

Brodovi za teške terete - tipovi i principi konstrukcije

Malvić, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:728918>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for
permanent storage and preservation of digital
resources of the institution](#)




**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

VALENTINA MALVIĆ

**BRODOVI ZA TEŠKE TERETE -TIPOVI I
PRINCIPI KONSTRUKCIJE**

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2019.

	POMORSKI FAKULTET U SPLITU	ŠTRANICA: ŠIFRA:	1/1 F05.1.-DZ
	DIPLOMSKI ZADATAK	DATUM:	22.10.2013.

SPLIT, 08.11.2019

ZAVOD/STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO

PREDMET: STROJNI KOMPLEKS ODOBALNE TEHNOLOGIJE

DIPLOMSKI ZADATAK

STUDENT/CA: VALENTINA MALVIĆ

MATIČNI BROJ: 0171266430

ZAVOD/STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO

ZADATAK: BRODOVI ZA TEŠKE TERETE- TIPOVI I KONSTRUKCIJA

OPIS ZADATKA: OPISATI RAZLIČITE TEHNOLOGIJE BRODOVA ZA PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA.

CILJ: NA TEMELJU SPECIFIKACIJA BRODA JUMBO KINETIC BRODARA JUMBO SHIPPING OPISATI TIP I KONSTRUKCIJU BRODA.

ZADATAK URUČEN STUDENTU/CI: 08.11.2018

POTPIS STUDENTA/CE: VALENTINA MALVIĆ

MENTOR: MAG.ING. SRĐAN DVORNIK

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO

**BRODOVI ZA TEŠKE TERETE – TIPOVI I
PRINCIPI KONSTRUKCIJE**

DIPLOMSKI RAD

MENTOR:

mag.ing. Srđan Dvornik

STUDENT:

Valentina Malvić

(MB:0171266430)

SPLIT, 2019.

SAŽETAK

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada su vrste brodova za prijevoz teških tereta odnosno njihovi tipovi i konstrukcije. Na temelju konstrukcijskih i tehnoloških obilježja će biti odlučeno koja tehnologija prekrcaja će se koristiti. Svrha rada je objasniti različite tehnologije prekrcaja ro-ro, lo-lo i flo-flo brodova. Vrlo bitan segment je teret koji se želi otpremiti te vrijeme i novac koji je na raspolaganju. Odabir tipa broda u potpunosti ovisi o odnosu vremena, novca i tereta. U diplomskom radu opisani su različiti tipovi brodova za prijevoz teških tereta koji se mogu naći na današnjem tržištu. Za pojedini tip konstrukcije broda je navedena njihova uloga odnosno način prekrcaja tereta, fizička svojstva i specifikacije. Cilj ovog diplomskog rada je pružiti informacije o odabiru vrste brodova za prijevoz teških tereta i detaljno razraditi njihov način rada.

Ključne riječi: konstrukcija, ro-ro, flo-flo, lo-lo, teški teret

ABSTRACT

The research of this master thesis focuses on heavy-lift ships, i.e. their types and designs. The form of cargo-handling technology depends on the design and technological features of these vessels. The purpose of this paper is to discuss the variety of cargo-handling technologies in ro-ro, lo-lo and flo-flo vessels. The type of cargo, time of delivery and costs represent crucial aspects in these operations. The selection of a ship type entirely depends on the cargo, time and available financial resources. The paper describes various types of heavy-lift ships that are available on market today, explaining the physical features, specifications and ways of cargo loading and discharging for each individual type of ship design. The purpose of the master thesis is to provide detailed information for selecting suitable heavy-lift ship designs with regard to their modes of operation.

Key words: ship design, ro-ro, flo-flo, lo-lo, heavy cargo

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	5
2.	POVIJESNI RAZVOJ BRODOVA	7
3.	GRADNJA BRODA	10
3.1.	OPĆENITO O GRADNJI BRODA	10
3.2.	MATERIJALI ZA GRADNJU BRODA	13
3.3.	OBRADA LIMOVA I PROFILA.....	14
3.4.	DOKOVANJE BRODA	17
3.5.	IZBORI LOKACIJE BRODOGRADILIŠTA	18
4.	KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA TEŠKE TERETE.....	20
5.	BRODOVI SA LO-LO TEHNOLOGIJOM PREKRCAJA	23
5.1.	PRIMJER LO-LO OPERACIJE NA BRODU SANTA RITA	28
5.2.	LO-LO TERMINAL.....	30
6.	BRODOVI SA FLO-FLO TEHNOLOGIJOM PREKRCAJA.....	34
6.1.	MV BLUE MARLIN	41
6.2.	OSTALI POLUURONJIVI BRODOVI	44
6.2.1.	Dockwise Vanguard	44
6.2.2.	Mighty Servant 1	48
6.2.3.	Mighty Servant 2	50
6.2.4.	Mighty Servant 3	52
6.3.	FLO-FLO OPERACIJE.....	53
7.	RO-RO TEHNOLOGIJA PREKRCAJA	57
7.1.	RO-RO TERETI.....	57
7.2.	POVIJESNI RAZVOJ I DEFINICIJA RO-RO BRODOVA.....	59
7.3.	KLASIFIKACIJA RO-RO BRODOVA.....	60
7.3.1.	Podjela ro-ro brodova prema gazu.....	61
7.3.2.	Podjela ro-ro brodova prema namjeni.....	61
7.4.	KONSTRUKCIJSKE ZNAČAJKE RO-RO BRODOVA.....	58
7.4.1.	Aksijalne rampe.....	64
7.4.2.	Otklonjene rampe.....	65
7.4.3.	Krmene okretne rampe.....	66

7.4.4. Bočni otvori i rampe.....	67
7.4.5. Brodska oprema za vertikalni prijenos tereta među palubama	67
7.5. PROJEKT BRODA JUMBO KINETIC ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA BRODARA JUMBO SHIPPING.....	63
7.6. FAIRPLAYER JUMBO BROD ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA	77
8. RO-RO TERMINALI	81
8.1. PREDNOSTI I NEDOSTACI RO-RO SUSTVA.....	76
8.2. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA RO-RO SUSTAVA.....	78
8.2.1. Vrste RO-RO terminala.....	83
8.2.2. Planiranje RO-RO terminala	85
8.3. SKLADIŠNI PROSTOR RO-RO BRODOVA I OSIGURAVANJE VOZILA.....	84
8.4. USPOREDBA RO-RO I LO-LO BRODOVA.....	89
8.5. OBVEZNI PREGLEDI ZA SIGURNU PLOVIDBU RO-RO PUTNIČKIH BRODOVA I BRZIH PUTNIČKIH PLOVILA NA REDOVNIM LINIJAMA USKLAĐENO SA PRAVILNIKOM O OBAVLJANJU INSPEKCIJSKOG NADZORA SIGURNOSTI PLOVIDBE – GLAVA VIII. (N/N 127/05) I EU SMJERNICOM 1999/35	96
9. ZAKLJUČAK	99
LITERATURA	100
POPIS SLIKA.....	101
POPIS TABLICA.....	103
POPIS KRATICA	104

1. UVOD

Predmet diplomskog rada su brodovi za prijevoz teških tereta, odnosno tipovi i konstrukcije. Rad se proseže kroz povijesni razvoj brodova, gradnji brodova, vrsti materijala za gradnju. Kroz rad se objašnjavaju tipovi brodova i njihove konstrukcije te su dati konkretni primjeri brodova s njihovim specifikacijama.

Metodologija izrade ovog diplomskog rada obuhvaća definiranje predmeta istraživanja, definiranje ciljeva, te metoda koje se koriste za prikupljanje, analizu i interpretaciju podataka.

Glavni cilj ovog diplomskog rada je prikazati vrste brodova za prijevoz teških tereta te njihova tehnološka i konstrukcijska obilježja. Radi potpunog uvida u radu su prikazani konkretni primjeri ro-ro, flo-flo i lo-lo brodova sa svim bitnim karakteristikama i specifikacijama.

Koncipiranje i izrada rada temeljeni su na sustavnom proučavanju dostupne stručne literature, knjiga, stručnih i znanstvenih radova, izvornih članaka, međunarodnih konvencija, zakona, propisa, i korištenjem interneta.

Od znanstvenih metoda najviše se koristila metoda deskripcije kojom su se opisivale konstrukcije različitih brodova za prijevoz teških tereta. Za izradu diplomskog rada također su se koristile i ostale znanstvene metode kao što su analiza, sinteza te metoda kompilacije. Metoda analize podrazumjeva raščlanjivanje složenih misli na jednostavne odnosno rastavljanje neke cjeline na njene dijelove. Metoda sinteze označava povezivanje dva i više pojmova u neku novu jedinicu. Sinteza je nerazdvojno povezana sa suprotnim procesom analize. Metoda deskripcije temelji se na opisivanju činjenica i empirijskim potvrđivanju veza i odnosa među činjenicama. Metoda kompilacije podrazumijeva preuzimanje tuđih rezultata, opažanja, stavova, zaključaka.

Struktura rada se sastoji od osam međusobno povezanih poglavlja i zaključka. U prvom dijelu rada odnosno uvodu kratko je obrazložena tema diplomskog rada. Drugi dio rada se odnosi na povijesni razvoj broda. Opisuje se proces razvoja od pojave prvog broda pa sve do današnjih modernih različitih tipova brodova.

Treći dio se zasniva na gradnji broda, općenito o gradnji broda, vrstama materijala za gradnju, obrada limova i profila, dokovanje brodova i ništa manje važno izbor lokacije brodogradilišta. Četvrti dio se odnosi na karakteristike brodova za teške terete. Opisani su brodovi sa lo-lo, flo-flo i ro-ro tehnologijom te klasifikacija teških tereta.

U petom dijelu su objašnjeni brodovi sa lo-lo tehnologijom prekrcaja i dat je primjer lo-lo operacije na brodu Santa Rita i opis lo-lo terminala. Šesti dio se zasniva na brodovima sa flo-flo tehnologijom prekrcaja, opisano na primjeru broda MV Blue Marlin i ostalim poluuronjivim brodovima Dockwise Vanguard, Mighty Servant 1 te ostalim sestrinskim brodovima Mighty Servant 2 i Mighty Servant 3. Također su u šestom dijelu opisane flo- flo operacije.

Sedmi dio diplomskog rada se zasniva na ro-ro tehnologiji prekrcaja, povijesnom razvoju i samoj definiciji ro-ro brodova, vrste ro-ro tereta, klasifikacija ro-ro brodova prema gazu i prema namjeni. Opisane su konstrukcijske značajke ro-ro brodova odnosno aksijalne i otklonjene rampe, kremene okretne rampe, bočni otvori i rampe. U konstrukcijske značajke ro-ro brodova spada i brodska oprema za vertikalni prijenos tereta među palubama. Dat je detaljan primjer projekta broda za prijevoz teškog tereta Jumbo Kinetic brodar Jumbo Shipping i njegov sestrinski brod Fairplayer Jumbo.

U osmom dijelu posvećuje se pažnja ro-ro terminalima, prednostima i nedostacima ro-ro sustava i tehničko-tehnološka obilježja ro-ro sustava. Također su dati primjeri lista provjera za ro-ro putničke brodove. Uspoređuju se ro-ro i lo-lo brodovi na osnovi svojih tehničko-ekonomskih karakteristika.

Na kraju je dat zaključak na temelju ovih osam opisanih poglavlja. Brodar je dužan odredit tip broda na osnovi njihovih karakteristika, odnosno vremenu i novcu kojim raspolaže.

2. POVIJESNI RAZVOJ BRODOVA

Brod je plovno sredstvo koje služi za prijevoz robe i putnika (trgovački i putnički) za ribolov (ribarski), za vojne operacije na vodama (ratni brodovi), za vršenje specijalnih poslova na moru i rijekama (polaganje kabela, istraživanje) i za obavljanje raznih zadataka u vezi s plovidbom (remorkeri, ledolomci). Vjerojatno najstariji nalaz brodske olupine datira oko 3000 god. prije nove ere. Radi se o više brodova nađenih u pustinjskom pijesku u blizini Nila. Dužina ovih brodova procijenjena je između 60 i 80 stopa. Brodovi su bili dugi i uski, sa malom uzdužnom čvrstoćom, dovoljnom za plovidbu mirnim Nilom. Na morskim brodovima, napinjali su konop od pramca do krme i tako dobivali potreban „element“ uzdužne čvrstoće. Mnogi povjesničari smatraju da su Feničani, kao civilizacija iznimno orijentirana na Mediteran, bili prvi pravi brodograditelji.

