igrajući ključnu ulogu u povezivanju ljudi, roba i usluga. Karakteristike cestovnog prometa obuhvaćaju širok spektar elemenata, uključujući vozila, ceste, signalizaciju, infrastrukturu i sudionike prometa.⁸ Cestovni promet je prijevoz robe i ljudi s jednog mjesta na drugo mjesto na cesti. Cesta djeluje kao most kojim se stiže s jednog kraja na drugi. Cestovni promet se može grupirati u dvije vrste - prijevoz robe i prijevoz ljudi. Cestovni promet se definira kao prometnu granu koja obavlja prijevoz ljudi i robe cestovnim prijevoznim vozilima, odnosno organizirano kretanje cestovnih prijevoznih sredstava po mreži cestovnih putova kao i sve operacije i komunikacije u cestovnom prijevozu.⁹

Ovaj način prijevoza ima svoje specifičnosti koje ga čine jedinstvenim, ali istovremeno nosi i određene prednosti i nedostatke. Uz stalno poboljšanje vozila i cestovne infrastrukture, cestovni prijevoz je najsvestraniji.¹⁰

Cestovni promet može se opisati kao djelatnost čija je svrha doprema određenih vrsta robe s jednog mjesta na drugo, korištenjem cestovnih vozila. Cestovni promet karakterizira

⁶ EQUASIS. The World Merchant Fleet in 2016: Statistics from Equasis. 2013.

⁷ History of maritime transport, <https://samatrans.ir/en/history-of-maritime-transport/>

⁸ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001. str.129

⁹ Felerer P, Kozjan D, Anžek M. Razvoj cestovnog prometa u Hrvatskoj. Annual of the Croatian Academy of Engineering, 2019, str.121-144

¹⁰ Papageorgiou, M., Diakaki, C., Dinopoulou, V., Kotsialos, A., & Wang, Y. Review of road traffic control strategies. Proceedings of the IEEE, 91(12), 2003, str. 2043-2067.

dinamičnost i fleksibilnost.¹¹ Vozila na cestama omogućavaju brz, direktan prijevoz između različitih točaka, pružajući ljudima i tvrtkama veliku autonomiju u odabiru ruta i vremena putovanja. Osim toga, ceste se lako mogu prilagoditi promjenama potreba, poput gradnje novih prometnica ili prilagodbe postojećih infrastrukturnih elemenata. Fleksibilnost cestovnog prometa često olakšava pristup ruralnim područjima ili mjestima gdje drugi oblici prijevoza nisu toliko dostupni.¹²

Jedna od ključnih karakteristika cestovnog prometa je i individualna mobilnost koju pruža vozilima. Osobna vozila omogućuju ljudima slobodu kretanja, što je posebno važno u urbanim sredinama gdje se često mora putovati između različitih dijelova grada. Osim toga, cestovni promet često pridonosi ekonomskom razvoju, olakšavajući transport robe i poslovanje.

Međutim, unatoč brojnim prednostima, cestovni promet nosi i niz izazova i nedostataka. Jedan od ključnih problema je zagađenje okoliša. Vozila koja koriste fosilna goriva emitiraju štetne plinove, što pridonosi globalnom zatopljenju i onečišćenju zraka. Osim toga, prometne gužve su čest problem u urbanim područjima, što rezultira gubicima vremena, povećava rizik od nesreća i ima negativne učinke na kvalitetu života.

Cestovni promet također ima socijalne aspekte. Povećana uporaba osobnih vozila može dovesti do izolacije pojedinaca i smanjenja socijalnih interakcija, posebno u urbanim sredinama gdje se ljudi često voze sami. Osim toga, visoki troškovi održavanja cestovne infrastrukture mogu opteretiti državne proračune, ograničavajući sredstva koja se mogu uložiti u druge sektore

U posljednje vrijeme, pojačana svijest o ekološkim i društvenim izazovima potiče istraživanje i implementaciju održivih alternativa cestovnom prometu. To uključuje poticanje javnog prijevoza, promicanje biciklizma, razvoj električnih vozila i implementaciju pametnih prometnih sustava. Ove inicijative imaju potencijal smanjiti negativne utjecaje cestovnog prometa na okoliš i društvo.

2.2. POVIJESNI ASPEKT POMORSKE PLOVIDBE

Povijest pomorske plovidbe i pomorske trgovine vezuje se za početak razvitka ljudske civilizacije. Pomorskom plovidbom još znatno prije nove ere bavili su se Feničani, Egipćani,

¹¹ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001., str.130.

¹² Sanders Liberty, Top Four Modes of Transport | Logistics | Supply Chain, 2022., <https://wearedg.com/news/article/modes-of-transport-logistics>

Grci, Rimljani i Iliri. U antičko doba pomorska trgovina posebno je bila razgranata u Mediteranu, gdje Grci i Feničani počinju uređivati luke, kako bi im brodovi bili što bolje zaštićeni od nevremena. Iako je razvitak morskog brodarstva (ponajprije što se tiče veličine i brzine brodova) u tom razdoblju razvitka ljudske civilizacije bio relativno spor, svi ovi pomorski narodi znatno su pridonijeli razvitku brodarstva i brodogradnje te umijeću i vještinama plovidbe.¹³

Nekoliko stoljeća poslije propasti Zapadnog Rimskog Carstva, gotovo sve do 15. stoljeća, brodovi koji se grade manji su od rimskih trirema. Za razliku od njih koje su bile nosivosti 400 do 500 tona, prosječna nosivost jedrenjaka tijekom cijelog srednjeg vijeka iznosila je 100 do 300 tona.¹⁴ U daljnjem razvitku morskog brodarstva značajno mjesto zauzimaju dva ključna razdoblja i događaja u razvitku ljudske civilizacije:

- Velika zemljopisna otkrića (15. i 16. stoljeće) i
- Industrijska revolucija (18. i 19. stoljeće).¹⁵

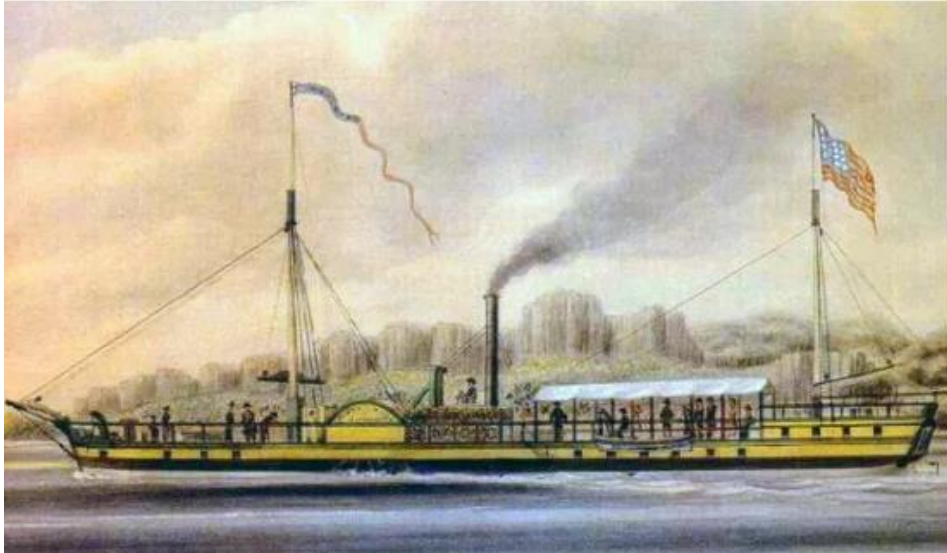
Zahvaljujući vještini plovidbe otkriveni su novi kontinenti što je dalo poticaj trgovinskoj razmjeni. Izrađeni su novi zemljovid, a pronalazak navigacijskih pomagala i čvršća konstrukcija broda značajno su povećali sigurnost plovidbe na preookeanskim udaljenostima. Razdoblje od otkrića Amerike do početka industrijske revolucije obilježava povećan međunarodni pomorski promet, uvjetovan tim i drugim velikim otkrićima potkraj 15. stoljeća, unatoč činjenici što se veličina brodova još uvijek nije značajnije povećavala.

Početak 19. stoljeća industrijska revolucija, utječe na brži razvitak tehnike i izum parnog stroja, te druge značajne izume, unosi značajne kvantitativne i kvalitativne promjene u razvitak morskog brodarstva, pomorske trgovine, morskih luka i cjelokupnog prometa. Zanatska i manufakturna usitnjena proizvodnja prepušta mjesto industriji, koja teži koncentraciji kapitala i integraciji proizvođača.

¹³ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

¹⁴ Čoralić, Lovorka. Milorad Pavić, Vještina plovidbe: navigacija svjetskim morima u doba velikih geografskih otkrića, Zadar: Sveučilište u Zadru, 2021.,

¹⁵ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.



Slika 1. Clermont - prvi parobrod Roberta Fultona

Izvor: <https://gostehstroy.ru/hr/dlya-zhenschin/pervyi-parohod-interesnaya-istoriya-istoriya-postroiki-pervyh-parohodov/>

Kao posljedica takvog razvitka pojavljuje se i prvi parobrod 1807. godine kojeg je konstruirao Robert Fulton uz pomoć Jamesa Watta. Slijedili su događaji koji su obilježili daljnji razvitak morskog brodarstva:

- 1819. Atlantski ocean preplovio je prvi brod na jedra i na paru Savannah
- 1838. Atlantski ocean preplovio je prvi parobrod bez jedara Atlantic-Great Western.
- 1897. konstruiran je prvi brod pogonjen parnom turbinom.
- 1912. konstruiran je prvi brod s diesel pogonom Selandia.
- 1951. konstruiran je prvi brod pogonjen plinskom turbinom.¹⁶

2.2.1. Pomorski promet u XX. stoljeću

Razvitak morskog brodarstva u 20. stoljeću obilježen je neprekidnim povećanjem kapaciteta i brzine brodova, a time i njihove prijevozne sposobnosti.¹⁷ Početkom 20. Stoljeća uočava se smanjenje udjela jedrenjaka i ustupaju mjesto najprije parobrodima, a zatim i brodovima s dizelskim motorom. Razvitak svjetske trgovačke mornarice u razdoblju poslije

¹⁶ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

¹⁷ Čoralić, Lovorka. Milorad Pavić, Vještina plovidbe: navigacija svjetskim morima u doba velikih geografskih otkrića, Zadar: Sveučilište u Zadru, 2021

Drugog svjetskog rata pokazuje još brže i dublje strukturne promjene u odnosu na prva četiri desetljeća prošloga stoljeća.¹⁸

Usavršavanjem pogonskih strojeva bitno je porasla brzina prijevoza, ali i sigurnost članova posade, tereta, putnika i broda u plovidbenom pothvatu.¹⁹ Zahvaljujući napretku elektronike ostvareni su uvjeti automatiziranog upravljanja brodskim kompleksom i brodom u cjelini, te zadovoljeni uvjeti sigurnog i učinkovitoga prijevoznog procesa. Savršenijim prekrcajnim uređajima povećana je učinkovitost ukrcaja, iskrcaja i uskladištenja tereta.

Rastući opseg poslova oko prijevoza tereta i putnika brodovima morem te njihova sve veća složenost ne samo da je ubrzala proces odvajanja trgovinske i pomorsko-brodarske djelatnosti, već je ubrzala i daljnju diverzifikaciju te stvorila uvjete u kojima je efikasnije odvojeno organiziranje funkcioniranje tih djelatnosti.²⁰

Ovdje treba istaknuti suvremena tehničko-tehnološka rješenja kao što su kontejnerski brodovi pete i šeste generacije.

2.2.2. Budućnost pomorskog prometa

Predstavljeni strogi propisi i politike potaknuli su istraživače diljem svijeta da razmišljaju o novim idejama i poboljšaju postojeće. Dostizanje potrebne razine zelenog brodarstva izazovan je način koji uključuje značajne nadogradnje u različitim tehnologijama koje se predlažu svake godine; svaki od njih ima svoj utjecaj na industriju za smanjenje stakleničkih plinova gdje je financirano mnogo istraživačkih projekata za istraživanje utjecaja ideja na dekarbonizaciju pomorskog sektora.²¹

U suvremenim uvjetima posebnu pozornost zaslužuju informacijski i komunikacijski sustavi, kojima se povećavaju mogućnosti neposredne razmjene podataka i informacija između broda i uprave, te između brodarskog poduzeća i ostalih sudionika u pomorskom prometu.

¹⁸ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

¹⁹ Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183.

²⁰ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

²¹ Bouman, Evert A., et al. "State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping—A review." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 52 (2017): 408-421.