Naime, dotadašnji egipatski brodovi, koji su uglavnom plovili Nilom, nisu bili takve konstrukcije kao fenički brodovi koji su bili građeni za more. Oko 2000 godina pr. n. e. grčka civilizacija počinje intenzivnije ploviti istočnim Mediteranom te razvija brodogradnju. U Grčkoj se po prvi puta pojavljuje kobilica i brodska konstrukcija koja je slična današnjoj drvenoj konstrukciji. Za trgovinu, Grci su gradili široke i oble brodove na pogon jedrima, omjera dužine i širine oko 1:3. Česti ratovi između grčke i država u okruženju, dovele su do razvoja ratnih brodova. Ratni su brodovi bili znatno duži od trgovačkih, omjera dužine i širine od 1/5 do 1/6. Za pogon su koristili jedra i vesla, pa im je bila potrebna veća dužina kako bi se moglo koristiti veći broj vesala.

Grčki ratni brodovi bile su poznate trijere. Tokom vremena trijera je usavršavana postavši jedan od najboljih ratnih brodova na vesla. Imale su dužinu oko 42 m, širinu 5.8 m i gaz oko 1.8 m. Liburni su antička civilizacija s područja Kvarnera, velebitskog primorja i sjeverne Dalmacije. Mnogi antički tekstovi Liburne navode kao vješte pomorce i brodograditelje koji su gradili najbolje brodove svog vremena. Zbog orkanske bure na sj. Jadranu, koju spominju i Rimljani, ali i piratstva po kojemu su također bili poznati, Liburni su gradili brze, čvrste i okretno brodove. Liburni su u to vrijeme imali najraznovrsniju flotu brodova, od kojih potječu i neki današnji nazivi na Jadranu, Sredozemlju i šire, primjerice:

- drakofori- desantni ratni brodovi sa zmajskom glavom na pramcu i krmi
- liburnea- bojni brodovi, dvoveslarke, koje su potom kopirali i razvili Rimljani,
- galaia- veći transportno-trgovački brod, imenjak kasnijih srednjovjekovnih galija,
- lembul- manji i brzi ribarski brod kao prototip i naših dalmatinskih leuta,

- paros- manja brodica za prijevoz i lokalni ribolov tj. prethodnik i imenjак današnje pasare[1].

Vikinzi su bili poznati i vrsni pomorci. Vikinzi već početkom srednjeg vijeka grade brodove za plovidbu Atlantskim oceanom. Njihovi su brodovi bili manji od mediteranskih, ali vitkiji, brži i okretniji. Trgovački brodovi bili su dugi do 25 m, a plovili su samo na jedra te su postizali brzinu i preko 12 čvorova. U srednjem vijeku na Atlantiku i Sredozemlju grade se trgovački brodovi Nave sa pogonom na jedra. Atlantske nave su nešto vitkije, a sredozemne manje, zdepastije sa gotovo kružnom formom pramca i krme. Ratnim verzijama nave dograđivala su se čvrsta nadgrađa na stupovima, kaštel na pramcu i kasar na krmi, a na dijelu vanjske oplata iznad vodne linije, ugrađivala su se uzdužna i poprečna ukrepljenja[1].

Krajem srednjeg vijeka, u XIV i XV st., grade se veći brodovi karavele. Columbo je njima krenuo u otkrivanje novih zemalja. (*St. Maria, Nina i Pinta*). Karavele su brodovi sa dva do četiri jarbola, visokih bokova i u pravilu bez naglašenih kaštela. Potkraj XIV i početkom XV st. dubrovačka trgovačka mornarica se naglo razvija i zauzima jedno od vodećih mjesta u Sredozemlju.. Poznata je dubrovačka karaka. To je bio veliki brod s kaštelom i naglašenim kasarom. Veće su karake mogle krcati i do 1300 t tereta.

Ratovi u Europi i masovna emigracija žitelja iz Europe u Ameriku u prvoj polovici XIX st., razvoj trgovine između Amerike i dalekog istoka na Pacifiku, sredinom XIX st., te velika potraga za zlatom u Kaliforniji koja je zahtjevala redovitu i brzu opskrbu sa istočne obale, sve je to doprinjelo tome da Amerika razvija i gradi vrlo brze brodove s naročito vitkim trupom i mnogo jedara raznih vrsta (*brikova, škuma i križnjaka*). Tako je postepeno nastao najsavršeniji tip jedrenjaka poznat pod imenom kliper. Kliperi su bili brodovi građeni za brzinu, a da bi se brod mogao nazvati kliperom morao je preći udaljenost između New Yorka i San Franciska za manje od 110 dana. Nosivost takvih kalifornijskih klipera kretala se između 1000 i 2000 t. Najbrži kliper je bio *Flying Cloud* izgrađen u Bostonu od projektanta Donald McKaya. *Flying Cloud* je u jednom danu prevalio 374 milje, prosječnom brzinom od 15.5 čv, a put od New Yorka do San Franciska je prešao u 89 dana i 21h.

Zlatno doba klipera, bilo je između 1840. godine i 1859. godine. Kliperi potom bivaju pomalo istiskivani od brodova na parni pogon, iako su se još gradili, do kraja XIX st. Jedrenjaci naime nisu mogli konkurirati brzinom, ali su mogli cijenom prijevoza koja je ipak bila niža.

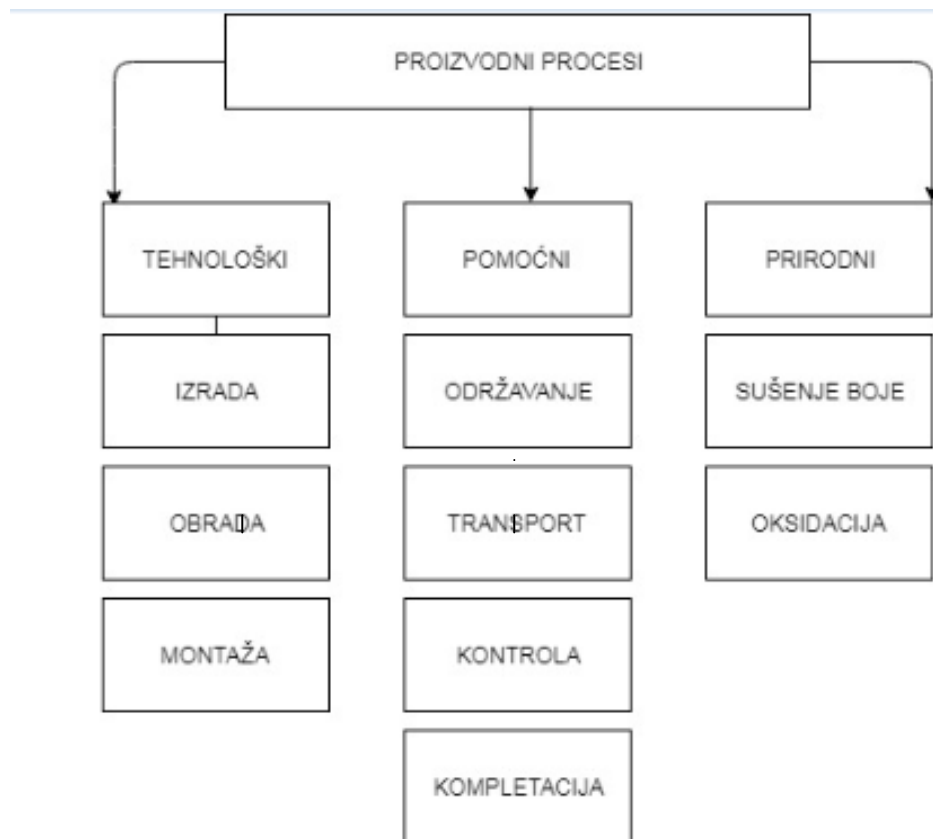
Stoga su se još neko vrijeme gradili veliki čelični jedrenjaci nosivosti i preko 4000 t sa 4 i 5 jarbola. Godine 1807. u Americi Robert Fulton sagradio je prvi parobrod. Prvi su parobrodi imali pogon na bočne kotače što je bilo glomazno, te su imali malu brzinu, ali su za plovidbu rijekama bili prikladniji od jedrenjaka. Prvi parobrod koji je prešao Atlantik samo sa parnim strojevima je *Great Western* 1838. godine. Vrlo je značajno za razvoj parobroda da je u to vrijeme izumljen i brodski vijak, koji je pojednostavio konstrukciju pogonskog uređaja, a za morske brodove bio puno prikladniji od bočnog kotača. Brzi razvoj započet u XIX st. nastavlja se još intenzivnije u XX st. Pronalaze se novi sustavi pogona, a pogonski uređaji postaju snažniji, ekonomičniji i pouzdaniji. Primjenjuju se nova konstrukcijska i tehnološka rješenja, novi materijali, novi uređaji i dr. Glavne inovacije bile su:

- željezo, a kasnije čelik, zamjenjuju drvo kao glavni konstrukcijski material,
- jedrenjake zamjenjuju parobrodi, a kasnije i brodovi na diesel motorni pogon, plinske turbine, nuklearni pogon,
- uvođenje zavarivanja,
- razvoj novih, specijaliziranih tipova brodova (tankeri, brodovi za prijevoz rasutog tereta, kontejnerski brodovi, brodovi za ukapljeni naftni plin ,...)[1].

3. GRADNJA BRODA

3.1. OPĆENITO O GRADNJI BRODA

Stari način gradnje broda sastojao se u montaži elemenata komad po komad tj pojedini elementi su se nakon obrade slagali na navozu i međusobno privremeno spajali vijcima a zatim zakivali. Razvojem tehnike zavarivanja bilo je moguće spajati pojedine elemente trupa u sekcije i to izvan mjesta montaže što nazivamo predmontažom .Sekcije su s vremenom rasle odnosno uključivale su više elemenata pa su težile i do nekoliko stotina tona. Ovakvim načinom gradnje znatno se smanjilo ležanje broda na navozu[1]. Na slici 1. je prikazan proizvodni proces u brodogradnji.

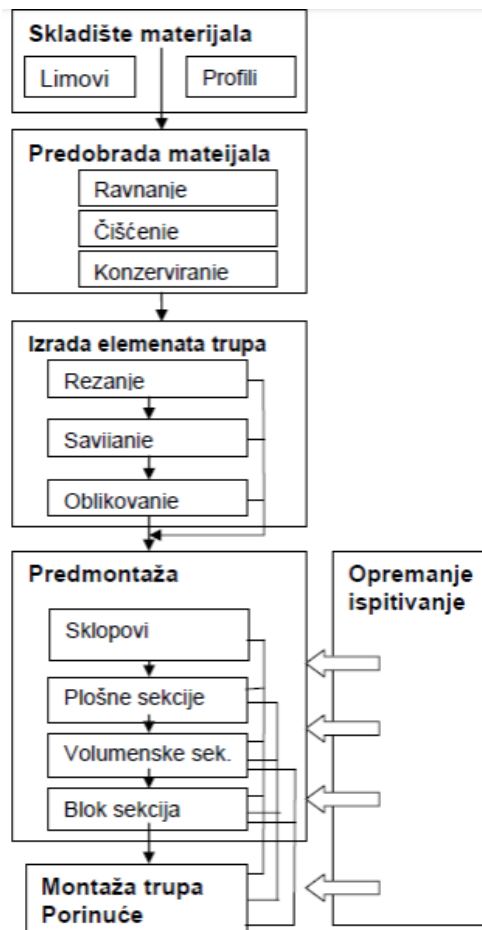


Slika 1. Proizvodni procesi u brodogradnji [1]

Proces gradnje broda uključuje:

1. pripremne radove,
2. obradu elemenata trupa i opreme broda,
3. predmontažu trupa i opreme broda,
4. sastavljanje trupa (montažu) na navozu ili suhom doku,
5. porinuće broda,
6. opremanje broda,
7. primopredaja.

Na slici 2. su prikazane osnovne proizvodne faze prodograđevnog procesa.



Slika 2. Osnovne proizvodne faze brodograđevnog procesa [1]

Trup broda gradi se na navozu ili suhom doku dok se brod oprema u tzv opremnoj luci. Navozi se dijele na uzdužne koji stoje okomito na obalu a porinuće se izvršava u uzdužnom smjeru tj krmom prema moru i poprečne koji su sa njom paralelni gdje se porinuće izvršava bokom prema vodi[1]. Na slici 3. je prikazan suhi dok.



Slika 3. Suhi dok [1]

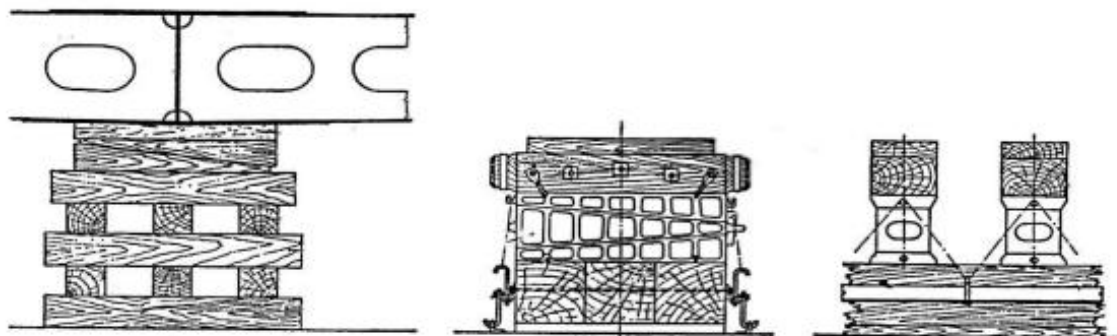
Gornji dio navoza po kojem brod klizi naziva se saonik a gradi se od tvrdog drva (*hrast*). Pripremni radovi se odnose se na izradu tehničke dokumentacije kao što su nacrti, razni proračuni, specifikacija materijala, plan dobave, skladištenja itd. Gradnja broskog trupa započinje postavljanjem tzv potklada koje se sastoje od trupaca drva te čeličnih profila i klinova. Postavljaju se na određenim razmacima što ovisi o dužini broda. Gradnja počinje polaganjem limova kobilice na potklade što nazivamo *polaganje kobilice*. Trup broda može se graditi pojedinačnim sistemom gradnje (*manji i svi drveni brodovi*) i sistemom gradnje u sekcijama (*predmontaža*).

Porinuće je spuštanje broda sa navoza u more. Konstrukcija broda podvrgnuta je velikim naprezanjima, za vrijeme porinuća na brod se ne može utjecati pa treba prethodno izraditi program porinuća i teorijski proračun.

Opremanje broda vrši se u opremnoj luci gdje se brod otegli pošto je porinut. Pod opremanjem broda podrazumjevamo sve završne radove (*montaža glavnog i pomoćnih strojeva, cjevovoda, el.instalacija navigacijske opreme, namještaj itd*).

Primopredaja se obavlja kad brodogradilište potpuno završi gradnju i utvrdi da svi njegovi uređaji i stroj pravilno funkcioniraju. Ukoliko na pokusnim vožnjama brod zadovolji brod se predaje brodaru te počinje teći ugovoreni garantni rok (*6-12 mjeseci*) u kojem je brodogradilište dužno otkloniti sve nedostatke koji nisu nastali ili uzrokovani greškom posade[1].

Na slici 4. su prikazane potklade.



Slika 4. Potklade [1]

3.2. MATERIJALI ZA GRADNJU BRODA

Materijali koji se koriste u gradnji broda mogu se podijeliti u metale, drvo, plastične mase i ostale. Od metala se izdvaja čelik koji se djeli na normalni (*brodograđevni*) i čelik povišene čvrstoće. Brodski trup se izgrađuje iz limova i profila od brodograđevnog čelika. Odlikuje se čvrstoćom i žilavošću te se lako savija i oblikuje u hladnom i užarenom stanju, dobro se zavaruje. Svojstva propisuju klasifikacijska društva, pa čelik preuzet u čeličani mora posjedovati svjedožbu (*atest*) sa žigom društva (*HRB*). Količina ugljika u brodogr.čeliku ne smije prijeći 0,20% da bi se mogao dobro variti. Za elemente trupa koji su izloženi najjačim napreznjima upotrebljava se čelik povišene čvrstoće. Ovaj čelik ima jaču prekidnu čvrstoću (*čvrstoća na vlak*) ali mu je nedostatak povećani % ugljika. Čelici se u trup broda ugrađuju u obliku limova ili različitih profila (*I,U,L,T, uglovnice, holand profil*). Bakrene legure: mjed (*bakar,cink*), bronca(*bakar, kositar*), Aluminijske legure (*aluminij,magnezij,silicij,mangan,krom*) imaju malu težinu, otporni na more, nisu magnetične. Od njih se grade čamci, splavi, nadgrađa, tankovi za vodu, okviri prozora, kućište kompasu itd. Plastične mase kao što je poliester našao je široku primjenu kod gradnje trupa manjih brzih plovila, ali i kod izrade djelova brodske opreme većih brodova (*npr.čamci za spašavanje*). Drvo se osim za gradnju trupa upotrebljava za opremanje unutrašnjosti broda (*nadgrađe, namještaj, obloge u skladištima, palubne trenice, ležaj osovine itd*)[1].

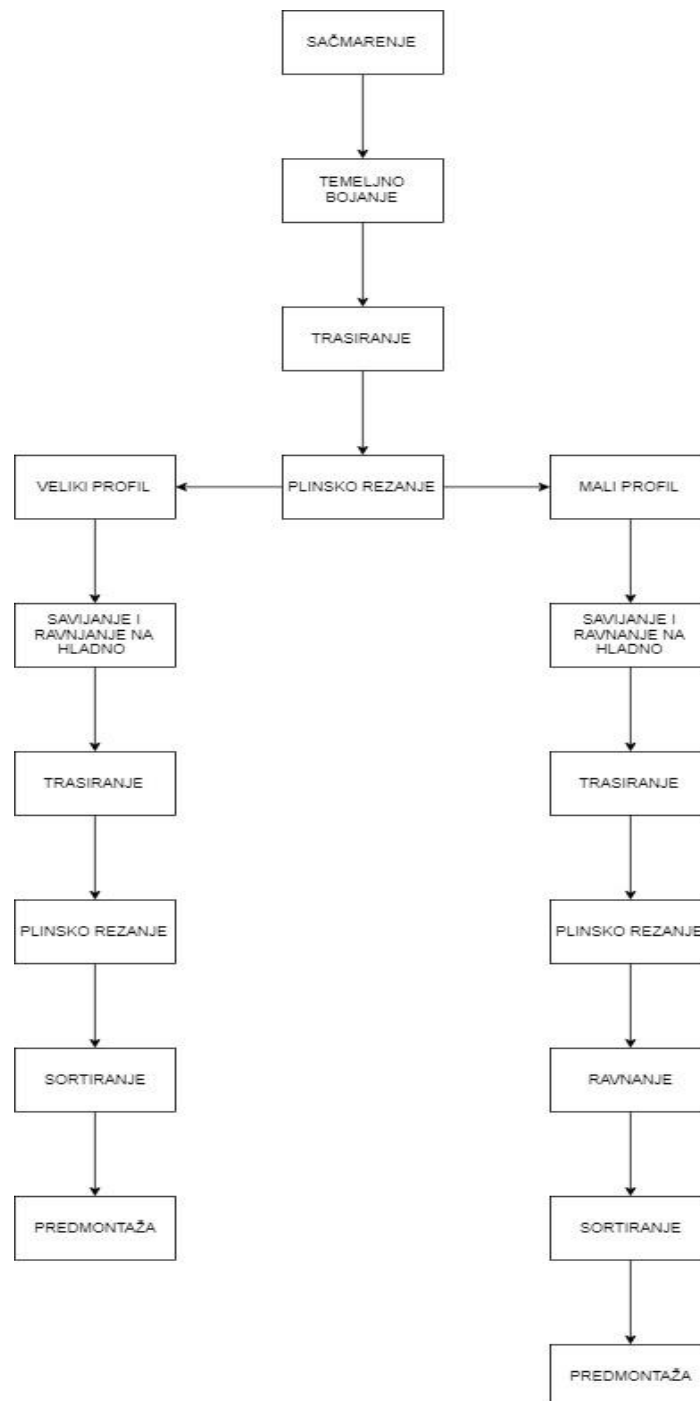
3.3. OBRADA LIMOVA I PROFILA

Prijelazom na zavarenu brodsku konstrukciju broskog trupa pojednostavnilo je opremu brodograđevnih radionica, te povećalo njihovu produktivnost . Plan tehnološkog procesa obuhvaća program radova u pojedinim radionicama, radne postupke te redosljed radova. Na osnovu toga određuje se potreban broj dizalica, strojeva i alata te razmještaj pojedinih radionica. Proces obrade podrazumjeva svrstavanje više raznih elemenata trupa broda u jednu skupinu odnosno jedan tehnološki tok. Za svaki tehnološki tok određuje se potreban broj i vrsta strojeva. Proizvodnim procesom posebno se obrađuju limovi a posebno profili (zbog različitih oblika, različitih strojeva za obradu)[1].

Rezanje limova uključuje toplinsko i mehaničko rezanje. Toplinskim rezanjem podrazumjevamo razdvajanje metala toplinskom energijom a u brodogradnji se najčešće primjenjuje plinsko rezanje. Kod mehaničkog rezanja koriste se mehanički rezni alati (*škare, giljotina*). Oblikovanje limova vrši se valjcima (tri do četiri valjka podesiva po visini i u poprečnom smjeru) i na prešama (*“H” i “G” tip*) a ono je neophodno jer je velik dio broskog trupa upravo zakrivljen. Uglavnom se limovi oblikuju pri normalnoj temperaturi osim kad su potrebna jača zakrivljenja, pa se limovi griju (obično plinskim plamenikom)[1].

Obrada limova vrši se valjcima i prešama za savijanje (*hladno savijanje*) tako da se profil postavi na dva podešavajuća oslonca a sa suprotne strane profil se tlači prešom. Savijanje se kontrolira pomoću čeličnih šablona. Rubovi se obrezuju plinskim postupkom. Obradeni limovi i profili odlažu se u međuskладиšte koje je smješteno između radionica obrade limova i profila te radionica predmontaže. Prostor međuskладиšta podjeljen je na površinu za ravne limove, zakrivljene limove, profile, spojne elemente.

Na slici 5. prikazana je shema prikaza kretanja standardnih profila u radionici strojne obrade.



Slika 5. Shema prikaza kretanja standardnih profila u radionici strojne obrade [1]

Porinuće je postupak kojim se brod spušta u more. Brod se gradi na ležaju, tj. kosini (navozu) ili vodoravnoj površini u nivou ili ispod nivoa mora (suhi dok). Slobodno puštanje broda da pod utjecajem vlastite težine dođe do mora. Saonice na saoniku o saonice se pričvrste uz brod o saonik se pričvrsti uz navoz po kojem klize saonice s brodom o podmazivanje radi smanjivanja trenje. Razlikujemo uzdužno i poprečno porinuće[1].

Uzdužno porinuće:

- potencijalna energija izgrađenog broda,
- skidanje potklada na kojima je brod stajao tijekom gradnje sva masa prelazi na saonice,
- stoperi između saonica i saonika omogućavaju da brod ne krene nekontrolirano.

Poprečno porinuće:

- uobičajeno na rijekama,
- manja opterećenja, brže zaustavljanje,
- brod je postavljen horizontalno a ne koso (*lakša gradnja*),
- saonik čini mnogo greda koje su postavljene okomito na ogradu.