Autonomni brodovi su budućnost pomorskog sektora. Za razliku od današnjih brodova, kod broda bez posade neće biti potrebne spavaonice, kupaonice, kuhinje i slično, pa će više prostora biti ostavljeno za teret.²²

2.3. ANALIZA KONCEPTA POMORSKE AUTOCESTE

Pomorske autoceste (MoS) nisu novi koncept. Još 2001. godine Europska komisija istaknula je ovaj koncept za promicanje shot-sea shippinga. Predloženo je da se ubrza uspostava transeuropskih prometnih mreža i primijenjeno je na djelovanje u Bijeloj knjizi prometne politike iz 2001. godine.²³

Pomorske autoceste (MoS) označavaju koncept prometa koji uključuje kombinaciju željezničkog, cestovnog, pomorskog i riječnog prometa kako bi se smanjili troškovi prijevoza, povećati učinkovitost transporta i, što je najvažnije, smanjiti onečišćenje okoliša. U mnogim aspektima to je dio koncepta kratkog pomorskog prometa, ali također uključuje cestovni i/ili željeznički promet. MoS također može skratiti vrijeme spašavanja u nesrećama u vodenom prometu i učiniti da se pogođeno područje oporavi od nesreće što je prije moguće. Može poboljšati fleksibilnost prometnog sustava i učinkovito kontrolirati trajanje i opseg prekida prometnog sustava, čime će se u najvećoj mjeri smanjiti utjecaj terorističkih napada ili prirodnih katastrofa.²⁴

2.4. POMORSKA TRANSPORTNA SREDSTVA

S obzirom na predmet prijevoza morsko brodarstvo dijeli se u dvije osnovne skupine:

- putničko brodarstvo i
- teretno brodarstvo.²⁵

2.4.1. Putničko brodarstvo

Usmjerenost brodarstva na prijevoz putnika ili tereta presudno utječe na razinu podsustava (značajke broda koje su prilagođene specifičnim zahtjevima pojedine vrste tereta).

²² Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

²³ Wu, Li, and Jiaqi Yang. "Brief analysis of the implementation of motorways of the sea concept in China." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 96 (2013): 2159-2163.

²⁴ Wu, Li, and Jiaqi Yang. "Brief analysis of the implementation of motorways of the sea concept in China." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 96 (2013): 2159-2163.

²⁵ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

S obzirom na vertikalnu strukturu sustava, tehnička razina koja je prilagođena prijevozu tereta utječe na preostale razine podsustava morskog brodarstva. Brodovi namijenjeni prijevozu putnika znatno se razlikuju od teretnih brodova. To podrazumijeva razlike u tehničkoj razini podsustava putničkog morskog brodarstva u odnosu na podsustav teretnog morskog brodarstva i utječe na značajke ostalih elemenata vertikalne strukture.

Brod kao prijevozno sredstvo sa svojom veličinom (dimenzijama i kapacitetom) i tehničko-tehnološkim obilježjima te more kao prometni put, omogućuju najjeftiniji prijevoz velikih količina robe, povezujući morske luke u različitim dijelovima svijeta. Zato, morsko brodarstvo danas ima izrazito značajnu ulogu i to ne samo u prijevozu različitih sirovina, poluproizvoda i proizvoda i prijevozu putnika, već i u podizanju standarda življenja (turističko brodarstvo).²⁶

2.4.2. Teretno brodarstvo

Pomorski promet, poput kopnenog, funkcionira na vlastitom prostoru, koji je istodobno geografski po svojim fizičkim atributima, strateški po svojoj kontroli i komercijalan po svojoj uporabi. Izgradnja potpuno kontejnerskih brodova velikog kapaciteta i velike brzine kao i osiguranje velikih prekrcajnih mogućnosti na dobro opremljenim pomorskim terminalima doveli su do prave revolucije u pomorskom prijevozu te ukupnom prijevozu robe širom svijeta.²⁷

Pomorski promet se obično mjeri u tonama nosivosti, što se odnosi na količinu tereta koja se može ukrcati na "prazan" brod, a da se ne prekorače njegova operativna projektirana ograničenja. Ovo se ograničenje često identificira kao nosiva linija, što je najveći gaz broda i ne uzima u obzir težinu samog broda, ali uključuje gorivo i balastnu vodu. Pomorski teret se konvencionalno razmatra na dva glavna tržišta :

- Odnosi se na rasuti teret, suhi i tekući, koji nije upakiran, kao što su minerali (nafta, ugljen, željezna ruda, boksit) i žitarice. Često zahtijeva korištenje specijaliziranih brodova kao što su tankeri za naftu, kao i specijalizirane objekte za prekrcaj i skladištenje. Uobičajeno, ovaj teret ima jedno podrijetlo, određeno i klijenta te je sklon ekonomiji razmjera. Usluge su obično neredovite, osim za trgovinu energijom i dio vertikalno integriranih proizvodnih procesa (npr. naftno polje od luke do rafinerije). Dinamika rasutog tržišta uglavnom se

²⁶ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

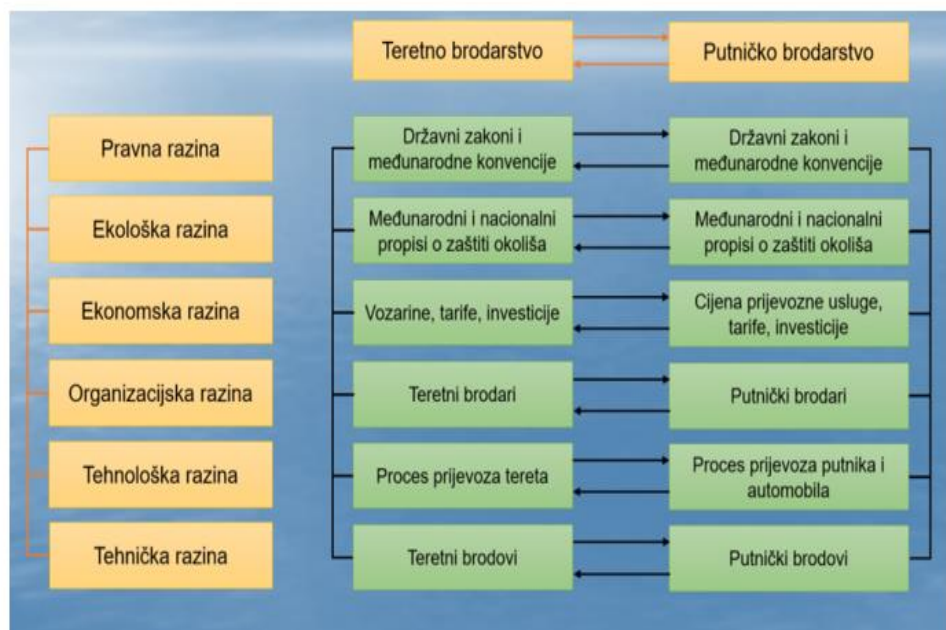
²⁷ Rudić B, Gržin E. Razvoj kontejnerizacije u svijetu i analiza kontejnerskog prometa u luci rijeka. Zbornik Veleučilišta u Rijeci, 2020, str.427-442

pripisuje industrijalizaciji i gospodarskom razvoju, stvarajući dodatnu potražnju za resursima i energijom.

- Odnosi se na generalni teret koji je pakiran na neki način upotrebom vreća, kutija, bačvi i posebno kontejnera. Ovaj teret obično ima brojna podrijetla, odredišta i klijente. Prije kontejnerizacije bilo je teško postići ekonomiju razmjera s rasutim teretom jer je proces utovara i istovara bio vrlo naporan i dugotrajan. Dinamika tržišta breakbulk povezana je s proizvodnjom i potrošnjom.

Teretno brodarstvo, kao najveći i najvažniji dio morskog brodarstva, prema spomenutim osnovnim tehnološkim i ekonomskim kriterijima, dijeli se u tri osnovne skupine:

- slobodno (trampersko)
- linijsko brodarstvo i
- tankersko brodarstvo.²⁸



Slika 2. Podsustav morskog brodarstva

Izvor: Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

Brodovi se mogu podijeliti na sličan način pa se govori o putničkim i teretnim brodovima, a među teretnim brodovima razlikuju se slobodni, linijski i tankerski brodovi, iako gotovo da nema u potpunosti slobodnih, linijskih i tankerskih brodara, nego djeluju i na drugim vrstama

²⁸ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

prijevoza pa zato u teretnom brodarstvu ima najviše mješovitih brodova. Slična je podjela brodova i tereta. Prema navedenom kriteriju razlikuje se:

- linijski brod (engl. linership) i linijski teret (engl. linercommodity),
- tramper i bulk - brod (engl. tramper, bulkship) i rasuti teret (engl. bulkcargo),
- tanker (engl. tanker, crudecarrier, productcarrier) i tekući teret (engl. liquidcargo, oilcargo) i slično.²⁹

2.5. KLASIFIKACIJA BRODOVA

Od svojih početaka dizajn brodova za prijevoz kontejnera se mijenjao tijekom vremena prateći potrebe tržišta i razvoj tehnologije.³⁰ Globalnu industriju pomorskog brodarstva opslužuje oko 100 000 komercijalnih brodova s više od 100 tona koji spadaju u četiri široke kategorije:

2.5.1. Putnički brodovi

Putnički brodovi u povijesti su igrali ključnu ulogu jer su bili jedini dostupni način prijevoza na velike udaljenosti. U suvremenom okruženju putnička plovila mogu se podijeliti u dvije kategorije: putničke trajekte, gdje se ljudi prevoze preko relativno malih vodenih tijela (kao što su rijeke ili tjesnaci) u prijevozu tipa prijevoza, i brodovi za krstarenje, gdje se putnici vode na odmor različitog trajanja, obično tijekom nekoliko dana. Prvi su uglavnom manji i brži brodovi. Potonji su općenito brodovi vrlo velikog kapaciteta s punim nizom pogodnosti.

U 2019. oko 27,5 milijuna putnika opsluživali su brodovi za krstarenje, naglašavajući industriju s velikim potencijalom rasta budući da opslužuje nekoliko sezonskih tržišta na kojima se flota preraspoređuje tijekom godine. Međutim, zbog pandemije Covid-19, 2020. se pokazala kao najkatastrofalnija godina u povijesti kruzera, s brojem putnika koji je pao na nešto više od 7 milijuna, što predstavlja pad prometa od 75%.

2.5.2. Brodovi za rasuti teret

Brodovi za rasuti teret su brodovi dizajnirani za prijevoz određene robe i razlikuju se u brodove za rasuti teret i rasuti teret. Uključuju najveća plovila koja plove . Najveći tankeri,

²⁹ Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.

³⁰ Rudić B, Gržin E. Razvoj kontejnerizacije u svijetu i analiza kontejnerskog prometa u luci rijeka. Zbornik Veleučilišta u Rijeci , 2020, str.427-442.

Ultra Large Crude Carriers (ULCC) imaju do 500.000 tona nosivosti (dwt), s tipičnijom veličinom između 250.000 i 350.000 dwt; najveći brodovi za suhi rasuti teret imaju oko 400.000 dwt, dok je tipičnija veličina između 100.000 i 150.000 dwt. Pojava tehnologije ukapljenog prirodnog plina (LNG) omogućila je pomorsku trgovinu prirodnim plinom specijaliziranim brodovima .

2.5.3. Brodovi za generalni teret

Brodovi za generalni teret su plovila namijenjena prijevozu nerasutih tereta. Tradicionalni brodovi bili su manji od 10.000 dwt, zbog izuzetno sporog ukrcaja i istovara. Od 1960-ih ova su plovila zamijenjena kontejnerskim brodovima jer se mogu brže i učinkovitije puniti, što omogućuje bolju primjenu načela ekonomije razmjera. Kao i svaka druga klasa brodova, veći kontejnerski brodovi zahtijevaju veći gaz, pri čemu trenutno najveći brodovi zahtijevaju gaz od 15,5 metara.

2.5.4. RoRo brodovi

Roll on-Roll off RoRo brod je plovilo s teretom na kotačima ili ukrcanim/istovarenim na brodu, u vozilu ili drugim platformama opremljenim kotačima. Prvi brodovi koji su klasificirani u ovu kategoriju bili su trajekti opremljeni željeznicom za prijevoz željezničkih vagona između rubova rijeka koje se smatraju preširokima za mostove. Korištenje RoRo koncepta na trgovačkim brodovima počelo je kasnih 1940-ih, ranih 1950-ih i to uglavnom na kratkim pomorskim rutama, kao što su međutočne rute kroz tjesnac u zemljama arhipelaga.³¹ Njihov se kapacitet mjeri količinom parkirnog prostora koji mogu ponuditi vozilima koja prevoze, uglavnom mjeren u metrima trake.