Četiri karakteristične faze porinuća broda su:

1.faza:

- brod se kreće po suhome,
- sila trenja mora biti manja od uzdužne komponente težine broda,
- brod mora krenuti sam od sebe kad se otpuste zapori.

2. faza

- krma ulazi u more,
- javlja se uzgon i otpor vode,
- momenti uzgona moraju biti veći od momenta težine kako ne bi došlo do podizanja pramca,
- naglo se povećava tlak i istiskuje se mazivo, jača trenje, pa se brod može zaustaviti ili oštetiti.

3. faza

- moment uzgona se izjednačava s momentom težine,
- momenti jednaki u cijeloj fazi.

4.faza

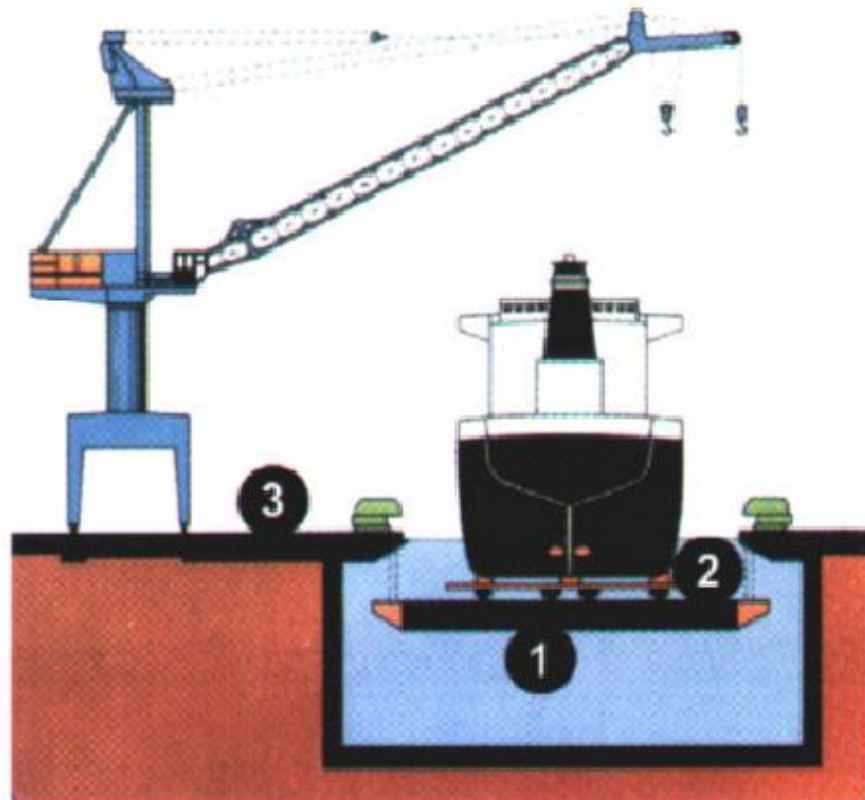
- slobodan otplov,
- uzgon jednak težini broda,
- izjednačene sile (*ne momenti*)[1].

3.4. DOKOVANJE BRODA

Dokovanjem se brod izvlači izvan doticaja s morskom vodom u svrhu pregleda, održavanja ili remonta podvodnog dijela trupa broda i brodske opreme koja se nalazi uronjena u more. Razlikujemo plutajuće dokove, suhe dokove i synchro-liftovi. Plutajući dokovi se podižu iznad razine vode. Brod u plutajući dok dolazi tegljenjem pomoću remorkera, te se pomoću vitala na plutajućem doku uvlači kroz dok na željenu poziciju, dok se naplavlivanjem vlastitih tankova spušta u morsku vodu. Brod uplovi u plutajući dok nakon uplovljavanja broda u plutajući dok i crpljenja morske vode iz njegovih tankova, brod i dok se sasvim izdignu iz morske vode, prilikom čega brod nasjedne na centralne i bočne potklade plutajućeg doka. Opasan trenutak kada dok preuzima masu broda. Razlikujemo *U* i *L* tipove plutajućih dokova. Potklade suhих i plutajućih dokova su centralne za nasjedanje kobilice broda tijekom dokovanja, a bočne za podupiranje broda na njegovim bokovima.

Suhi dokovi naplavljuju se vodom. Nije potrebno izvoditi pripreme za porinuće ili obavljati operacije dokovanja, izbjegnute opasnosti oštećenja broda prilikom izranjanja doka. U suhi dok postepeno se pušta morska voda i u trenutku kad brod zapluta, otvaraju se ustave i brod može isploviti, dno suhog doka ima manji pad prema vratima doka, kako bi se omogućilo lakše otjecanje vode. Postoje i suhi dokovi s vratima na oba kraja doka, kao i dokovi s poprečnim i uzdužnim vratima unutar bazena suhog doka. Postoje syncro liftovi odnosno dizalo za podizanje plovila iz mora[1].

Na slici 6. je prikazan Syncro lift.



Slika 6. Syncro liftovi [1]

Gdje je:

1. plutajuća platform,
2. kolijevka,
3. platforma brodogradilišta.

3.5. IZBORI LOKACIJE BRODOGRADILIŠTA

Lokacija novog brodogradilišta definirana je prema konfiguraciji terena, te obzirom na socijalno industrijske značajke područja regije. Analiziraju se industrijski kapaciteti firmi u regiji s kojima bi brodogradilište moglo surađivati, a prema tome je definiran osnovni prevladavajući koncept brodogradilišta. Predloženi konceptualni projekt brodogradilišta sadrži tlocrt, raspored radnih prostora, tokove materijala te princip predaje broda vodi. U promatranoj regiji postoje tvrtke koje bi mogle raditi na poslovima obrade materijala i izrade brodske opreme.

Brodogradilište bi se orijentiralo na sastavljanje podsklopova i sklopova, sastavljanje, opremanje i antikorozivnu zaštitu sekcija, montažu i opremanje trupa i opreme te na finalizaciju, ispitivanje i primopredaju finalnog proizvoda. Kod ovakvog načina poslovanja važan aspekt predstavljaju troškovi transporta materijala i opreme, pa se analiziraju mogući transportni putovi između dobavljača i novog brodogradilišta. Zaključak treba izvesti u okviru sagledavanja dobre kvalitete transportnih veza, te da ih je moguće ostvariti svim vidovima transporta od cestovnog, željezničkog do riječnog. Lokacija mora zadovoljavati niz kriterija, a to su:

- blizina prometnica (*ceste, pruge*) radi lakšeg transporta materijala i opreme,
- blizina većeg mjesta radi angažiranja većeg broja djelatnika i nužne energetike,
- dovoljna tlocrtna površina brodogradilišta za smještaj svih radnih površina i eventualna proširenja u slučaju potrebe[1].

Prema definiranom proizvodnom programu napravljena je približna raščlana brodova kako bi se procijenila opterećenja svih faza proizvodnog procesa te napravila usporedba s kapacitetima tj. s mogućnostima raspoloživog radnog prostora i tehnološke opreme. Vršiti se približna procjena glavnih investicijskih troškova. Osnovne grupe troškova su troškovi građevinskih radova i potrebne tehnološke opreme. Projektiranje tako složenog proizvodnog sustava je iterativni postupak koji se provodi u nekoliko koraka po projektnoj spirali.

4. KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA TEŠKE TERETE

Brod za teški teret posebno je građen za prijevoz teškog ili glomaznoga komadnog tereta (*npr. tvornička postrojenja, strojevi, industrijska oprema, lokomotive, letjelice*). Teret se prevozi u prostranim skladištima bez upora, ili na otvorenoj palubi. Duljina mu je od 80 do 100 m, a brzina 12 do 13 čv. Opremljen je obično dvama teretnim stupovima nosivosti oko 200 t[16].

Iako im je namjena prijevoz tereta, često se svrstavaju u brodove posebne namjene. *Heavy lifters* su brodovi koji su konstruirani za prijevoz drugih brodova, platforma, velikih postrojenja i sličnih izrazito velikih ili teških tereta koje se ne može smjestiti u brodska skladišta. Karakterizira ih vrlo osjetljiv stabilitet broda, posebno kod ukrcanja/iskrcanja takvih tereta, pa se te operacije mogu vršiti samo u sasvim mirnim lukama. Postoje različite izvedbe takvih brodova. Neki od njih prilikom ukrcavanja/iskrcavanja tereta urone poput dokova za popravak brodova. Neki imaju jednu ili više vrlo velikih dizalica, a često se radi balansiranja na boku broda koji je suprotan strani manipuliranja tereta nalaze posebni tankovi koji se pune morem[2].

Uobičajeno je manjih dimenzija u odnosu na ostale brodove za prijevoz suhih tereta. Manji broj brodova ja prijevoz generalnog tereta ima konstrukcijski predviđene pozicije za prihvat teških tereta. Prema tehnologiji prekrcanja mogu se podijeliti na:

- brodove s lo – lo tehnologijom,
- brodove s ro – ro tehnologijom,
- brodove s flo – flo tehnologijom.

Klasifikacija teških tereta:

A – teški cjeloviti tereti, vertikalno na baznoj konstrukciji (el.generatori, transformatori ...)

B – izdužene, horizontalno postavljene jedinice, bez bazne konstrukcije,

C – otvorene čelične konstrukcije s točkama zahvata (čelični sanduci s dijelovima industrijskih postrojenja,

D – osjetljivi teški tereti bez predviđenih naprava za podizanje, prekriveni relativno lakim metalom ili drvenom oplatom. Teret nema točaka zahvata (dijelovi strojeva u drvenim sanducima te namotaji kablova),

E – otvoreni, nepravilni dijelovi konstrukcija umjerenih težina, bez određene površine nalijeganja i bez posebnih naprava za podizanje ili točaka zahvata (*krakovi dizalica, rešetkasti mostovi i rešetkasti nosači*)

F – vozila na gumenim kotačima, čeličnim gusjenicama ili čeličnim kotačima sa ili bez određenih mjesta za podizanje te bez točaka zahvata

G – razna plovila s ili bez čvrstim napravama na palubi za postavljanje učvršćenja

Prijevoz teških tereta se vrši konvencionalnim višenamjenskim brodovima odgovarajućih konstruktivnih obilježja te opremljenim odgovarajućim teretnim uređajima i opremom, ojačana paluba, teška samarica/ dizalica (*Stuelcken samarica ili el-hid. dizalica*) nosivosti 35 t i više. Konvencionalnim ro-ro brodovima koji mogu prihvatiti takvu vrstu tereta obzirom na maksimalno dozvoljena opterećenje, teški tereti se smještaju na palubu koja je izravno vezana na ukrcajno-iskrcajnu rampu.

Prijevoz teških tereta može biti brodovima za prijevoz teglenica:

- *LASH*- dizalica zahvaćenu teglenicu (375 t) dignu do visine glavne palube, a zatim se pomiče zajedno sa teglenicom do mjesta gdje je spusti u skladišni prostor,
- *SEABEE*- za dizanje teglenica služi lift s platformom kapaciteta 2000 t,
- *BACAT*- *Barge Aboard Catamaran*, teglenice (140 t) se uz pomoć elevatora kapaciteta 400 tona dižu na odgovarajuću visinu,
- *CAPRICORN* (slični *LASH*-u samo manji) te specijaliziranim brodovima za prijevoz teških tereta.

Ro-ro brodovi su namijenjeni za prijevoz tereta na kotačima, a izraz proizlazi iz engleskog Roll on – Roll off što znači dokotrljaj – otkotrljaj. U ovu kategoriju spadaju brodovi za prijevoz različitih vrsta brodova, pa su se danas isprofilirali:

- brodovi za prijevoz automobila (*novih vozila*) - True Car Carrier (*PCC*) ili na Pure Car Truck Carrier (*PCTC*),
- brodovi za prijevoz kamiona, prikolica i poluprikolica,
- brodovi za prijevoz vozila i putnika – trajekti – ro-ro putnički brodovi [1].



Slika 7. RO-RO brod [1]

Za ukrcaj i za iskrcaj tereta, kao i premještanje tereta unutar broda na RO-RO brodovima se upotrebljavaju rampe. Rampe se dijele na više načina: Podjela rampi po smještaju na brodu:

- vanjske rampe – rampe koje služe za ukrcaj i iskrcaj,
- 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,
- unutarnje rampe – rampe koje služe za manipulaciju tereta unutar broda,
- nepomične rampe,
- pomične rampe, mogu spajati više paluba, zatvarati palubne otvore, a mogu se koristiti i za dodatno slaganje tereta.

Dok se svugdje u svijetu teret mjeri u tonama, ro-ro teret se mjeri u mnogo prikladnijoj jedinici - Lanes in Meters (*LIM-s*). Izračunava se tako da se pomnoži dužina tereta u metrima sa dužinom tereta u redovima (ta dužina varira od plovila do plovila i postoje industrijski standardi). Na palubi PCC kapacitet se obično mjeri u RT ili RT43 koje se baziraju na 1996. Toyotinim ekvivalentnim jedinicama (*CEU*). Najveći ro-ro na svijetu plovi između SAD-a i Puerto Rica, prevozi kontejnere sa novim i rabljenim automobilima i prekomjernim teretom koji seže do preko tri palube[1].

5. BRODOVI SA LO-LO TEHNOLOGIJOM PREKRCAJA

Lo-lo brodovi (eng. *Lift on-Lift off*) su pogodni za multimodalni transport te svoj sadržaj, kontejnere, ukrcavaju s posebnim dizalicama na za to predviđenom terminalu. Mogu se krcati u potpalubni prostor i na palubu. Lo-lo ima pričrščivaće kojima se kontejneri mogu slagati u više katova (*jedan na drugi*). Prva generacija ovih brodova bila je nosivosti cca 700 *TEU* jedinica, druga cca 1600, treća cca 3000, četvrta preko 4000 *TEU* jedinica, a danas ih ima s nosivošću većom od 5000 *TEU* jedinica. Prekrcaj tereta se izvodi u vertikalnom smjeru. Obilježjima prilagođeni prihvatu teškog tereta te ostalog generalnog tereta. Mogu biti opremljeni jednom ili više dizalica najvećeg dopuštenog opterećenja koje nerijetko prelazi 800 t. Nadgrađe u pravilu smješteno na pramčanom dijelu broda. Na slici 8. i 9. su prikazani lo-lo brodovi.



Slika 8. Lo-lo brod [2]



Slika 9. Jumbo lo-lo brod [2]

Samarice za teške terete igle (*Jumbo derick*). Najčešće najvećeg dopuštenog opterećenja do 150 t. Brod opremljen s jednim ili više takvih prekrcajnih sredstava. Posebno dizajniran teretni jarbol. Moguć zajednički prekrcaj s dva prekrcajna sredstva. Na slici 10. prikazana je samarica za teške terete.



Slika 10. Samarica za teške terete [2]

Stuelcken samarice (*Stuelcken derick*) omogućava prekrcaj dva skladišna prostora . Najčešće najvećeg dopuštenog opterećenja do 250 t. Podizanje samarice korištenjem 4 vitla a podizači tereta opremljeni s 2 vitla. Na slici 11. prikazana je Stuelcken samarica.



Slika 11. Stuelcken samarice [2]

Plovne dizalice mogu biti opremljene vlastitim pogonom ili koriste usluge tegljača. Prostrana paluba se koristi za smještaj tereta .Opremljene balastnim sustavom. Ograničene su dohvatom. U pravilu manje nosivosti od opreme iste namjene smještene na kopnu. Danas se sve više koriste u Off Shore industriji.Opremljene su vlastitim pogonom. Najčešće imaju sustav za pozicioniranje[2]. Na slici 12. prikazana je plovna dizalica.



Slika 12. Plovne dizalice [2]

Brodovi dizalice su brodovi specijalizirane namjene za prekrcaj teških tereta. Nisu opremljeni skladišnim prostorima. Izvedba:

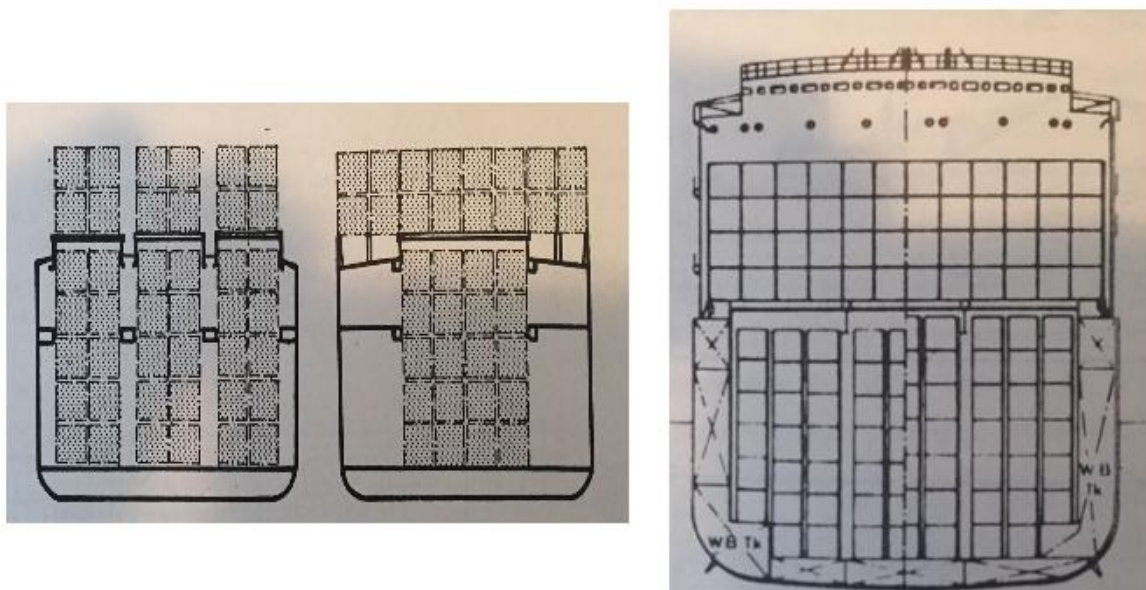
- jednotrupna,
- katamaranskog oblika.

Konstruktivski brod prilagođen teretnom uređaju .Dobrih manevarskih obilježja (mogućnost pozicioniranja). Nosivost dizalica u pravilu iznad 1000 t.

Ima jednu palubu , dvostruke bokove (*dvobok*) u srednjem dijelu broda. Otvori na palubi su široki i do 85% širine broda i podijeljeni su po širini, u jedno, dva, pet, osam,deset..,grotala u koja se slažu kontejneri jedan na drugi po visini. Na poklopcu grotla na palubi također se slažu kontejneri po visini 4 – 5 redova . Pogonski stroj je diesel, diesel električni , a prelazi se i na LNG pogon. Ukrcaj/iskrcaj kontejnera obavlja se lučkom kontejnerskom dizalicom koja ima specijalni hvatač *spreader* – kontejner se ukrcava/iskrcava vertikalno u brod i iz broda – od toga potječe naziv tehnologije prekrcaja lo-lo (*Lift on – Lift off – podigni/spusti*).

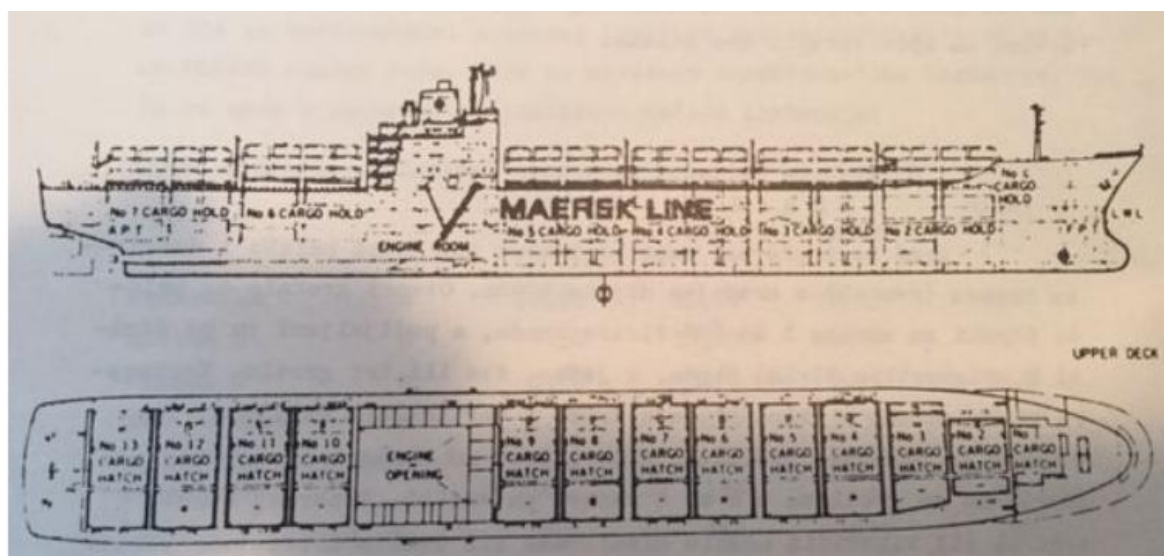
Kontejneri su smješteni uskladištima broda *bay* u vertikalnim ćelijama s vodicama koje omogućuju slaganje kontejnera točno jedan na drugi. Imaju vlastite uređaje za vertikalni prekrcaj tereta – mogu prevoziti generalni teret i kontejnere. Veličina otvora grotla skladišta im je podešena dimenzijama i broju kontejnera koji mogu prevoziti. Visina skladišta i međupalublja podešena je visini i broju redova kontejnera[2].

Slika 13. prikazuje slaganje kontejnera u skladište pomoću vodicica.



Slika 13. Slaganje kontejnera u skladište pomoću vodicica [2]

Slika 14. prikazuje shematski prikaz lo-lo broda.



Slika 14. Shematski prikaz lo-lo broda [2]

Lo-lo su teretni brodovi koji su opremljeni dizalicama za utovar i istovar tereta, drugim riječima može istovariti i utovariti teret bez pomoći vanjskih dizalica. Još ih se naziva kao plovilo sa vlastitim pogonom[2].

Značajke lo-lo brodova:

- kontejneri se mogu utovariti na način da je iskoristivost kapaciteta učinkovita, ali kapacitet je smanjen zbog ugrađenog sustava za istovar,
- lo-lo plovila mogu se istovariti na bilo koju vrstu terminala,
- budući da imaju svoju opremu za dizalice, ne trebaju im strojevi dostupni na lučkom terminalu,
- teret se može prebaciti sa i na drugog teretnog broda[2].

Lo-lo tehnologija podrazumjeva vertikalni ukrcaj i iskrcaj tereta ujedinenog na paletama ili kontenjeru.

Najvažniji ciljevi lo-lo tehnologije:

- optimalizacija učinaka prometne infrastrukture i prometne suprastrukture svih grana prometa,
- siguran, brz i racionalan vertikalni ukrcaj, prekrcaj i iskrcaj svih vrsta tereta, u svim sredstvima prijevoza, na svim prometnim terminalima,
- kvalitativno i kvantitativno maksimiziranje tehničkih, tehnoloških, organizacijskih i ekonomskih učinaka proizvodnje prometne usluge,
- maksimiziranje učinaka rada svih sudionika u sustavu lo-lo tehnologije transporta[2].

Prednosti lo-lo tehnologije:

- uštede u troškovima prijevoza (*prijevoz robe u kontejnerima*).

Nedostaci lo-lo tehnologije:

- velika ulaganja u lučku prekrcajnu tehnologiju,
- velika ulaganja u brod.