RoRo brodarstvo predstavlja pomorski segment koji bi lako mogao biti dio intermodalnog transportnog sustava, budući da teret ne treba dizati u lukama; 'kotrlja' se na more i s mora. Međutim, primjena RoRo prijevoza ovisi o nekoliko parametara, kao što su vrsta tereta koji se prenosi i količine tereta, a snažno je pod utjecajem zahtjeva pošiljatelja koji 'definiraju' njegovo poslovanje. RoRo brodarstvo, za razliku od segmenata dubokog mora, suočava se s jakom

³¹ Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183

konkurencijom kopnenih načina prijevoza i stalno nastoji zadovoljiti zahtjeve pošiljatelja i ponuditi visokokvalitetne usluge prijevoza.³²

2.6. VRSTE CESTOVNIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA ZA PRIJEVOZ TERETA

Glavne odrednice cestovnog prometa i transportnih sredstava su prije svega korisnici usluga u putničkom i teretnom prometu, ljudski resursi zaposleni u prometnom sustavu, prijevozna sredstva i drugi elementi suprastrukture kojima se promet obavlja, sredstva transporta (u teretnom prometu) za smještaj i zaštitu podzemnog transporta tijekom transporta, kao i potrebne cestovne infrastrukture (od prometnica do logističkih centara).³³

Cestovna transportna sredstva su motorna vozila i priključna vozila (prikolice i poluprikolice) kojima se obavlja transport u putničkom odnosno teretnom prometu.³⁴

Cestovna transportna sredstva obuhvaćaju raznolik spektar vozila koja se koriste za prijevoz ljudi i tereta po cestama. Ove vrste vozila imaju različite karakteristike, namjene i prednosti, prilagođavajući se specifičnim potrebama korisnika.³⁵ Dimenzije i mase, osovinska opterećenja vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila i uvjeti kojima moraju udovoljavati uređaji i oprema vozila u prometu na cestama³⁶ propisuju se Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama³⁷ (dalje u tekstu: Pravilnik).

Kamioni:

U cestovnom prijevozu tereta koriste se različiti kamioni ovisno o robi koja se prevozi.³⁸ Za cestovni prijevoz postoje različite vrste kamiona ovisno o robi, obujmu, težini i ruti. Vrste cestovnih transportnih sredstava za prijevoz tereta igraju ključnu ulogu u globalnom lancu opskrbe, omogućujući učinkovit prijevoz raznovrsnih roba od proizvođača do potrošača. Ova vozila su dizajnirana s posebnim karakteristikama kako bi zadovoljila specifične potrebe teretnog prijevoza, uključujući kapacitet, nosivost i brzinu.

³² Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

³³ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001. str.129

³⁴ Županović I.: Tehnologija cestovnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002., str. 22.

³⁵ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001., str.130.

³⁶ Čl. 1. Pravilnika o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama

³⁷ Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama, NN 85/16, 24/17, 70/19, 60/20

³⁸ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001., str.130.

- Kamioni predstavljaju osnovno teretno vozilo na cestama. Raznolike vrste kamiona uključuju dostavna vozila, kamione za teški teret i specijalizirane kamione poput hladnjača ili cisterni.
- Dostavna vozila su često manja i koriste se za lokalnu distribuciju roba, dok su kamioni za teški teret opremljeni snažnim motorima i koriste se za dugotrajne prijevoze velikih tereta.

Tegljači s prikolicama:

- Tegljači su vozila koja vuče prikolice te su ključna za prijevoz velikih količina tereta na velike udaljenosti.
- Prikolice mogu biti različitih vrsta, uključujući ravne prikolice za kontejnere, hladnjače za transport osjetljivih tereta i poluprikolice za razne vrste robe.

Dostavna vozila:

- Dostavna vozila su često manja i agilnija, prilagođena za gradsku distribuciju. To uključuje kombije, dostavna vozila s hladnjačom za prehrambene proizvode i vozila prilagođena specifičnim potrebama dostave.

Električna teretna vozila:

- S porastom interesa za održivost, električna teretna vozila postaju sve značajnija. Električni kamioni i dostavna vozila koriste električnu energiju umjesto tradicionalnih goriva, smanjujući emisije štetnih plinova i doprinoseći održivijem teretnom prijevozu.

Ove različite vrste teretnih vozila imaju svoje prednosti i specifičnosti, prilagođavajući se različitim potrebama i zahtjevima teretnog prijevoza.³⁹ Kapacitet, brzina, specifičnosti tereta i dostupnost infrastrukture igraju ključnu ulogu u odabiru odgovarajuće vrste vozila za specifičnu situaciju. Daljnji razvoj inovativnih tehnologija, uključujući autonomnu vožnju i pametne sustave praćenja tereta, može dodatno unaprijediti učinkovitost i sigurnost cestovnog transporta tereta. U kontekstu sve veće globalne povezanosti, ovi različiti oblici teretnih vozila zajedno čine ključnu mrežu koja podržava opskrbni lanac i omogućava ekonomski rast i razvoj.

³⁹ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001.

3. USPOREDBA KONTEJNERSKOG PRIJEVOZA I RoRo TEHNOLOGIJE

Kada se govori o prijevozu tereta, ljudi često prvo pomisle na kontejnere. Ipak, svijet logistike nudi druga rješenja, kao što su RoRo brodovi, koji su specifični za pomorski transport. RoRo je akronim za izraz " Roll-on, Roll-off " i opisuje način na koji plovilo prevozi teret na kotačima. RoRo je u većini slučajeva najpovoljniji i najpravovremeniji način otpreme u usporedbi s kontejnerskim prijevozom.

RoRo brod se razlikuje od LoLo (podignite na-podignite) broda, koji koristi dizalice za utovar teret. Kod RoRo brodova teret se ukrcava i istovaruje preko ugrađenih rampi, obično s krmenog dijela broda, ali ponekad imaju i rampe na pramcu i bokovima teret. U razvitku pomorskog prometa kontejnera važnu ulogu imale su različite vrste brodova koji se u osnovi mogu podijeliti u tri skupine:

1. LO-LO brodovi (Lift in-Lift off, podigni-spusti)

- Potpuni kontejnerski brodovi (Fullcontainerships) – specijalizirani brodovi za prijevoz kontejnera koji na palubi i unutrašnjosti broda imaju ćelije za smještaj kontejnera.
- Djelomično kontejnerski brodovi – za prijevoz kontejnera i/ili generalnog tereta.
- Preuredivi kontejnerski brodovi –opremljeni ćelijama za prijevoz kontejnera, ali po potrebi se može prenamijeniti i za prijevoz drugih vrsta tereta.
- Klasični trgovački brodovi – nemaju opremu za prijevoz kontejnera, već se prevoze kao običan teret.
- Obalni razvojni kontejnerski brodovi (feederi) – služe za distribuciju kontejnera iz većih luka u manje i obrnuto.
- SEA – TRAIN brodovi – imaju više paluba s tračnicama na koje se teret ukrcaje/iskrcaje kroz otvor na sredini broda⁴⁰

2. RoRo brodovi (Roll on-Roll off, odkotrljaj-dokotrljaj)

- Pure RoRo vessels - čisti RoRo brodovi za prijevoz tereta s vlastitim kotačima (npr. kontejner s robom na prikolici) kod kojih se manipulativne operacije tereta vrše isključivo horizontalno.

⁴⁰ Vranić, D.; Kos, S.: Morska kontejnerska transportna tehnologija I., Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008.

- RoRo containervessels - kombinirani brodovi za prijevoz RoRo tereta na kotačima kojim se manipulira horizontalno i prijevoz kontejnera kojim se manipulira vertikalno.⁴¹

3. FLO-FLO brodovi (Float on-Float off, doplutaj -otplutaj)

- Klasični LASH brodovi - kapaciteta 77 teglenica nosivosti po 375 tona na šest paluba.
- SEA – BEE brodovi – kapaciteta 38 teglenica nosivosti 844,4 tona na tri palube
- BACAT brodovi – kapaciteta 10 teglenica po 140 tona i tri LASH teglenice po 375 tona na jednoj palubi⁴²

Obje su metode na snazi već desetljećima, što sugerira da dobro funkcioniraju u različitim potrebama i situacijama. Međutim, postoje važne razlike između RoRo i kontejnerskog prijevoza, kao i prednosti i mane povezane s svakom metodom.

3.1. POVIJEST KONTEJNERSKIH BRODOVA

Kontejnerski brodovi i sama kontejnerizacija ima kratku povijest, ali takva vrsta prijevoza robe značajno je utjecala na povećanje ukupne globalne trgovine. Tehnološki napredak dodatno je potaknuo učinkovitost u globalnom otpremništvu i radu luka u posljednja dva desetljeća. U današnje vrijeme kontejnerski prijevoz je neophodan za uspjeh globalnih trgovačkih tvrtki u sve konkurentnijem gospodarskom okruženju.⁴³

Prijevoz putem kontejnerskih brodova odvija se putem standardiziranih veličina od 20 ili 40 TEU. Statistike pokazuju da pomorska trgovina čini oko 80% svjetske trgovine i okosnica je svjetskog gospodarstva⁴⁴ čineći pomorske luke ključnim za održavanje globalnog gospodarskog rasta.⁴⁵

Svakako treba istaknuti porast uloge kontejnerskog transporta i njegov doprinos globalnom gospodarstvu. Tijekom proteklog desetljeća, broj kontejnerskih brodova u globalnoj floti

⁴¹ Komadina, P.: Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001.

⁴² Vranić, D.; Kos, S.: Morska kontejnerska transportna tehnologija I., Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008.

⁴³ Luo, M., Fan, L., & Liu, L. (2009). An econometric analysis for container shipping market. *Maritime Policy & Management*, 36(6), 507-523.

⁴⁴ Wang, P., Hu, Q., Xu, Y., Mei, Q., Wang, F. (2021). Evaluation methods of port dominance: A critical review. *Ocean & Coastal Management*, 215, 105954.

⁴⁵ Zhang, M., Zhang, D., Fu, S., Kujala, P., & Hirdaris, S. (2022). A predictive analytics method for maritime traffic flow complexity estimation in inland waterways. *Reliability Engineering & System Safety*, 220, 108317.

povećao se s 4966 brodova u 2011. godini na 5589 brodova u 2022. godini, dok je nosivost globalne trgovačke flote dosegla otprilike dvije milijarde tona nosivosti u 2020. godini.⁴⁶

3.2. KONTEJNERSKI PRIJEVOZ

Prije izuma intermodalnog brodskog kontejnera, roba se otpremala u kutijama različitih veličina koje su radnici morali ručno utovariti i iskrcati s brodova. Prijevoz robe na ovaj način bio je neučinkovit, skup i dugotrajan. Štoviše, to je pretjerano otežavalo utovar tereta na različite načine transporta. Kada je 1950-ih uveden prvi standardizirani intermodalni brodski kontejner, izazvao je revoluciju u svjetskoj trgovini. Otpremni kontejneri smanjili su i vrijeme i troškove otpreme i omogućili da se roba u kontejnerima lako premješta između različitih prijevoznih sredstava. Napori da se poboljša brodski kontejner su nastavljeni, a 1970-ih je izumljen rashladni kontejner (reefer). Od izuma hladnjača postao je moguć prijevoz kvarljive robe poput hrane.⁴⁷

Prvi kontejnerski brod napravljen je 1950-ih godina kada je Malcolm Mclean napravio metalnu kutiju koju je vukao na prikolici do pristaništa i podigao je dizalicom na brod. Malcolma McLeana bio je kamionski magnat ali je vidio veliki potencijal kontejnerizacije posebno u smislu troškova utovara i istovara. Ovo je bio prvi kontejner koji je postojao i ustupio mjesto modelu pomorskog transporta s najvećim kapacitetom za prijevoz sigurnog i isplativog suhog tereta uz najmanji utjecaj na okoliš.⁴⁸

Brod Ideal-X je isplovio iz luke Newark, New Jersey 1956. godine prema luci Houston Texas, a uplovio je pet dana kasnije. Nosio je 58 kontejnera od 35 stopa (8 stopa širine i 8 stopa visine), zajedno s redovitim teretom od 15.000 tona rasute nafte. Kontejneri su utovareni za manje od osam sati. Godine 1937. brod je isporučivao bale pamuka iz Sjeverne Karoline (Lafayette) u luku New Yorka McLean je trebao čekati nekoliko dana dok su obalni brodari ručno utovarivali teret.⁴⁹

⁴⁶ Luo, M., Fan, L., & Liu, L. (2009). An econometric analysis for container shipping market. *Maritime Policy & Management*, 36(6), 507-523

⁴⁷ Placek, M. (2023). Container shipping - statistics & facts, <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#topicOverview>

⁴⁸ History of maritime transport, <https://samatrans.ir/en/history-of-maritime-transport/>

⁴⁹ First Containership, Ideal-X, 1956, <https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/idealx-first-containeriship-1956/>

Glavna prepreka u trgovini i brodarstvu bila je vremenska i troškovna intenzivnost standardnih prekidnih operacija rasutog tereta. McLean je izračunao da je 1956. godine utovar broda srednje veličine na konvencionalan način koštao 5,83 dolara po toni. Usporedno s tim utovar kontejnera (koristeći Ideal-X kao referentni okvir) koštao bi manje od 0,16 USD po toni. Ekonomske prednosti takvog načina prijevoza postale su jasne pomorskoj industriji.