5.1. PRIMJER LO-LO OPERACIJE NA BRODU SANTA RITA

Tijekom evolucije, Navy Cargo Handling Battalion NCHB 1 mornari su dovršili prvo uspješno podizanje patrolnog broda Mark VI koje je u vlasništvu američke mornarice, čime se prikazala sposobnost Commander Task Force (CTF) 75 za lo-lo operaciju i patrolu Mark VI za zapovjedništvo vojnog pomorstva (*Military Sealift Command-MSC*).

Svrha provođenja lo-lo bila je pokazati sposobnost podizanja patrolnog čamca Mark VI iz mora koristeći brodske dizalice na brod druge potporučnice John P. Bobo dok je bio na sidrištu, rekao je glavni izvršitelj John A. Flick Jr., Command Task Group 75., NCHB. *Sljedeći je korak identificirati MSC brod, po mogućnosti veliku platformu Roll on / Roll off (LMSR) srednje brzine koja ima slobodni prostor za Mark VI.*

Mogućnost obavljanja lo-lo operacije poput ove proširit će trenutne mogućnosti navigacijskog programa patrolnog broda Mark VI. *Ova vrsta lo-lo operacije pružit će američkoj 7. floti mogućnost da patrolni čamac Mark VI plovi izvan područja Guam*, rekao je Flick. U slučaju da se zahtijevaju operacije patrolnog broda Marka VI izvan područja Guame, oni bi se mogli ukrcati na brod MSC, isploviti na željeno mjesto i pretovariti tamo gdje mogu ranije patrolirati nekim područjem operacije.

Evolucija lo-lo bila je zajednički napor koji su proveli NCHB, Obalna riječna grupa (CRG), MPSRON i MSC osoblje dodijeljeno Bobu.

Ova evolucija pokazala je vrijednost dviju jedinica koje se mogu neometano okupiti kako bi dovršili jednu misiju, rekao je Mate Jason McNeely, šef nadzornog broda NMCB. *Komunikacija dviju jedinica, od kojih je jedna pala u vodu na patrolnom brodu Mark VI, a druga na brodu MSC, bila je ključ za uspješan završetak evolucije.*

Uz uspjeh dokazivanja koncepta, sljedeći je korak izvlačenje nauka iz ovog prvog pokušaja i sljedeći put primjena kako bi postali još učinkovitiji u ovom procesu.

NHCB 1 brzo je raspoređena postrojba Mornaričke ekspedicijske borbene komande, koja podržava područje operacija SAD-a 7. flote i sposobna je utovariti i iskrcati brodove i zrakoplove u svim klimatskim i opasnim uvjetima.

Otkako je u siječnju 2015. stvoreno Zapovjedništvo mornaričkih ekspedicijskih snaga Pacific (CTF 75), ekspedicijske snage u regiji Commonwealth of the Northern Mariana Islands (CNMI) postale su potpuno integrirane u shemu borbene spremnosti flote i izgradile su i održavale višenacionalna partnerstva koja su pružala regionalnu stabilnost i sigurnost više od sedamdeset godina[19].

Kao organizacija, CTF 75 izvršava operativno zapovjedništvo i kontrolu nad dodijeljenim i priključenim borbenim ekspedicijskim borbenim snagama na području operacija američke 7. flote i služi kao temeljno osoblje ratne mornarice za odgovor na krizu i glavne borbene operacije. Pružaju uklanjanje eksplozivnih sredstava, ronilačke operacije, građevinske i mornaričke ekspedicijske logističke operacije.

CTF 75 može floti pružiti raznolike ratne mogućnosti kao što su obalna podrška rijekama, uklanjanje eksplozivnih sredstava, ronjenje, spašavanje i građevinske sposobnosti, kao i ekspedicijska inteligencija i logistika u obalnim vodama, primorskim regijama i unutrašnjim područjima[19]. Na slici 15. prikazan je brod Santa Rita.



Slika 15. Santa Rita [19]

Na slici 16. Prikazan je patrolni brod Mark VI.



Slika 16. Patrolni brod Mark VI [19]

5.2. LO-LO TERMINAL

Plovila lo-lo (*Lift on - Lift Off*) mogu prevoziti niz različitih proizvoda kao rezultat svog fleksibilnog teretnog prostora, kapaciteta kontejnera i ugrađenih dizalica. Teret za podizanje / spuštanje (*lo / lo*) je kontejnerski teret koji se mora podizati sa i na brodove i druga vozila koristeći opremu za rukovanje. Lo-lo operacija je kada se teret utovari i iskrca preko vrha plovila pomoću dizalica. L-lo brodovi ukrcavaju i iskrcavaju teret u Roll On-Roll Off (*Ro-Ro*) luke, Load On-Load Off (*Lo-Lo*) luke , koristeći svoje dizalice. Plovila s vlastitim upravljanjem Lift-on / Lift-Off (*Lo / Lo*) utovara i istovareju dizalicom koja podiže teret na određeno mjesto na brodu lo-lo. Teret se ukrcava prema posebnom planu koji je potreban za uravnoteženje lo-lo brodova, jer nisu opremljeni mehanizmima za podešavanje balasta.

Iako ro-ro plovila nude značajne koristi po troškovima kontejnera u pogledu rukovanja i vrste radne snage, smanjena nosivost ovih plovila može pogodovati korištenju teretnih dizala (lo-lo) kontejner-barža za opće teretne usluge (kontejneri se mogu visoko složiti u više kontejnera)[20].

Operacije u lukama i terminalima također nisu pogodne za brodske operacije kratne plovidbe. Budući da su kontejneri koji idu preko oceana glavni kupci ovih luka, obično imaju prednost kada su u pitanju vez, radna snaga i dostupnost opreme. To se posebno odnosi lo-lo brodove, kojima je potrebna velika količina radne snage i opreme za utovar i istovar tereta. Zapravo, obalni lo-lo brodovi obično moraju izdvojiti 24 sata po pozivu za luku, iako je za ukrcaj i iskrcaj tereta potrebno samo osam do 12 sati.

Teretni brodovi mogu biti opremljeni raznim sustavima za rukovanje teretom, pri čemu se najčešće susreću sustavi klasificirani kao lo-lo ili ro-ro (plovila se ponekad mogu nazivati i lo-lo ili ro-ro plovila iako su moguće imati obje mogućnosti utovara na istom plovilu). Svaka vrsta plovila i sustav za rukovanje teretom imaju aplikacije koje mogu biti prikladnije za određenu robu. Uz to, svaka ima prednosti i nedostatke u pogledu troškova i karakteristika usluge. Usklađivanje tehnologije s dostupnom lučkom infrastrukturom, robnim tržištima i ograničenjima rada imat će snažan utjecaj na ekonomiju određene operacije.

U 1960-im i ranim 1970-ima konvencionalni nosači vozila tipa Lift On Lift Off (*lo-lo*) intenzivno su korišteni u vezi s prijevozom tvorničkih novih automobila. Plovila bi opremila velike palube za automobile i ukrkala bilo što od 500 do 3000 automobila, ovisno o veličini plovila. Lo-lo je ubrzo zamijenjen nosačem automobila Roll On Roll Off (*ro-ro*). Kako su se 70-ih razvili, Pure Car Carrier (*PCC*) počeo je zamijeniti konvencionalne brodove. PCC je tada razvijen u sustav čistog teretnog vozila (*PCTC*) kako bi udovoljio zahtjevima za visokim i teškim teretom[20].

Sustavi za rukovanje teretom / podizanjem (*lo-lo*) tereta često se koriste na plovilima ili teretima za prijevoz kontejnera na kratkim rutama. Neka plovila lo-lo, koja se nazivaju i „samostalna“ plovila, uključuju dizalice za upravljanje na palubi, što može smanjiti ukupni kapacitet. Te su dizalice postavljene na plovila ponekad potrebne za olakšavanje utovara i istovara kontejnera u lukama bez odgovarajućih obalnih dizalica. Zračni jastuk *Landing Craft (LCAC)* može prevoziti lo-lo teret, poput kontejnera od dvadeset stopa. Utovarivanje lo-lo tereta i kontejnera na palubi najmanje je poželjna metoda prijevoza zbog zahtjeva za podrškom. Poželjna metoda je da se teret prenosi na teretna vozila ili prikolice za brzo pražnjenje pomoću ro-ro rampe. Međutim, većina kontejnera ne isporučuje se na šasiji i imovina kamiona bit će ograničena.

Teret lo-lo može se ubaciti u *LCAC* pomoću dizalica sa samoodrživog broda ili pomoćnog dizalice. *LCAC* se mora usidriti okomito na brod, prikloniti se brodu kako bi se spriječilo oštećenje brodskih propelerskih kanala. *LCAC* motori moraju biti osigurani za vrijeme lo-lo tereta. Ovaj postupak priveza moguće je samo pod morskom državom 1, ili idealnim uvjetima. Okomiti položaj priveza ne može se održavati s motorima osiguranim u otvorenom moru ili vjetrovima. Relativno kretanje plovila i plovila kombinira se s mahanjem tereta tijekom lo-lo operacija kako bi se stvorili opasni uvjeti koji mogu prouzročiti oštećenja plovila i ozljede posade.

Teret se mora pažljivo spustiti kako bi se izbjegle ozljede članova posade ili kontakt s kabinama LCAC i sklopima pogonskog sklopa s obje strane palube. Operacije lo-lo u uvjetima koji prelaze morsku državu 1 uglavnom se ne smatraju praktičnim. *LUF (Lift Unit Frame)* terminali: u okviru ro-ro tehnologije, kao značajno unapređenje i povećanje efikasnosti horizontalnog ukrcaja i iskrcaja tereta, razvijen je *LUF* sustav. Primjena *LUF* sustava (*kao što je istaknuto pod točkom kontejnerski terminali*) dolazi do izražaja na kontejnerskim i ro-ro terminalima.

Ukoliko se radi o kontejnerskom terminalu, *LUF* sustav podrazumijeva primjenu sustava lo-lo (*Lift on-Lift off*) u prekrcaju jediničnog tereta okrupljenog u 4 do 6 kontejnera, smještenih na čeličnom okviru (*prikolici*). Primjena *LUF* sustava u okviru ro-ro tehnologije je veoma jednostavna, uz uporabu malog broja radnika i pojednostavljeno slaganje tereta [20].

Polazna koncepcija *LUF* sustava sastoji se u objedinjavanju raznih vrsta tereta i kontejnera u veće transportne jedinice koje se vodoravnom tehnikom transporta ukrcavaju na brod ili iskrcavaju s broda. *LUF* sustav sastoji se od triju osnovnih komponenata:

- jednostavna postolja ili platforme,
- specijalne *LUF* prikolice,
- tegljača (*LUF master*).

Na jedno postolje može se složiti 4-6 kontejnera od 20 stopa. Postolja i kontejneri odvlače se specijalnim prikolicama i tegljačem u brod i na postoljima ostavljaju u brodu, bez potrebe posebnog učvršćivanja za plovidbu.

Prednosti *LUF* sustava su:

- jednostavnost i sigurnost radnji i smanjenje zastoja što čini sustav pouzdanim,
- zbog visokog stupnja okrupnjavanja i sjedinjavanja mogu se prekrcati velike količine tereta s malim brojem radnika u veoma kratkom vremenu,
- *LUF* sustav se može kombinirati s drugim načinima manipulacije i prijevoza i ne zahtijeva velika ulaganja u kompletan sustav odjednom, nego se može uvoditi postupno,
- vodoravna manipulacija kod *LUF* sustava nije ograničena samo na kontejnere, ona se može primjenjivati i za raznovrsne terete uz uvjet da se mogu svrstati u veće jedinice,

- u plovidbi na velikim udaljenostima konvencionalnim ro-ro brodovima smanjuje se financijski rezultat zbog visokih kapitalnih troškova prikolica ili vagona i zbog slabo iskorištenog prostora u palubama. *LUF* postolja mogu biti ostavljena ispod tereta zbog malih dimenzija i niske nabavne cijene[20].

Na slici 17. prikazan je brod Flora Delmas.