Slika 3. Kontejneri se utovaruju na prvi kontejnerski brod Ideal X 1956. godine

Izvor: First Containership, Ideal-X, 1956, <https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/idealx-first-containeriship-1956/>

Početni cilj McLeana bio je stvoriti integrirani prometni sustav u Sjedinjenim Državama u kojem bi obalna plovidba nadopunjavala cestovni i željeznički prijevoz. Taj je cilj bilo teško postići zbog segmentirane prirode industrije. Nadalje, razvoj sustava međudržavnih autocesta u Sjedinjenim Državama tijekom 1960-ih značajno je poboljšao učinkovitost kamionskog prijevoza. Nadalje, McLean je u početku predložio da se čitavom prikolicom kamiona rukuje kao cjelinom (poput prikolice na platformi kojom se upravlja željeznicom), što se pokazalo nepraktičnim. Godine 1960. McLean je osnovao SeaLand, glavnu kontejnersku brodsku liniju,

koju je 1999. kupio Maersk, najveća svjetska kompanija za kontejnerski transport. Ideal X je prevezio kontejnere do 1964. kada je bačen na otpad.⁵⁰

Odražavajući rastuću količinu robe koja se prevozi kontejnerskim brodovima, očekuje se da će se globalno tržište kontejnera za prijevoz više nego udvostručiti u nadolazećim godinama. Dok je tržište 2021. bilo veličine oko sedam milijardi američkih dolara, 2028. trebalo bi dosegnuti gotovo 16 milijardi američkih dolara.⁵¹

3.3. RoRo BRODARSTVO

RoRo je akronim za Roll-on/roll-off. Roll-on/roll-off brodovi su plovila koja se koriste za prijevoz tereta na kotačima.⁵² RoRo brodarstvo uvelike se razlikuje od ostalih pomorskih segmenata zbog svoje elastičnosti potražnje koja je mnogo veća od ostalih segmenata, jer se suočava s jakom konkurencijom kopnenih načina prijevoza. Općenito, RoRo usluge su linijske usluge gdje se nude česte, redovne usluge pomorskog prijevoza između unaprijed određenih luka pristajanja. RoRo plovila su karakterizirana kao plovila s horizontalnim utovarom, jer se njihov teret može uvući u plovilo ili unijeti vozilima na kotačima bez ikakve posebne opreme, za razliku od LoLo (lift on/lift off), gdje je teret potrebno ukrcati i ukrcati dizalicama.⁵³

Roll-on/roll-off brod definiran je u izmjenama i dopunama poglavlja II-1 Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskog života na moru (SOLAS) iz 1974. iz studenog 1995. kao „putnički brod s RoRo prostorima za teret ili prostori posebne kategorije”

3.3.1. Povijest RoRo brodova

RoRo brodovi nisu ništa novo jer su se gradili u 19. stoljeću za prijevoz vlakova preko rijeka preširokih za mostove, a Linkspanove je prvi proizveo brodograditelj iz Glasgowa Robert Napier oko 1850. Rani primjer RoRo je Trajekt Firth of Forth koji je počeo s radom 1851. godine. Brodovi su bili opremljeni tračnicama koje su se mogle spojiti s onima na kopnu, a vlak

⁵⁰ First Containership, Ideal-X, 1956, <https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/idealx-first-containeriship-1956/>

⁵¹ Placek, M. (2023). Container shipping - statistics & facts, <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#topicOverview>

⁵² <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-RoRo-ships/>

⁵³ Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." Sustainability 11.8 (2019): 2422.

se jednostavno otkotrljao na brod i onda opet s njega na drugom kraju. Na svom vrhuncu noćna linija Golden Arrow od Londona do Pariza transportirana je na potpuno isti način.

Tijekom Drugog svjetskog rata (1939–45) isti princip korišten je za prijevoz tenkova i druge opreme u desantnim čamcima za desantne napade. Međutim, nakon rata svatko tko je želio prevesti svoj automobil preko bilo koje vodene površine morao ga je utovariti i istovariti dizalicom, što je bio skup i dugotrajan posao. Statistika koju je objavila luka Dover pokazala je da je na ovaj način obradila oko 10 000 automobila godišnje prije uvođenja RoRo putničkih trajekata 1953. godine s terminalima za njihovu uslugu. U roku od godinu dana broj automobila koje je luka pretovarila popeo se na 100.000, a do 1994. godine bila je 4,5 milijuna. Do 1994. svjetska RoRo flota od 4600 plovila mogla se podijeliti u nekoliko vrsta, od kojih su dvije trećine namijenjene prijevozu tereta.

3.3.2. Tehnička obilježja RoRo brodova

RoRo brodovi su namjenski izgrađena plovila sa specifičnim značajkama dizajna za olakšavanje ukrcaja i iskrcaja kotrljajućeg tereta. Krmene ili bočne rampe broda dizajnirane su da izdrže težinu teških vozila i opreme, a mogu se spustiti do razine doka kako bi se stvorio most za pristup vozila brodskim teretnim palubama.⁵⁴

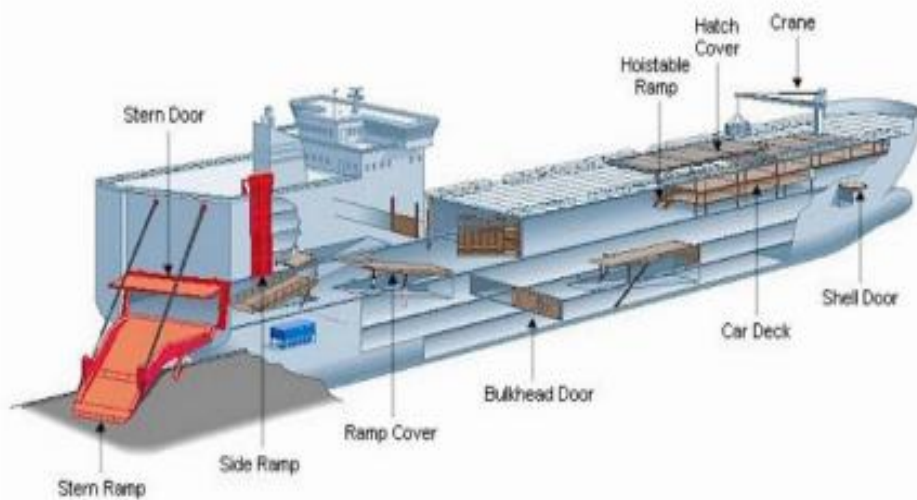
Za razliku od ostalih tereta koji se mjere u metričkim tonama, RoRo teret se mjeri u jedinici koja se naziva trake u metrima (LIM). LIM se izračunava množenjem duljine tereta u metrima s brojem paluba i njegovom širinom u trakama. Širina trake razlikuje se od plovila do plovila i postoji niz industrijskih standarda. Iako teret može biti vrlo raznolik, način na koji se utovaruje ili istovaruje na brod ostaje isti.

Rampa se obično može naći na pramčanoj (prednjoj) ili stražnjoj strani (krmi) broda, a ponekad i na bokovima ili čak na kopnu. Na većini RoRo nosača, kapacitet rampe je oko 150 tona, a za neka plovila može ići i do 500 tona. Zahvaljujući ovom sustavu, utovar i istovar tereta na kotačima puno je lakši i sigurniji s ovim rampama nego da se to radi dizalicom.

Međutim, najpoznatija vrsta RoRo prijevoza je trajekt za automobile/putnike gdje vozila, privatna i komercijalna, voze na jednom kraju, a odlaze na drugom. Iznimno su popularni među turistima i prijevoznicima zbog brzine kojom se mogu utovariti i istovariti. Ipak, RoRo trajekti

⁵⁴ [linkedin.com/pulse/what-ro-ro-ship-step-guidelines-forwardaircargo](https://www.linkedin.com/pulse/what-ro-ro-ship-step-guidelines-forwardaircargo)

imaju problema. Konstruirana s vratima za teret na oba kraja, posebno su osjetljiva na habanje kada se koriste kao rampe za vozila, i bez unutarnjih poprečnih pregrada, ranjiva su ako se dogodi nesreća. Kada dođe do poplave, bilo kroz vrata za teret ili kroz trup koji je probušen, nema ničega što bi spriječilo brzi tok vode na palubu za automobile. To može uzrokovati prevrtanje RoRo vozila, pomicanje tereta i brzo prevrtanje RoRo vozila. Kao zaštita od toga, moderni RoRosi imaju lukove koji se šarkama pokreću prema gore i sekundarna vrata iznutra.



Slika 4. Roll-on/roll-off (RoRo) brod

Izvor: Roll-on/Roll-off Ships, Vehicle Carriers and Specialized Craft,
<https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/08-ME-2014.pdf>

RoRo brodovi mogu imati do 13 paluba. Većina ih ima kapacitet od 4000 do 5000 CEU (jedinica ekvivalentna automobilu). Međutim, neki mogu primiti do 8000 vozila. Jednom kada se vozilo ukrca, vozi se natkrivenim unutarnjim podiznim rampama koje povezuju palube kako bi stiglo do mjesta koje mu je dodijeljeno, baš kao na parkiralištu. Njegov položaj ovisi o duljini, visini i težini.

3.3.3. Prednosti RoRo broda

Kao i kontejnerski brodovi, RoRo brodovi imaju visoku učinkovitost ukrcanja i istovara. Oni utovaruju i istovaruju kontejnere aktivnostima vozila, a kapacitet doseže 1000 ~ 2000 tona na sat, što štedi veliku količinu radne snage za utovar i istovar, smanjuje vrijeme pristajanja brodova i poboljšava stopu iskorištenosti brodova. Rad brodova je brz i prikladno je imati

izravan kombinirani prijevoz između kopna i vode. Štoviše, ostvaruje direktan transport "od vrata do vrata" od pošiljatelja do primatelja, čime se smanjuju oštećenja i pogreške tijekom procesa prijevoza.

Prijevoz RoRo brodova ne zahtijeva opremu za podizanje niti na brodu niti na obali. Čak i ako su lučki kapaciteti vrlo loši, RoRo brodovi mogu učinkovito rukovati teretom. Štoviše, RoRo brodovi su superiorniji od kontejnerskih brodova utoliko što im nije potrebna oprema za dizanje na dokovima, niti im je potrebna velika rekonstrukcija, proširenje i dodavanje opreme za utovar i istovar.

Ideja da je RoRo prijevoz dobar samo za prijevoz automobila je zastarjela. Imao je važnu ulogu u početnom razvoju RoRo plovila 1960-ih, ali moderni RoRo plovila su sposobna nositi vrlo raznoliku mješavinu rasutog tereta, od složenih alatnih strojeva na tešku opremu za proizvodnju električne energije i velike željezničke vagone itd.

RoRo brod ima veću prilagodljivost. Ne samo da može utovariti kontejner, već i nositi posebne terete i razne vrste rasute robe. Postoji poseban čelični RoRo brod za čelične cijevi, čelične ploče, posebna vozila RoRo brod za željeznička vozila, poseban namjenski RoRo brod za opremu za bušenje, poljoprivredne strojeve. Također se mogu sakupiti razni materijali i koristiti za vojni transport. Dakle, RoRo brod ima široke izgleda za primjenu.

RoRo brod nudi brojne prednosti u odnosu na tradicionalne brodove. Neke od prednosti su sljedeće:

- Za pošiljatelja, prednost je brzina. Budući da automobili i kamioni mogu voziti ravno do broda u jednoj luci, a zatim se odvesti u drugoj luci unutar nekoliko minuta od pristajanja broda, to štedi puno vremena pošiljatelju.
- Također se može dobro integrirati s drugim razvojem transporta, poput kontejnera. Korištenje carinsko zapečaćenih jedinica omogućilo je prelazak granica s minimalnim kašnjenjem. Stoga povećava brzinu i učinkovitost pošiljatelja.
- Brod se također pokazao iznimno popularnim među turistima i vlasnicima privatnih automobila. Značajno je pridonio rastu turizma. Čovjek može svoj automobil prevesti iz jedne zemlje u drugu uz more uz pomoć RoRo plovila.

3.3.4. Nedostaci RoRo brodova

Nedostaci RoRo brodova su visoko težište i slaba stabilnost. Strukturu RoRo brodova karakterizira veliki broj paluba, obično 2 do 6 katova. Kako bi se omogućilo slobodno prolaženje vozila u prtljažnom prostoru, unutra nema poprečne pregrade i nekoliko stupova. Stoga su strukturna čvrstoća i svojstva protiv potonuća RoRo brodova loši. Štoviše, manja poprečna pregrada utjecat će na zaštitu od potonuća, a to također utječe na čvrstoću palube.

3.3.5. Varijacije RoRo plovila

Postoje različite vrste RoRo plovila. Ovisno o njihovim karakteristikama ili teretu koji prevoze možemo pronaći:

- Autoprijevoznici: Oni koji isključivo prevoze automobile. Također se nazivaju čistim nosačima automobila (PCC).



Slika 5. RoRo cargo brod PCTC serije

Izvor: <https://www.nauticexpo.com/prod/hyundai-mipo-dockyard/product-31140-248717.html>

- Čisti prijevoznici automobila/kamiona (PCTC): Oni koji prevoze kamione, ali i automobile. Dizajniran je samo za jednu svrhu, a to je učinkovit prijevoz automobila ili drugih vrsta vozila kao što su autobusi, kamioni, itd. Prema Wärtsillä, najveći

dubokovodni prijevoznici automobila u službi imaju sposobnost transporta do 8000 ekvivalentnih automobila jedinice.⁵⁵



Slika 6. Samohodni teret, automobili i kamioni, utovareni na palubi

Izvor: Cargo operations on RoRo vessels,

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Ta plovila imaju više paluba posebno za prijevoz vozila, a neka od njih se čak mogu napraviti veća kako bi mogla stati u veća vozila.

- ConRo : ili RoCon je hibridni brod između RORO broda i kontejnerskog broda. Ova vrsta plovila slaže teret u kontejnerima na gornje palube, a vozila se pohranjuju ispod palube.

⁵⁵ Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183.



Slika 7. RoRo kontejnerski brod

Izvor: <https://www.linkedin.com/pulse/RoRo-ships-future-global-scale-asitha-jagoda-arachchi>

- RoLo: je još jedan hibrid koji ujedinjuje roll-on i lift-off. Plovilo s rampama za palube za vozila, ali s drugim palubama za teret kojima se može pristupiti samo kada se mijenjaju plime ili oseke ili pomoću dizalice. Ovo je slično teretnom prijevozu, ali ima drugačiji mehanizam u usporedbi s uobičajenim kontejnerskim brodom. Kontejnerski brod obično obavlja njihov utovar i istovar s lučkim objektom, dok Lo-Lo taj proces provodi pomoću dizalice na brodu.⁵⁶
- RoPax: je akronim za roll-on/roll-off putnika, plovilo izgrađeno za prijevoz teretnih vozila zajedno sa smještajem za putnike. Primjer za to su trajekti i kruzeri. Ima veliku palubu, a ograničeni kapaciteti za putnike (manje od putničkih trajekata) i njegova nadgrađa pokrivaju dio palube.⁵⁷ Poluprikolice su najčešće jedinice za prijevoz tereta na RoPax plovilu.

⁵⁶Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183

⁵⁷Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183



Slika 8. Poluprikolica za prijevoz tereta na RoPax plovilu

Izvor: Izvor: Cargo operations on RoRo vessels,

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Postoji i veliki, srednje brzi Roll-on/Roll-off ili LMSR koji su RoRo brodovi Vojnog pomorskog zapovjedništva (MSC).



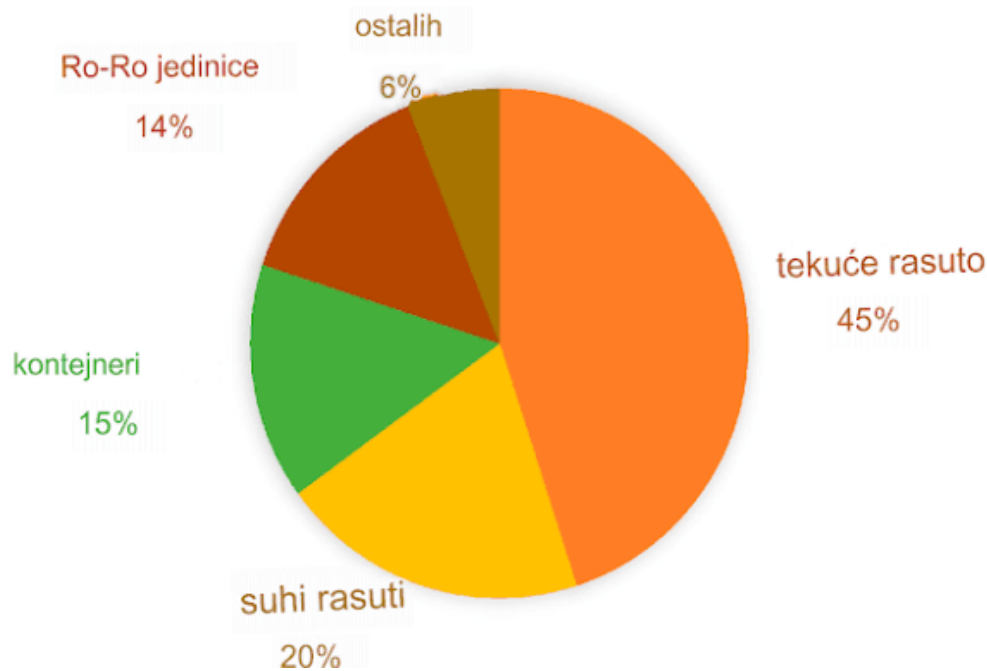
Slika 9. MV Tonsberg najveće je RoRo plovilo na svijetu

Izvor: https://marine-digital.com/article_RoRo

3.4. RoRo TEHNOLOGIJA (INTERMODALNI PRIJEVOZ)

Intermodalni prijevoz sastoji se od kombinacije najmanje dva načina prometa za prijenos tereta i smatra se da nudi održiviju uslugu prijevoza u usporedbi s unimodalnim sustavima, zbog skupnih prednosti svakog pojedinačnog načina.⁵⁸ RoRo terminali ili luke opremljeni su specijaliziranom infrastrukturom za podnošenje jedinstvenih zahtjeva RoRo brodova. To uključuje namjenske rampe, parkirna područja i dvorišta za vozila koja čekaju otpremu.⁵⁹

Segment RoRo otpreme na kratkom moru (RoPax i RoRo bez pratnje) igra značajnu ulogu u europskoj pomorskoj trgovini, čineći 14% ukupnog SSS-a robe u i iz glavnih luka Europske unije u 2015.⁶⁰



Slika 10. Kratki pomorski prijevoz robe prema vrsti tereta u Europskoj uniji u 2015. (% bruto težine robe) na temelju podataka Eurostata

Izvor: Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

⁵⁸ Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

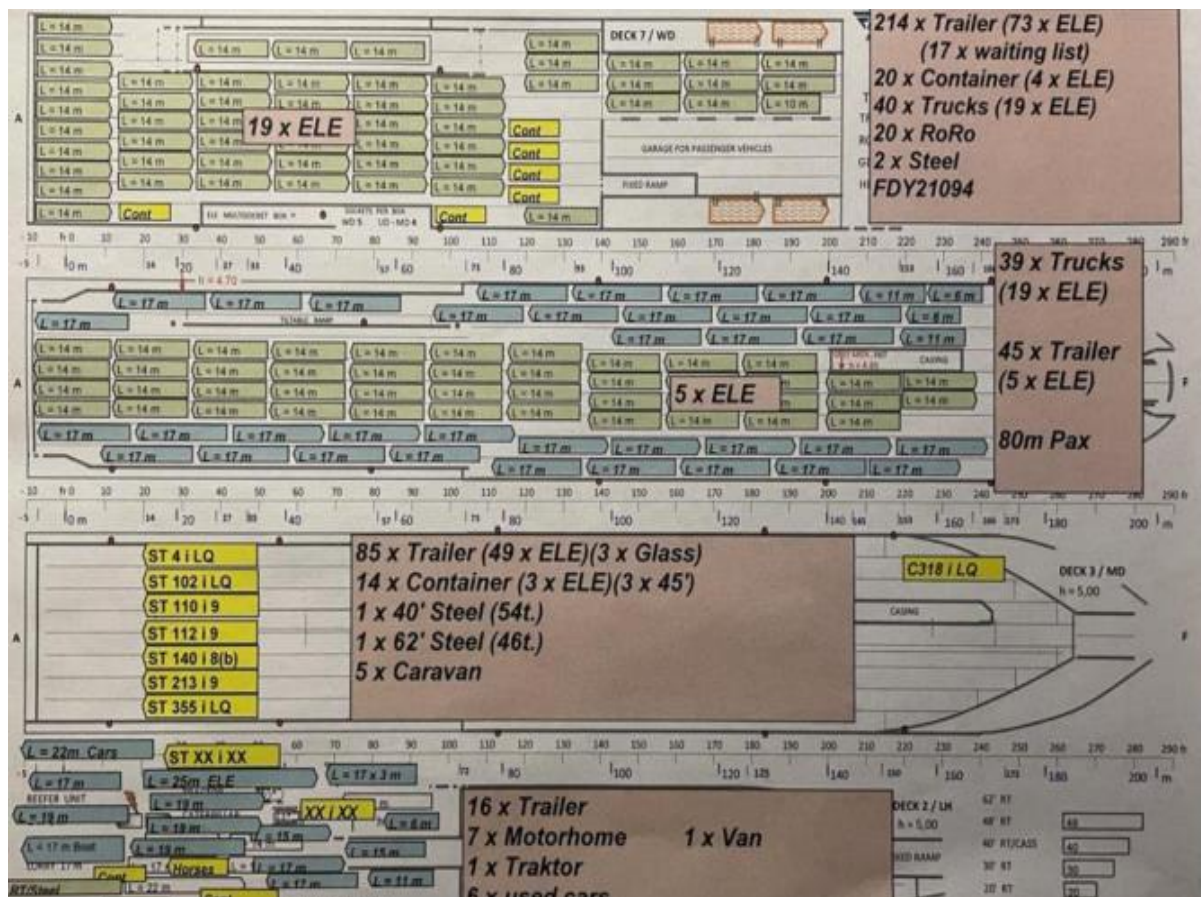
⁵⁹ Özkan, Emin Deniz, Selçuk Nas, and Nil Güler. "Capacity analysis of RoRo terminals by using simulation modeling method." *The Asian Journal of Shipping and Logistics* 32.3 (2016): 139-147.

⁶⁰ Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

Integracija SSS-a u europske intermodalne transportne lance bila je predmet velike zabrinutosti tijekom posljednjih desetljeća, budući da predstavlja ekološki prihvatljivu, energetske učinkovitu i sigurnu alternativu cestovnom prijevozu koja može olakšati povezivanje udaljenih i perifernih regija bez potrebe za visokom ulaganja u infrastrukturu.⁶¹

3.4.1. Pripreme za utovar

Nakon što brodska tvrtka primi sve rezervacije za sljedeći utovar, teret planiranje može početi. Agent tvrtke sastavit će popis rezervacija i zatim kreirati teretni plan za nadolazeće putovanje. Veličina tereta, smještaj metoda, te drugi posebni zahtjevi utječu na način izrade kargo plana.



Slika 11. Plan tereta

Izvor: Cargo operations on RoRo vessels,

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

⁶¹ Blonk, Wim AG. "Short sea shipping and inland waterways as part of a sustainable transportation system." Marine pollution bulletin 29.6-12 (1994): 389-392.

Prije dolaska RoRo broda, lučke vlasti i operateri terminala obavljaju potrebne pripreme za prijem tereta. To uključuje osiguravanje da su rampe u ispravnom položaju i da na teretnim palubama nema prepreka. Osim toga, vozila obično moraju proći postupak carinjenja i dokumentacije. Proces RoRo otpreme počinje dovozom ili tegljenjem tereta na plovilo pomoću rampi.



Slika 12. Terminalni tegljač koji utovaruje poluprikolicu

Izvor: Cargo operations on RoRo vessels,

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

3.4.2. Utovar tereta

Utovar se odvija na jednoj ili više paluba istovremeno. Kada RoRo brod stigne, vozila se voze ili vuku na teretne palube broda preko rampi. Operateri terminala vode vozila do označenih parkirnih mjesta na brodu. Vozila su osigurana uzicama, klinovima i drugim prikladnim sigurnosnim sredstvima kako bi se spriječilo pomicanje tijekom prijevoza. Palube za teret dizajnirane su s podesivim pločama za smještaj vozila različitih veličina.



Slika 13. CCTV za praćenje utovara u stvarnom vremenu

Izvor: Cargo operations on RoRo vessels,

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Odvajanje je proces odvajanja dviju ili više tvari, za koje se smatra da biti međusobno nekompatibilni, a postavljanje preblizu jedno drugom može dovesti do opasnosti ili bilo kakva nezgoda. Razdvajanje između dobara može se postići povećanjem udaljenost između robe ili njezin utovar na različite teretne palube.

Kako je za RoRo plovila najvažnije učinkovito rukovanje teretom, ovi brodovi imaju velike neograničene teretne palube bez poprečnih pregrada. Obično se RoRo teret ukrcava i istovaruje preko krmene rampe, ponekad široke kao cijeli teretni prostor. Unutarnje rampe ili dizala koriste se za dolazak do gornje i donje palube za teret. Za stvarno brzo rukovanje teretom mogu se koristiti rampe na dvije razine. Za to su potrebne posebne rampe na rivi.⁶²

Za ukrcaj i za iskrcaj tereta, kao i premještanje tereta unutar broda na RoRo brodovima se upotrebljavaju rampe.