Slika 17. Flora Delmas, Lo-lo brod [20]

6. BRODOVI SA FLO-FLO TEHNOLOGIJOM PREKRAJA

Operacije podizanja / podizanja ili *lo / lo* koriste dizalice, roll-on / roll-off ili *ro / ro* operacije, koriste se rampe i float-on / float-off ili *flo / flo* operacije zaštitni znak jedinstvenih brodskih trupa brodova koji prevoze jahte. Specijalizirani brodovi za teške terete, također poznati kao Float-on / Float-off (*flo-flo*) ili poluuronjivi brodovi, pružaju mogućnost utovara, transporta i iskrcaavanja velikih vojnih tereta neovisno o lučkoj opremi koja se tradicionalno koristi za rukovanje velikim ili iznimno teškim teretima, kao što su brodovi tegljači, teglenice, plovila za slijetanje, plutajuće dizalice i sustavi za sidrenje s jednim sidrom. Tereti se kreću od otprilike 50 do čak 45.000 t.

Ovi brodovi su dizajnirani tako da preuzimaju balastne vode u poplavnim spremnicima koji djelomično potapaju brod. Teret se tada prelijeva preko potopljenog dijela broda koji zatim debalira i pod površinom tereta. Nakon što se plovilo napuni, teret se osigurava za prijevoz. Također su poznati takozvani plovci i brodovi koji plutaju, pri čemu se plutajući teret pluta u teretni prostor broda u nadređenim slojevima kako bi se izbjegli nedostaci uporabe uređaja za dizanje broda. Nedostatak ovog sklopa je, međutim, da se brod mora spustiti za svaki sloj na uranjanje broda, što dopušta da se plutajuća plovila stave na razinu spremnika okomito postavljenu unutar broda. Dodatno, oni moraju biti prilagođeni za fiksiranje konstrukcija na palubi ili nosačima koji odvajaju teretne kontejnere na različitim razinama tereta.

Kod takvih brodova visina prostorija za odlaganje svakog sloja plutajućeg tereta ili plutajućih kontejnera mora biti povećana iznad i iznad visine plutajućih plovila za količinu koja proizlazi iz visinske razlike između svjetlosne i duboke linije plutajućeg plovka plovila s gornje i donje sigurnosne granice kako bi se omogućilo nesmetano i nesmetano plutanje u plovku s plovila i potrebne visine kako bi se smjestile strukture broda koje odvajaju razine tereta. To dovodi do stvaranja mrtvog prostora na svakoj razini tereta iznad svakog naseljenog sloja plutajućih plovila, a to zahtijeva da se dubina transportnog broda poveća za ovaj visinski razlika za svaki sloj plutajućih plovila. Povećana dubina broda rezultira povećanom težinom broda. To također zahtijeva da se povećava greda broda kako bi se održala dovoljna stabilnost protiv prevrtanja broda. Povećana greda ponovno rezultira daljnjim povećanjem težine broda i sva ta dodatna težina zahtijeva dodatnu pogonsku snagu. Stoga poznati brodovi ovog tipa postaju sve skuplji kako u građevini tako u pogonu.

Dubina vode potrebna za smještaj takvog broda pri pristajanju ili otpuštanju plovnih objekata povećava se s dubinom broda. Time se time ograničavaju mogućnosti zapošljavanja ili se zabranjuje zapošljavanje takvog broda točno tamo gdje se mora izvršiti utovar i istovar tereta koji se nalazi u obalnim vodama i u pravilu ograničava korištenje. Sva vojna oprema je u određenoj mjeri pogođena napretkom tehnologije, a neke su stavke radikalno izmijenjene. Suvremene inovacije mornarice uključuju polu-potopne brodove za teška dizanja, koji se koriste za premještanje manjih brodova na velike udaljenosti otvorenog oceana. Prvi je bio iznajmljen od Norveške. Izraz teretni brod je dvosmislen.

Prema jednoj definiciji, brod za teška dizanja je brod koji je posebno dizajniran i sposoban za utovar i istovar teških i glomaznih predmeta. Obično ima grane dovoljnog kapaciteta za smještaj jednog lifta od preko 100 tona. To bi moglo biti poznato kao brod dizalica. Prema drugoj definiciji, brod za dizanje teških brodova je brod na moru koji je sposoban potopiti svoju veliku otvorenu palubu do površine ispod vode, dopuštajući tako da druga plovila prelaze preko nje i spuste se na suhom doku izgrađenom na teškom dizajtu brodsku palubu. Brod za dizanje teških tereta zatim izlazi iz vode ispumpavajući svoje balastne tankove u procesu koji je vrlo sličan radu plutajućeg suhog doka. Prevezeno plovilo zatim vozi na palubi teškog teretnog broda za putovanje do odredišta. [21]

Klasa Marlin sposobna je nositi polu uronjiva postrojenja do 30 000 tona. Njihovo veliko, slobodno i otvoreno palubno područje čini brodove vrlo pogodnima za klizanje ili prevrtanje velikih tereta na brodu, a balastni sustav posebno je dizajniran za takve operacije. U skladu s uobičajenom praksom, plutajući teret se utovariva float-on metodom. To se postiže djelomičnim potopom broda, sve dok samo prednja paluba i tornjevi stabilnosti ne stoje iznad površine. Teret se tada prelijeva preko teretne palube, koja je sada duboko (*do 10 m*) pod vodom. Kad je teret u ispravnom položaju za utovar, teški brodovi za dizanje ispumpavaju vodu i balast, ostavljajući teret na palubi. Tereti koji ne plutaju mogu se ukrcati izravno s pristaništa na palubu broda klizanjem ili klizanjem tereta preko pristaništa i na palubu. Budući da se dva tornja stabilnosti na *Black Marlinu* i *Blue Marlinu* mogu ukloniti, to se može učiniti preko boka broda ili preko krme. *Black Marlin* i *Blue Marlin* imaju šest setova od šest balastnih spremnika, od kojih su tri seta postavljena uzdužno, podijeljena s dvije uzdužne pregrade. Jedinstveno, za brodove ove veličine, *Black Marlin* i *Blue Marlin* imaju i balastne tenkove s dvostrukim dnom i dvostrukim tankovima, pružajući još veću fleksibilnost za teške terete - velike ili male - i mogućnost prilagodbe GMt-a na bilo koju željenu razinu.

Godine 2000., USS Cole prevezen je ovim putem u Mississippi iz Jemena na *M / V Blue Marlin*, teretnom brodu za prijevoz teških dizala u vlasništvu i upravljanju nizozemske firme *Dock mud Shipping BV*. Slične operacije izvedene su 1988. godine za prijevoz Samuela B. Roberta (*FFG 58*) u Sjedinjene Države nakon oštećenja mina i 1991. i 1992. tijekom operacija Pustinjski štit i Pustinjska oluja. Roberts je prevezen u Sjedinjene Države na teškom dizanju nizozemske zastave, moćni sluga . Budući da je Irak postavljao mine u sjevernom Perzijskom zaljevu, *MSC* je ugovorio teški brod Super Servant III za prijevoz tri mornarička minobacača plus novoizbavljeni minski brod za suzbijanje mina, USS Avenger (*MCM 1*), do Zaljeva. Teretna transportna plovila korištena su za prijevoz minko-brodskih brodova do i iz Perzijskog zaljeva 2000.godine za pomicanje *MHC*-ova [obalnih lovaca na minske resurse] i *MCM*-a (*protumjera protiv mina*) iz Inglesidea u Teksasu do Bahreina i 2003. godine premjestiti plovidbu američke vojske u Kuvajt[21]. Na slici 18. Prikazan je brod *Blue Marlin*.



Slika 18. Blue Marlin brod [21]

MV Blue Marlin jedan je od najvećih svjetskih teških brodova. Koristi se u komercijalnom sektoru za podizanje nevaljanog tereta kao što su naftne platforme. U srpnju 2000. godine odradila je prvu službu u Zapovjedništvu vojne mornarice SAD-a - prevezla dva lovca minske mornarice iz Corpus Christia, Teksas, u Bahrein u Perzijskom zaljevu. Posebno je bila privlačna za podizanje USS Colea jer je *Blue Marlin* u trenutku napada već bila na Bliskom Istoku[21].

Zapovjednik, Zapovjedništvo flotnih snaga (*FLTFORCOM*) i zapovjednik, Zapovjedništvo nad sustavima pomorskog mora (*NAVSEA*), nadzornik spašavanja i ronjenja (*SUPSALV*), ustanovili su novu jedinicu mornaričke pričuve od 01. studenog 2004. godine za podršku teškim dizanjem i prijevozom brodova američke mornarice. i zanat. Ova *NAVSEA* jedinica za teška dizanja i usisavanja izravan je rezultat revidiranih zahtjeva za spasilačku misiju razvijenih nakon napada i naknadnog prijevoza teškim dizanjem USS Cole (*DDG 67*). Jedinica će biti spremna za razmjenu širom svijeta u kratkom roku, ukoliko se ukaže potreba da se oštećeni brod transportira do prijateljske luke na popravak ili da se manja plovila i plovila presele u ona područja gdje su im potrebna. Dodatno, jedinica će podržati i inspekciju stranih pristaništa koja se smatraju hitnim radovima na popravljanju i hitne prekomorske pristaništa plovila američke mornarice. Jedinica za teška dizala osnovana je kako bi zadovoljila trenutne i buduće potrebe flote. Postavljanje broda koji je pretrpio tešku štetu izuzetno je kritičan događaj. Ovaj tim će pružiti hitnu pomoć potrebnu u današnjem okruženju prijetnji i stručnost kako bi se osiguralo da se to obavi sigurno i učinkovito.

Staro objašnjenje da brod možete staviti na brod, ali ne i na brod, nije se odnosilo na operaciju teškog dizanja zapovjedništva vojnih tetiva (*MSC*) u Inglesideu u Teksasu. USS Raven (*MHC 61*) i USS Cardinal (*MHC 60*), dva obalna minska lovaca iz Eskadrona protivminskog djelovanja 3 na NAVSTA Ingleside, bila su visoka i suha na brodu *MSC* koji je unajmio *M / V Blue Marlin* na putu za Perzijski zaljev. *MSC* je unajmio teški brod *Blue Marlin* koji je prevezio lovce mina Raven i Cardinal do njihove nove službe u Bahreinu.

Zašto tovariti brodove na brod? Lovci na mine Raven i Cardinal posebno su konstruirali trupe i motore koji nisu izgrađeni za krutost transoceanskih putovanja. Tijekom tranzita iz Teksasa do Perzijskog zaljeva, motori će imati takvo trošenje i habanje da bi po dolasku u Bahrein bilo potrebno sušenje i popravke.

Osim što lovci na minu štite, njihovo nošenje na brodu s teškim brodom štedi značajno vrijeme. Bilo bi potrebno oko 60 dana da lovci na minu s vlastitom snagom otputuju u Perzijski zaljev, dok treba oko 40 dana da putuju brodom *Blue Marlin*[21].

Kako bi osigurali kardinala i gavrana za put, drveni kobilski blokovi bili su izrezani i pričvršćeni na palubu *Blue Marlina* kako bi se brodovi mogli odmarati na način kao na suhom pristaništu. *Blue Marlin* zatim je preko noći bacao u duboko udubljenje, poplavivši balastne tenkove ispod svoje palube, kako bi se dijelom potopio poput podmornice.

Već sljedećeg jutra paluba *Blue Marlin* potonula je dovoljno nisko da su minski lovci nadlijetali iznad kobilica. Lučki tegljači postavljali su Ravena i Cardinala preko kobilskih blokova uz pomoć ronioca i linija spojenih na prednje i stražnje kule *Blue Marlina*. Popodne je *Blue Marlin* debalansirao, podigao lovce mina iz vode i osigurao ih na palubi. Trodnevna operacija utovara odvijala se u marini Aker-Gulf 21. - 23. srpnja 2000., a snimana je za program Discovery Channel koji je trebao biti emitiran u veljači 2001. *Blue Marlin* je otputovao iz Teksasa 24. srpnja 2000. godine za višemjesečni tranzit u Bahrein[21].