⁶² <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/RoRo>



Slika 14. Utovar i istovar tereta pomoću rampi

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

Podjela rampi po smještaju na brodu:

- Vanjske rampe – rampe koje služe za ukrcaj i iskrcaj,
- Unutarnje rampe – rampe koje služe za manipulaciju tereta unutar broda.

Podjela vanjskih rampi po izvedbi:

- pramčane rampe u simetrali broda,
- krmene rampe u simetrali broda,
- krmene rampe van simetrale, smještene pod kutom u odnosu na simetralu (kut se
- obično kreće od 30° do 45°),
- zakretne rampe, postavljene u simetrali broda, s mogućnošću zakretanja bočno, do 40° na obje strane broda. Ove rampe se najčešće koriste kao krmene rampe, iako ima slučajeva ugradnje ovog tipa i za pramčane rampe.

Podjela unutarnjih rampi po izvedbi:

- nepomične rampe,
- pomične rampe.

Pomične rampe mogu spajati više paluba. Mogu zatvarati palubne otvore, a mogu se koristiti i za dodatno slaganje tereta.

3.4.3. Skladištenje i planiranje

Plan utovara ključan je za optimizaciju korištenja prostora na RoRo brodu. Planeri tereta određuju redosljed utovara vozila, uzimajući u obzir čimbenike kao što su raspodjela težine, određite i slijed iskrcajnih luka. Ovo osigurava učinkovite operacije utovara i istovara u sljedećim lukama pristajanja. Teret se zatim učvršćuje na mjestu različitim metodama kako bi se spriječilo pomicanje tijekom prijevoza. Nakon što je teret osiguran, plovilo isplovjava prema odredištu.

Tehnička sredstva koja se koriste su lanci s kukama odnosno “elephant foot” profil na drugom kraju, stezači, čelik čela, kad se radi o teškim kamionima, trailerima, mehanizaciji odnosno tzv “car strips” elastična zatezajuća i lakopodešavajuća braga za osiguranje automobila. Vrlo je važno da teret na traileru bude čvrsto povezan u kompaktnu cjelinu, pa se nerijetko teret odbija ukrcati ali u praksi dodatno osiguranje izvrši posada broda. Traileri, kamioni i teška mehanizacija pričvršćuje se za bazične elemente lancima koji se za brod učvršćuju po sistemu elephant foot.



Slika 15. Klinovi kamiona

Izvor: Cargo operations on RoRo vessels,

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

3.4.4. Operacija istovara

Po dolasku u odredišnu luku, vozila se odvoze ili odvlače s broda pomoću rampi u procesu obrnutom od utovara, tj. teret se otkotrlja s broda koristeći iste rampe i iskrca u luku. Carinski službenici i lučke vlasti provode inspekcije i procedure carinjenja dokumenata prije nego što se vozila puste njihovim vlasnicima ili isporuče na sljedeću točku distribucije.

RoRo plovila mogu primiti različite vrste tereta, od malih motocikala do velike građevinske opreme.

3.4.5. Operacija terminala

Prema važećim propisima, (trajektna) luka je definirana kao svako mjesto koje se sastoji od kopna i/ili vode s određenim ograničenjima kao prostor za državne i komercijalne korisnike za pristajanje, ukrcaj i iskrcaj putnika, ukrcaj i iskrcaj tereta za brod, opremljen terminalom objekt i sidrište koje je podržano provedbom sigurnosti i sigurnosti kao i drugim pratećim aktivnostima i područjem intermodalne razmjene.⁶³ RoRo terminali imaju specijalizirane objekte za pregled, popravke i održavanje vozila. Oni također mogu pružati usluge s dodanom vrijednošću kao što su pranje vozila, točenje goriva i dodaci.

U RoRo terminalima kapacitet terminala je potrebniji od drugih vrsta pomorskih terminala jer se RoRo tereti ne mogu slagati. U tom smislu, varijable koje utječu na kapacitet RoRo terminala mogu se navesti kako slijedi; broj vozila pristiglih na terminal, udaljenost između terminala, kapacitet broda, ulazna vrata terminala, jedinice carinske kontrole, terminalski promet i lokalni promet, sigurnosna provjera, usluge punjenja itd. Rezultati pokazuju da je varijabla koja najviše utječe na kapacitet terminala 'broj kamiona koji stižu na terminale'. Kao posljedica ove situacije, smatra se da operater RoRo terminala mora dati prioritet faktoru potražnje i napraviti učinkovito predviđanje potražnje pri određivanju područja terminala.⁶⁴

⁶³ Nurwahyudy, A., T. Pitana, and S. Nugroho. "Analysis of Systemic Safety Issues in Domestic RoRo Ferry Port Operation Using the Concept of Safety-II." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1081. No. 1. IOP Publishing, 2022.

⁶⁴ Özkan, Emin Deniz, Selçuk Nas, and Nil Güler. "Capacity analysis of RoRo terminals by using simulation modeling method." The Asian Journal of Shipping and Logistics 32.3 (2016): 139-147.

RoRo terminal trebao bi biti izgrađen kako bi povezoao kopnenu ili željezničku prometnu mrežu s trajektnom uslugom tako da neprimjetno povezuje dva udaljena načina.⁶⁵



Slika 16. Ukrcaj broda na RoRo terminalu luke Emden 24

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

Na svjetskoj RoRo konferenciji u Gothenburgu 1983. godine RoRo terminali su razvrstani u tri osnovne skupine:

1. čisti RoRo ili isključivo RoRo terminali,
2. višenamjenski tzv. RoRo /Lo-Lo terminali,
3. specijalizirani RoRo terminali.

3.5. ULOGA CESTOVNIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA U RoRo PRIJEVOZU

Tehnologija prijevoza s primjenom kontejnera spada među najvažnije inovacije u polju transporta uopće. Povezivanjem različitih grana prometa u multimodalni transport, trebalo bi povećati kvalitetu i učinkovitost prometa.⁶⁶ Uloga cestovnih transportnih sredstava u roll-

⁶⁵ Nurwahyudy, A., T. Pitana, and S. Nugroho. "Analysis of Systemic Safety Issues in Domestic RoRo Ferry Port Operation Using the Concept of Safety-II." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1081. No. 1. IOP Publishing, 2022.

⁶⁶ Nikolić, G. Matematički model multimodalnoga transporta – temeljni čimbenik djelotvornog uključivanja hrvatske u europski prometni sustav, *Naše more*, 50(1-2), 2003, str. 50-60

on/roll-off (RoRo) prijevozu ima ključan značaj u globalnom prijevoznom sustavu, pridonoseći učinkovitom prijevozu tereta, osobito vozila, između luka i teretnih centara. RoRo prijevoz podrazumijeva da se teret može jednostavno ući (roll-on) i izaći (roll-off) iz vozila, čime se ubrzava utovar i istovar, smanjujući vrijeme čekanja i troškove. Cestovna transportna sredstva koja se koriste u RoRo prijevozu uključuju kamione, tegljače, autobuse i druge vozne strojeve.⁶⁷

Za prijevoz kontejnera u cestovnom prometu primjenjuju se teretna vozila:

- kamioni s prikolicama ili bez njih sa specijalnim šasijama za prihvat, učvršćenje i prijevoz kontejnera
- tegljači s poluprikolicama sa specijalnim šasijama za prihvat, učvršćenje i prijevoz kontejnera

Ovi specifični transportni sustavi omogućavaju učinkovit prijevoz vozila, tereta u kontejnerima i drugih roba koje se lako mogu voziti na i s plovila. RoRo prijevoz olakšava trgovinu, doprinosi bržem protoku tereta između luka i obližnjih destinacija, čime se povećava globalna povezanost i ekonomska suradnja. Fleksibilnost cestovnih transportnih sredstava, posebice u kombinaciji s RoRo konceptom, čini ih ključnima za dinamičnost globalnog lanca opskrbe, pridonoseći učinkovitom i pouzdanom prijevozu roba i vozila diljem svijeta.



Slika 17. Tegljač s poluprikolicom

Izvor: www.greag.ch.

⁶⁷ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001.

Za poboljšanje učinkovitosti multimodalnog transporta, potrebno je promicati promjene u transportnim tehnologijama, prijevoznim sredstvima i izgraditi mrežu kontejnerskih i multimodalnih terminala, riječnih pristaništa i pomorskih luka bez kojih ulaganja u suvremene tehnologije i transportna sredstva neće dati očekivane rezultate.⁶⁸ Orijentacija kopnenoga transporta: cestovnoga prometa i željeznice mora biti na tehničkotehnološki razvoj infrastrukture, uvođenje suvremenih tehnologija transporta (kontejnerizacija, Huckepack, Bimodalne tehnologije), te modernizaciji voznoga parka.⁶⁹

3.5.1. RoRo prikolice

RoRo (Roll-on/Roll-off) prikolice predstavljaju ključan element u cestovnom transportu, omogućujući brz i učinkovit prijevoz tereta na vozilima koja se lako ukrcaju i iskrcaju. Ove prikolice su posebno prilagođene za RoRo prijevoz, gdje se teret može jednostavno 'hodati' unutar i izvan prikolice, eliminirajući potrebu za složenim postupcima utovara i istovara.

RoRo prikolice često se koriste za prijevoz vozila, tereta u kontejnerima te drugih roba koje se mogu voziti. Ovaj koncept pridonosi učinkovitosti lanca opskrbe i logistike, smanjujući vrijeme utovara i istovara, te troškove transporta. Prikolice su često opremljene specifičnim rješenjima za vezivanje tereta, osiguravajući stabilnost i sigurnost tijekom prijevoza.

Uz visoku fleksibilnost i prilagodljivost, RoRo prikolice igraju ključnu ulogu u međunarodnom prijevozu, posebice na trajektima, u lukama i terminalima. Njihova sposobnost brzog ukrcaja i iskrcaja čini ih nezamjenjivima u situacijama gdje je brza i efikasna logistika od suštinske važnosti.⁷⁰ Sveukupno, RoRo prikolice čine integralni dio inovativnih pristupa cestovnom transportu, podržavajući mobilnost tereta na globalnoj razini.

3.5.2. RoRo tegljači

Roll-on/Roll-off (RoRo) tegljači predstavljaju ključnu komponentu u cestovnom transportu, pridonoseći brzom i učinkovitom prijevozu tereta. Ovi specifični tegljači su prilagođeni za RoRo prijevoz, gdje se teret može jednostavno ukrcajati i iskrcajati bez potrebe

⁶⁸ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001.

⁶⁹ Nikolić, G. Matematički model multimodalnoga transporta – temeljni čimbenik djelotvornog uključivanja hrvatske u europski prometni sustav, *Naše more*, 50(1-2), 2003, str. 50-60

⁷⁰ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001.

za kompliciranim postupcima. RoRo tegljači često se koriste za vuču prikolica koje omogućavaju roll-on/roll-off sustav prijevoza, posebice na trajektima i u lukama.

Opremljeni su specifičnim sustavima za pričvršćivanje tereta, pružajući siguran prijevoz vozila, kontejnera i drugih roba koje se mogu voziti. Njihova sposobnost brzog povezivanja s RoRo prikolicama čini ih ključnim u aspektu ubrzanja procesa utovara i istovara tereta. RoRo tegljači pridonose učinkovitosti lanca opskrbe, olakšavajući logističke izazove u transportu tereta između različitih lokacija.⁷¹

Sveukupno, RoRo tegljači igraju ključnu ulogu u modernizaciji cestovnog transporta, nudeći visoku razinu fleksibilnosti i učinkovitosti pri prijevozu raznovrsnih tereta. Njihova integracija u logističke sustave pomaže ubrzati prijevoz roba i vozila, što je od suštinskog značaja u globalnom kontekstu brze trgovine i povezanosti.

3.5.3. Ostala prijevozna prekrcajna sredstva

Primjeri RoRo prekrcajnih sredstava uključuju rampu koja omogućuje teretnim vozilima da se direktno ukrcaju i iskrcaju s plovila, što je posebno korisno u lučkim i terminalskim okruženjima. Također, mobilni transporter koji omogućavaju teretima da "rolaju" s jednog vozila na drugo ili na trajekte, čime se pojednostavljuje logistika i ubrzava proces prekrcaja.

Ova sredstva imaju ključnu ulogu u ubrzanju lanca opskrbe i poboljšanju učinkovitosti prijevoza tereta. Njihova prilagodljivost omogućuje brže i jednostavnije rješenje za prekrcaj, što je od posebne važnosti u situacijama gdje su brzina i efikasnost ključni čimbenici.

⁷¹ Baričević, H. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001.

4. ANALITIČKI OSVRT NA PRIMJENU RoRo TEHNOLOGIJE

RoRo transport omogućuje ukrcaj tereta na brodove kroz rampe umjesto grotla, a također je i fleksibilnija alternativa kontejnerizaciji za prijevoz mješavine kontejnerskog tereta i tereta na kotačima. RoRo plovila se posebno koriste za prijevoz tereta na kotačima kao što su automobili, kamioni, traktori i bilo kakvih tereta kojima se lako može rukovati viličarom kao što su palete, bale, kontejneri, pakirano drvo itd.⁷²

Nakon globalne gospodarske krize između 2008. i 2009. godine, globalni pomorski promet koji je svake godine u porastu, pokazao je porast od 4,3% u 2013.⁷³

RoRo tržište također je uzelo svoj udio u ovom porastu. RoRo prijevoz ima značajan potencijal, posebno u Europi s konceptima "Short Sea Shipping (SSS)" i "Motorways of the". Short Sea Shipping namijenjen je olakšavanju preopterećenih autocestnih ruta i u tom smjeru nudi pomorski prijevoz kao alternativnu opciju. Projekt „Motorways of the“ osmislila je Europska komisija u svrhu potpore pomorskom prometu na kratkim udaljenostima.

Ovim projektom pomorski promet, uključujući prijevoz unutarnjim vodama, uzet je u obzir kao ključni element intermodalnog transporta u suočavanju sa sve većim problemima kao što su zagušenost autocesta i željeznica te onečišćenje zraka. Osobito se kamionski i šleperski prijevoz intenzivno obavlja u Sredozemnom moru i na sjevernim obalama Europe (Eurostat). Transport proizvedenih automobila koji je vrsta RoRo transporta i koristi trgovačke rute između Amerike, Europe i Japana dominira RoRo tržištem.⁷⁴

4.1. USPOREDBA PRIJEVOZA TERETA RoRo TEHNOLOGIJOM I KONTEJNERSKIM PRIJEVOZOM

RoRo trajekti su specijalizirana plovila s velikim skladišnim prostorima dizajnirana za prijevoz tisuća vozila. Utovar i istovar uključuje vožnju vozila izravno na brod i njihovo postavljanje na mjesto. Proces uvijek uključuje korištenje više od jedne metode prijevoza, budući da se vozila moraju ukrcati na vlakove ili kamione kako bi stigla do polazne luke, a zatim od dolazne luke do konačnog odredišta. Kontejnerski prijevoz, s druge strane, uključuje

⁷² Lirn, Taihcheng. "Martin Stopford, Maritime Economics Routledge, Taylor & Francis Group (2009), p. 815." (2011): 355-361

⁷³ Espósito, Carlos, Yuefen Li, and Juan Pablo Bohoslavsky, eds. Sovereign financing and international law: The UNCTAD principles on responsible sovereign lending and borrowing. OUP Oxford, 2013.

⁷⁴ Leach, P. T. "Rising demand for RoRo." Ocean Services (2007): 58-59.

smještanje automobila u brodske kontejnere i njihov prijevoz na velikim kontejnerskim brodovima s plitkim vezom, obično uz mješovite pošiljke druge robe. Ova metoda uključuje pričvršćivanje vozila na police i njihov utovar u kontejner na kopnu ili na početku putovanja, obično pomoću viličara.

4.1.1. Trošak

Tradicionalna prednost roll on roll off troškova otpreme je njegova niža cijena po jedinici od otpreme u kontejnerima, budući da jedan trajekt može lako primiti velike količine pošiljki. Prijevoz kontejnera može biti skup kada se otprema puno automobila, jer bez učinkovitog sustava regala svaki kontejner može primiti samo 2-3 automobila. Međutim, nedavni razvoj u ovom sektoru, poput inovativnih rješenja čeličnih regala koje je stvorio Trans-Rak, sada čini transport u kontejnerima ekonomičnijom opcijom za transport rasutog tereta.

4.1.2. Rizik od oštećenja

Rizik od oštećenja vozila povećava se proporcionalno količini kojom se njima rukuje tijekom putovanja. RoRo stoga nosi veći rizik od oštećenja, s mnogim nesrećama koje se događaju dok se vozila utovaraju i istovaraju. Loše vrijeme na moru također može oštetiti vozila, a automobili koji nisu u kontejnerima izloženi su većem riziku od vandalizma ili krađe dok čekaju u luci na ukrcaj.

S druge strane, kod transporta kontejnera kontejneri se utovaraju i istovaraju dizalicom, smanjujući rizik od ljudske pogreške tijekom procesa rukovanja. Štoviše, vozila ostaju u zapečaćenom spremniku zaštićena od vremenskih nepogoda tijekom trajanja procesa, pa su stoga rizici od oštećenja automobila manji.

4.1.3. Svestranost

Veliki skladišni prostori na RoRo plovilima savršeni su za smještaj mješovitih pošiljaka vozila različitih veličina. To što brodski kontejneri to ne mogu činiti bio je jedan od glavnih nedostataka transporta u kontejnerima. Također, RoRo ovisi o vozilu koje se može voziti na brodu, što isključuje automobile koji nisu u pokretu ili one koji se možda neće pokrenuti na okret ključa (npr. kolekcionarski predmeti ili klasični automobili). To ne predstavlja problem za prijevoz automobila u kontejnerima. S druge strane, RoRo može biti jedina opcija ako trebate

premjestiti mobilno postrojenje ili velika vozila, jer oni možda neće stati u transportne kontejnere osim ako nisu rastavljeni.

4.1.4. Vrijeme putovanja

RoRo brodovi su spora plovila koja zahtijevaju luku na dubokim vodama zbog svoje veličine i niskog veza, kao i mjesta za ukrcaj sa sigurnim objektima za skladištenje automobila na kopnu. To smanjuje vaše mogućnosti ukrcaja i može povećati vrijeme vašeg putovanja, a budući da je dostupno manje RoRo ruta, možda nećete pronaći onu koja odgovara vašem roku isporuke. Kontejnerski brodovi ne trebaju specijalizirane lučke objekte i nisu ograničeni u korištenju brodskih putova i luka u plitkim vodama, stoga pružite veće mogućnosti pri planiranju svojih putovanja. Osim toga, većina kontejnerskih brodova znatno je brža od RoRo plovila, što dodatno skraćuje vrijeme putovanja.

4.2. ANALIZA KAPACITETA RoRo TERMINALA

Zbog sve veće potražnje, upravitelji luka trebaju sustavnim pristupom napraviti analizu kapaciteta luke kako bi utvrdili može li područje terminala zadovoljiti potražnju. Ovdje se potražnja može definirati kao učestalost tereta koji stižu na terminal. Neke varijable kao što su neadekvatan broj izlaza na terminalu i jedinica carinske kontrole, broj vozila koja su stigla na terminal, kapacitet broda, udaljenost između terminala, punjenje bunkera, lokalni promet u odnosu na vezu terminala mogu utjecati na kapacitet RoRo terminala.⁷⁵ U literaturi se varijable koje utječu na kapacitet kontejnerskog terminala uglavnom odnose na opremu za rukovanje teretom kao što su broj vezova, broj dizalica, produktivnost dizalica.⁷⁶

Zaključno se može reći da povećanje RoRo prometa u cijelom svijetu zahtijeva i povećanje kapaciteta RoRo terminala. Nemogućnost slaganja RoRo tereta zahtijeva osiguranje odgovarajućeg kapaciteta terminala u RoRo terminalima. Prije planiranja novog RoRo terminala ili proširenja postojećeg terminala, važno je da operater RoRo terminala utvrdi hoće li poboljšanje performansi biti dovoljno i koliko će biti povećanje kapaciteta. Poznato je da je

⁷⁵ Günay, Muzaffer. "TÜRKİYE'NİN 2001-2005 GENEL DIŞTİCARET GERÇEKLEŞMELERİ VE TÜRKİYE-MISIR ARASINDA RO/RO KONTEYNER HATTI TALEP ANALİZİ." Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi 1.1 (2009): 45-60.

⁷⁶ Zenzerović, Zdenka, and Siniša Vilke. "Queuing theory in function of planning the capacity of the container terminal in Port of Rijeka." Pomorstvo 25.1 (2011): 45-69.

tehnika simulacijskog modeliranja jedna od najučinkovitijih metoda u analizi kapaciteta terminalskih operacija koje se sastoje od stohastičkih procesa.

4.3. ANALITIČKI OSVRT NA SIGURNOST RoRo BRODOVA

Roll on-roll off (RoRo) brod je poželjno plovilo za javni prijevoz, a također i kao sredstvo za distribuciju raznih roba. Njegovo djelovanje je jednostavan proces, ali je upravljanje prometom prilično delikatno, posebno za poprečne rute. Štoviše, ponekad se događaju pomorski incidenti koji uzrokuju značajne žrtve, a u slučaju RoRo broda, sudar s drugim brodom moguća je prijetnja sa mogućnošću izazivanja golemih šteta. U ovoj vrsti plovila, stabilnost prilikom oštećenja postaje kritična kada su veliki dijelovi plovila, poput garaža i skladišta, poplavljeni. Dana 29. lipnja 2021., indonezijski registrirani roll-on roll-off (RoRo) putnički motorni brod (MV) Yunicee potonuo je u tjesnacu Bali. Nesreća se dogodila dok je brod čekao odobrenje za vez. Brod je prevezio 41 putnika i 25 jedinica raznih vrsta vozila. Manifest utovara pokazao je da je brod bio u preopterećenom stanju, stoga je njegov najveći gaz poništen.⁷⁷

Unatoč čestim značajnim nesrećama iz godine u godinu, domaće trajektne operacije još uvijek se smatraju uspješnim. Učestalost kvarova i siguran rad mogu se promatrati kao prirodna učestalost događaja. Prirodna učestalost izračunava se dijeljenjem broja pojavljivanja s brojevima produktivnosti svake godine. Prirodna učestalost izračunava se dijeljenjem broja pojavljivanja s brojevima produktivnosti svake godine. Iz perspektive učestalosti nesreća, postojao je nagli trend porasta od 2007. do 2019., ali je kasnije značajno opao u 2020. godini. Utvrđeno je da je stopa smrtnosti po milijunu putnika smanjena od 2007. do 2020. Podaci su također pokazali da usprkos sve većem broju pojava, ali je ishod znatno smanjen. Slijedeći prirodnu učestalost pojavljivanja, trebao bi doći do pomaka u fokusu pozornosti na poboljšanje sigurnosti održavanjem svih funkcija koje se izvode kako je navedeno u sigurnosnom standardu, a ne na ublažavanje poznatih i istaknutih sigurnosnih problema.⁷⁸

Zaključno se može reći da trajektne luke igraju značajnu ulogu u podupiranju sigurnosti trajektnih operacija pružanjem snažne podrške za opskrbu broda, pružanjem utočišta tijekom

⁷⁷ Nurwahyudy, A., T. Pitana, and S. Nugroho. "Analysis of Systemic Safety Issues in Domestic RoRo Ferry Port Operation Using the Concept of Safety-II." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1081. No. 1. IOP Publishing, 2022.

⁷⁸ Nurwahyudy, A., T. Pitana, and S. Nugroho. "Analysis of Systemic Safety Issues in Domestic RoRo Ferry Port Operation Using the Concept of Safety-II." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1081. No. 1. IOP Publishing, 2022.

hitnih slučajeva i kao jedna od sigurnosnih barijera prije isplovljavanja. Luka, prema potrebi, mora imati skup funkcija za dobro funkcioniranje i siguran prijevoz tereta, vozila i putnika do broda. Osim toga, luka mora raditi besprijekorno kako bi podrška plovilu bila održiva. Podaci o izvedbi pokazuju da je omjer između uspjeha i neuspjeha operacije još uvijek velik. Takva postignuća učinka treba održavati i nastaviti poboljšavati. Međutim, značajni sigurnosni problemi u radu luke ostaju i pridonijeli su nesrećama, uglavnom nesrećama prevrtanja/potapanja i požara. Detaljnije, pitanja nadzora/nadzora trebala su se više razmatrati u funkciji operacija na brodu, operatera broda/obalnog tima, lokalne lučke službe i navigacijske podrške, lučke kapetanije i lučke uprave. Faktor nadzora/nadzora uglavnom pokriva nedosljednost provedbe propisa, nepostojanje nadzora i nedostatak smjernica u provedbi propisa glavni su problemi u predmetnoj funkciji.

4.4. ANALITIČKI OSVRT NA USLUGE TRANSPORTA RoRo BRODOVA

RoRo brodarstvo predstavlja pomorski segment koji bi lako mogao biti dio intermodalnog transportnog sustava, budući da teret ne treba dizati u lukama; 'kotrlja' se na more i s mora. Ovaj dio rada daje analitički osvrt na rad RoRo brodskih usluga u sjevernoj Europi.⁷⁹ Velik udio kratkomorskog RoRo prometa nalazi se u Sjevernom moru, povezujući Skandinaviju, UK i kontinentalne europske luke te čini oko 38% ukupnog europskog RoRo tržišta. RoRo shipping ima znatan udio u ukupnom teretu kojim se rukuje u glavnim lukama sjeverne Europe.⁸⁰

Luka Göteborg je najveća šumska luka u Švedskoj, igra ključnu ulogu i služi kao teretno središte za izvoz šumskih proizvoda. Luka Göteborg nudi širok raspon usluga i odredišta, s 80 RoRo i 20 kontejnerskih brodova koji isplovljavaju svaki tjedan do niza odredišta u Ujedinjenom Kraljevstvu i na europskom kontinentu. Luka ima tri RoRo terminala specijalizirana za europski promet, kojima upravljaju Gothenburg RoRo Terminal, Stena Line i Logent Ports & Terminals, gdje se prekrcaju sve vrste jedinstvene pokretne robe, kao i kontejneri i roba utovarena na kasete.

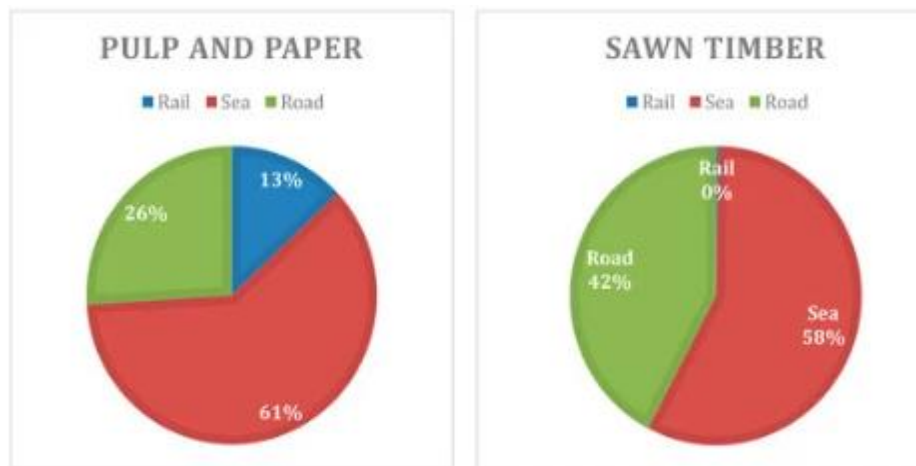
RoRo terminali su također povezani sa željezničkim sustavom, s tračnicama koje vode izravno do pristaništa, omogućujući intermodalni transport šumskih proizvoda. Činjenica da oko 70

⁷⁹ Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

⁸⁰ Paixão, A. C., and Peter B. Marlow. "Strengths and weaknesses of short sea shipping." *Marine Policy* 26.3 (2002): 167-178.

vlakova dolazi i odlazi iz luke svaki dan daje uvid u velike količine tereta kojima se rukuje u luci i koji su integrirani u intermodalni logistički sustav.⁸¹

Šumarska industrija je poslovni sektor koji najviše koristi švedske željeznice, čineći jednu četvrtinu cjelokupnog željezničkog teretnog prometa, ali brodarstvo se koristi za izvoz najvećeg dijela švedskih šumskih proizvoda. Čak 61% celuloze i papira izvozi se morem, dok za piljenu građu taj postotak doseže 57%.⁸²



**Slika 18. Načini transporta za izvoz švedske celuloze i papira u 2016. (u milijunima tona)
Švedska piljena građa u 2016. (u milijunima tona)**

Izvor: Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

Zaključno se može reći da RoRo prijevoz može ponuditi ekološki prihvatljivu i troškovno učinkovitu opciju za zadovoljavanje transportnih potreba raznih industrija. Uspjeh SSS opcije u velikoj mjeri ovisi o besprijekornoj integraciji pojedinačnih aktivnosti i usluga koje nude različiti agenti ili dionici uključeni u multimodalni transportni lanac.

⁸¹ <https://www.portofgothenburg.com/forestport/the-largest-forest-port-in-sweden/>

⁸² Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.

5. ZAKLJUČAK

Veliku većinu svjetskog trgovačkog prometa obavljaju brodovi koji imaju veliku ulogu u pomorskoj trgovini i pristaju u luke raznih zemalja diljem svijeta. Plovila bi stoga trebala biti u zadovoljavajućem stanju kako bi se osigurao sigurniji prijevoz. Kvaliteta i točnost najvažniji su čimbenici kako bi lučki terminal zadovoljio potrebe kupaca. Za razliku od drugih logističkih grana, procesi su prilično jedinstveni zbog upravljanja štetama i upravljanja zadržavanjem. Osim procesa, u ciklusu u kojem fizički objekti postaju sve složeniji, računalni softver je u stanju povezati tokove podataka dobivenih iz logističkih procesa uzimajući u obzir mnoge parametre u poljima, u stvarnom vremenu to je ključ za optimizaciju svu logistiku pružanjem pristupa podacima. Osim toga, važno je planirati cijeli proces u elektroničkom okruženju s poslovnim dionicima luka kontinuirano u komunikaciji informacija.

Najvažniji ciljevi RoRo tehnologije transporta su povezivanje cestovnog i željezničkog s pomorskim prometom na vrlo brz, siguran i racionalan način bez pretovara (ili prekrcaja) tereta s cestovnih i željezničkih prijevoznih sredstava na brodove ali i obrnuto. Odnosno optimalizacija učinaka prometne infrastrukture i prometne suprastrukture. Rješavanje problematike zakrčenosti morskih luka i maksimiziranje obrta RoRo brodova i ubrzanje protoka robnih tokova. Također, cilj RoRo tehnologije je kvalitativno i kvantitativno maksimiziranje tehničkih, tehnoloških, organizacijskih i ekonomskih učinaka proizvodnje prometne usluge.

Zaključno se može reći da povećanje RoRo prometa u cijelom svijetu zahtijeva i povećanje kapaciteta RoRo terminala. Nemogućnost slaganja RoRo tereta zahtijeva osiguranje odgovarajućeg kapaciteta terminala u RoRo terminalima. Prije planiranja novog RoRo terminala ili proširenja postojećeg terminala, važno je da operater RoRo terminala utvrdi hoće li poboljšanje performansi biti dovoljno i koliko će biti povećanje kapaciteta. RoRo prijevoz može ponuditi ekološki prihvatljivu i troškovno učinkovitu opciju za zadovoljavanje transportnih potreba raznih industrija.

LITERATURA:

Knjige i publikacije:

1. Baričević, Hrvoje. Tehnologija kopnenog prometa. Pomorski fakultet, 2001.
2. Bouman, Evert A., et al. "State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping—A review." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 52 (2017): 408-421.
3. Christodoulou, Anastasia, Zeeshan Raza, and Johan Woxenius. "The integration of RoRo shipping in sustainable intermodal transport chains: The case of a North European RoRo service." *Sustainability* 11.8 (2019): 2422.
4. Čoralić, Lovorka. Milorad Pavić, Vještina plovidbe: navigacija svjetskim morima u doba velikih geografskih otkrića, Zadar: Sveučilište u Zadru, 2021., 195 stranica. Povijesni prilozi (Historical Contributions), 2021, 40.60.
5. Dundović, Č. Pomorski sustavi i pomorska politika. Pomorski fakultet u Rijeci, 2003.
6. Espósito, Carlos, Yuefen Li, and Juan Pablo Bohoslavsky, eds. *Sovereign financing and international law: The*
7. EQUASIS. *The World Merchant Fleet in 2016: Statistics from Equasis*. 2013.
8. First Containership, Ideal-X, 1956, <https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/idealx-first-containeriship-1956/>
9. Günay, Muzaffer. "TÜRKİYE'NİN 2001-2005 GENEL DIŞTİCARET GERÇEKLEŞMELERİ VE TÜRKİYE-MISIR ARASINDA RO/RO KONTEYNER HATTI TALEP ANALİZİ." *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi* 1.1 (2009): 45-60.
10. Komadina, P.: *Brodovi multimodalnog transportnog sustava*, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001.
11. Leach, P. T. "Rising demand for RoRo." *Ocean Services* (2007): 58-59.
12. Lirn, Taihcherng. "Martin Stopford, *Maritime Economics* Routledge, Taylor & Francis Group (2009), p. 815." (2011): 355-361
13. Luo, M., Fan, L., & Liu, L. (2009). An econometric analysis for container shipping market. *Maritime Policy & Management*, 36(6), 507-523

14. Nikolić, G. Matematički model multimodalnoga transporta – temeljni čimbenik djelotvornog uključivanja hrvatske u europski prometni sustav, *Naše more*, 50(1-2), 2003, str. 50-60
15. Nurwahyudy, A., T. Pitana, and S. Nugroho. "Analysis of Systemic Safety Issues in Domestic RoRo Ferry Port Operation Using the Concept of Safety-II." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1081. No. 1. IOP Publishing, 2022.
16. Özkan, Emin Deniz, Selçuk Nas, and Nil Güler. "Capacity analysis of RoRo terminals by using simulation modeling method." *The Asian Journal of Shipping and Logistics* 32.3 (2016): 139-147.
17. Placek, M. (2023). Container shipping - statistics & facts, <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#topicOverview>
18. Prabowo, Aditya Rio, Dong Myung Bae, and Jung Min Sohn. "Comparing structural casualties of the RoRo vessel using straight and oblique collision incidents on the car deck." *Journal of Marine Science and Engineering* 7.6 (2019): 183.
19. Rudić B, Gržin E. Razvoj kontejnerizacije u svijetu i analiza kontejnerskog prometa u luci rijeka. Zbornik Veleučilišta u Rijeci , 2020, str.427-442.
20. UNCTAD principles on responsible sovereign lending and borrowing. OUP Oxford, 2013.
21. Vranić, D.; Kos, S.: Morska kontejnerska transportna tehnologija I., Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008
22. Zhang, M., Zhang, D., Fu, S., Kujala, P., & Hirdaris, S. (2022). A predictive analytics method for maritime traffic flow complexity estimation in inland waterways. *Reliability Engineering & System Safety*, 220, 108317
23. Zenzerović, Zdenka, and Siniša Vilke. "Queuing theory in function of planning the capacity of the container terminal in Port of Rijeka." *Pomorstvo* 25.1 (2011): 45-69.
24. Wang, P., Hu, Q., Xu, Y., Mei, Q., Wang, F. (2021). Evaluation methods of port dominance: A critical review. *Ocean & Coastal Management*, 215, 105954
25. Wu, Li, and Jiaqi Yang. "Brief analysis of the implementation of motorways of the sea concept in China." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 96 (2013): 2159-2163.

Internet izvori:

1. Cargo operations on RoRo vessels,
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/510945/jyri%20p%C3%B6nni%20thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
2. History of maritime transport, <https://samatrans.ir/en/history-of-maritime-transport/>
3. Roll-on/Roll-off Ships, Vehicle Carriers and Specialized Craft,
<https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/08-ME-2014.pdf>
4. <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/RoRo>
5. [linkedin.com/pulse/what-RoRo-ship-step-guidelines-forwardaircargo](https://www.linkedin.com/pulse/what-RoRo-ship-step-guidelines-forwardaircargo)
6. <https://www.portofgothenburg.com/forestport/the-largest-forest-port-in-sweden/>
7. <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-RoRo-ships/>
8. <https://gostehstroy.ru/hr/dlya-zhenschin/pervyi-parohod-interesnaya-istoriya-istoriya-postroiki-pervyh-parohodov/>

POPIS SLIKA:

Slika 1. Clermont - prvi parobrod Roberta Fultona	6
Slika 2. Podsustav morskog brodarstva	10
Slika 3. Kontejneri se utovaruju na prvi kontejnerski brod Ideal X 1956. godine	16
Slika 4. Roll-on/roll-off (RoRo) brod	19
Slika 5. RoRo cargo brod PCTC serije	21
Slika 6. Samohodni teret, automobili i kamioni, utovareni na palubi	22
Slika 7. RoRo kontejnerski brod	23
Slika 8. Poluprikolica za prijevoz tereta na RoPax plovilu	24
Slika 9. MV Tonsberg najveće je RoRo plovilo na svijetu	24
Slika 10. Kratki pomorski prijevoz robe prema vrsti tereta u Europskoj uniji u 2015. (% bruto težine robe) na temelju podataka Eurostata	25
Slika 11. Plan tereta	26
Slika 12. Terminalni tegljač koji utovaruje poluprikolicu	27
Slika 13. CCTV za praćenje utovara u stvarnom vremenu	28
Slika 14. Utovar i istovar tereta pomoću rampi	29
Slika 15. Klinovi kamiona	30
Slika 16. Ukrcaj broda na RoRo terminalu luke Emden	24
Slika 17. Načini transporta za izvoz švedske celuloze i papira u 2016. (u milijunima tona) Švedska piljena građa u 2016. (u milijunima tona)	39