Nakon terorističkog napada na USS Cole u Adenu, Jemen, 12. listopada 2000., mornarica je sklopila ugovor s norveškom firmom koja je vlasnik *Blue Marlina*. 50-metarski američki zrakoplov Cole preživio je teroristički napad koji je ostavio rupu od 40 do 40 stopa na njezinoj strani luke i 17 američkih mornara. Mornari dizajneri su surađivali s brodskom tvrtkom na razvoju blokova i morskih pričvrsnica koje će se postaviti na palubu *Blue Marlin*. Brodogradilište je to izgradilo na palubi *Blue Marlin* u Dubaiju. *Blue Marlin* zatim je uplovio u Adenski zaljev i USS Cole. Brod s teškim dizanjem povukao je Cole na brod i odnio njezinu piggyback u njegovu matičnu luku Norfolk. Prijevoz je udaljen šest dana u Ujedinjeni Arapski Emirati Dubai. Utovar Cole trajao je osam dana, a plovidba kući je trajala još 25. Posada Colea odletjela je kući kad je njihov brod bio na brodu *Blue Marlin*.

Na slici 19. prikazan je potopljeni *Blue Marlin* brod.



Slika 19. Potopljeni Blue Marlin brod [21]

Da bi podigla razarač, *Blue Marlin* je napunio njezine tenkove s balastima, polako je potapajući palubu dok se iznad vodene linije ne vide samo kuća i dvije stražnje kule. Čamci za tegljače tada su pomogli pozicionirati *Colea* iznad potopljene palube *Blue Marlina*. Jednom kad je *Cole* bio pozicioniran, *Blue Marlin* polako je ispraznio svoje tenkove s balastima i palubom se polako dizala u susret razaraču. Jednom kad je razarač odmarao na blokovima na palubi *Blue Marlin*, teški brod nastavio je da se balasira dok se nije pojavio na visini od oko 35 stopa. Cijela operacija trajala je oko 24 sata, nakon čega su radnici dovršili osiguranje *Colea* na brodu *Blue Marlin* kako bi se pripremili za tranzit brodova u Sjedinjene Države, gdje je *Cole* podvrgnut popravcima[21].

Teretni brod starinski 1945. *Marine Fiddler* sagrađen je kao teretni brod, a kasnije je pretvoren u teški teretni brod. Prevezla je niz neobičnih tereta, uključujući umjetničku kolekciju vrijednu 15 milijuna dolara iz Europe do Sjedinjenih Država, nuklearni reaktor na Grenlandu i više od 6 000 izbjeglica koje su se tražile iz Sjevernog Vijetnama. Kao dio tehnologije koja se razvija u okviru Demonstracijskog programa tehnologije čistog ugljena Ministarstva energetike SAD-a (*DOE*), Ured za fosilnu energiju *DOE*-a započeo je 2000. istraživati konceptualne nacрте za elektroenergetske sustave instalirane na barži koji imaju značajan potencijal komercijalizacije u zemljama u razvoju.

U tijeku su radovi *DOE*-a i partnerskog sporazuma za istraživanje i razvoj (*CRADA*), *RimStar America*, iz Kalifornije. Dizajni montirani na šanku zasnivaju se na korištenju industrijskih komponenata industrijske turbo strojeve tvrtke *Dresser-Rand Corporation (D-R)*. Ove su jedinice dizajnirane za gašenje bitumenskog ugljena filipinskog *Liguana*. Dvije velike jedinice postavljene su na šipku dimenzija 108 stopa preko grede na 570 stopa od stabljike do krme; dvije manje jedinice smještaju se na teglenice visine 108 stopa od 370 stopa. Snažna teglja od 140 MWe PFBC postavljena je na teški polupodmornički transportni brod, u položaju da se prebaci na gotovo bilo koje obalno mjesto na svijetu[21].

Ratna mornarica *SAD*-a obnovila je u najvećoj mjeri izvedive članove posade *Ehime Marua*, osobne stvari i određene karakteristične komponente jedinstvene za *Ehime Maru*, pomicanjem plovila na plitko područje kako bi omogućili sigurni pristup ronionicima i operacije oporavka. Mornarica je koristila posebno opremljeno obalno građevinsko plovilo *Rockwater 2*, za podizanje i pomicanje *Ehime Maru* sa svog početnog položaja. Mornarica je razmatrala uklanjanje *Ehime Maru* iz vode postavljanjem trupa na potopni brod ili teški brod za dizanje kao što je *M / V Blue Marlin*. Međutim, maksimalna dubina na kojoj se te posude mogu bacirati je približno 30 stopa.

Budući da bi kobilica *Ehime Marua* kada bi bila suspendirana bila približno 115 stopa (35 m) ispod površine, uporaba potopnog barža ili teškog broda za dizanje nije bila moguća. Analizirana je opcija teškog podizanja *Ehime Maru* na površinu pomoću sklopa raspršivača dok je još uvijek učvršćena. Prema ovom scenariju, plovilo bi se podiglo, smjestilo na barku, odnijelo u Pearl Harbor i istovarilo na kopno radi oporavka članova posade. Ova je opcija imala ozbiljnih problema sa strukturom i stabilnošću, posebno pri prekidu sučelja more / zrak. Ova bi mogućnost također povećala opasnosti za okoliš uzrokovane ostatkom ispuštanja ulja koji prelazi prihvatljiv rizik [21].

Blue Marlin pretvoren je u najvećeg svjetskog prijevoznika teškog prometa kako bi zadovoljio buduće potrebe prijevoza ultra velikim i teškim teretom. 63 m neometana paluba za teret pruža sigurnu platformu za najrazličitije terete.. Pretvorba *Blue Marlin* dovršena je na prijelomu 2004. godine.

Plutajuće jahte pružaju usluge do svjetskih odredišta na brodovima polupodmornica. Ovi nosači mogu se utovariti i iskrcati metodom plutanja i plovka. Nakon pripreme palube - postavljanja kolijevki kobilica i nosača na palubu nosača jahte, plovilo je potopljeno u *plutajuću marinu* na propuh potreban za utovar jahti. Kad su sve jahte privezane u rezerviranom položaju, nosač jahte započinje s radom pristaništa.

Jednom kada se paluba osuši, jahte su pričvršćene na palubu i spremne su za siguran prijelaz. Tijekom prijevoza, jahte se sigurno smještaju između sprejnih poklopca brodica, štiteći ih od elemenata .

Sve je više vlasnika jedrilica i motornih jahti željnih sigurnog prolaska svoje jahte preko Atlantskog oceana. To je potaknulo koncept nosača jahti kao najsigurniji i najbrži način prijevoza vrijednih jahti. Nosač jahte dizajniran je za tranzitne brzine koje omogućuju prijelaz iz Sredozemnog mora na Karibe u danima. Zanimljivo obilježje ovog broda je jedinstvena metoda utovara s plutanjem u plutanjem omogućena opsežnim balastnim sustavom. Brodovima je osigurano dodatno smještaj za posade jahti koje plove duž njih.

6.1. MV BLUE MARLIN

Blue Marlin je poluruonjivi brod za prijevoz teških tereta tvrtke *Dockwise Shipping* u Nizozemskoj. Dizajnirana za prijevoz vrlo teških polu-potopnih bušaćih postrojenja iznad palube transportnog broda, opremljena je s 38 kabina te ima smještaj za 60 ljudi, prostore za vježbanje, saunom i bazenima. *Blue Marlin* i njen sestrinski brod *MV Black Marlin* čine Marlin klasu teških brodova [21].

Blue Marlin i njezin sestrinski brod bili su u vlasništvu Heavy Transport u Oslu, Norveška, od njihove izgradnje, u travnju 2000., odnosno studenom 1999., pa do 6. srpnja 2001., kada ih je kupio *Dockwise*. Američka mornarica angažirala je *Blue Marlin* kako bi razarač USS Cole vratio u Sjedinjene Države nakon što je ratni brod oštetiio *Al-Qaeda* bombaši samoubojice dok su se usidrili u luci Aden u Jemenu. Tijekom druge polovine 2003. godine, rad na *Blue Marlinu* povećao je njegov kapacitet i dodao dva uvlačljiva propulzora za poboljšanje upravljivosti. Brod je ponovno ušao u službu u siječnju 2004. Nakon ovih poboljšanja, *Blue Marlin* je isporučio naftnu platformu Thunder Horse PDQ, tešku 60.000 tona, na dovršetak Corpus Christi u Teksasu.

U srpnju 2005. *Blue Marlin* prevezao je rafineriju plina Snøhvit s gradilišta u Kadizu u Hammerfest, jednodnevni izlet. Taj je prijevoz snimljen za TV emisiju Extreme Engineering na Discovery Channel-u, a također i za TV emisiju Mega Movers na History Channel-u.

U studenom 2005., *Blue Marlin* napustio je Corpus Christi, Texas, u SAD-u kako bi premjestio ogromni morski radni okvir X-bande u Adak na Aljasci, u SAD preko južnog vrha Južne Amerike i Pearl Harbour-a na Havajima.

U Pearl Harbor je stigao 9. siječnja 2006., proputovavši 15.000 milja. U siječnju 2007., *Blue Marlin* je angažiran za premještanje dviju dizalica, Rowan Gorilla VI i GlobalSantaFe Galaxy II, iz luke Halifax u Sjeverno more.

16. lipnja 2012., brod je stigao u luku Ferrol, pripremajući se za prijevoz ratnog broda amfibija HMAS Canberra do Melbournea. Nepotpuni australijski brod podignut je na *Blue Marlin* 4. kolovoza 2012. i trebao je isploviti 12. kolovoza, a trebao je isploviti za australijsko brodogradilište BAE Systems u Williamstownu. Brod je prošao Port Phillip Heads obilježavajući svoj dolazak u Melbourne 17. listopada 2012.

U svibnju 2019. godine *Blue Marlin* nakratko je otet kraj obale Ekvatorijalne Gvineje. Posada se sklonila u brodskoj citadeli, a gusari su frustrirano pucali na most i bježali prije dolaska ekvatorijalne gvinejske i španjolske mornarice [21].

Na slici 20. *Blue Marlin* prevozi naftnu platform *Thunder Horse*.



Slika 20. Blue Marlin prevozi naftnu platform Thunder Horse [21]

Black Marlin je sestrinski brod *Blue Marlin* vlasnika Dockwise, Nizozemska. *Black Marlin* izgrađena je u korporaciji CSBC, tajvanskom brodogradilištu Kaohsiung za offshore teški transport ASA. Pokrenuta je 1999. Godine, a dostavljena je 18. studenog 1999. godine. Od 2019. plovi pod zastavom Malte [21]. U tablici 1. prikazane su specifikacije broda *Black Marlin*.

Tablica 1. Specifikacija broda Black Marlin [23]

IMO broj	9186326
MMSI	248312000
Ime broda	Black Marlin
Prijašnja imena	FTB 23(Hong Kong, 2018) BL(2018,Malta)
Tip broda	Brod za prijevoz teškog tereta
Status broda	Aktivan
Zastava	Malta
Bruto težina	37938 t
Neto težina	57021 t
Dužina	217 m
Širina	42 m
Vrsta motora	B&W
Model motora	9S90ME-C8
Snaga motora	17500 kW
Godina izgradnje	1999
Graditelj	CSBC – KAOHSIUNG, TAIWAN
Klasifikacija	DET NORSE VERITAS
Luka broda	Valletta
Vlasnik	NGLO EASTERN SHIPMANAGEMENT – HONG KONG, CHINA
Menadžer	NGLO EASTERN SHIPMANAGEMENT – HONG KONG, CHINA

Na slici 21. Prikazan je brod *Black Marlin*.



Slika 21. Black Marlin [23]

6.2. OSTALI POLUURONJIVI BRODOVI

6.2.1. Dockwise Vanguard

BOKA Vanguard (*ranije Dockwise Vanguard*) poluuronjivi brod za prijevoz teškog tereta koji se nalazi u vlasništvu i kojim upravlja *Dockwise B. V.* *Dockwise Vanguard* najveći je brod takvog tipa ikad izgrađen i može prevoziti teret do 110.000 t. *Dockwise Vanguard* dizajniran je za prevoz postrojenja za naftu i plin na moru, ali također može prevoziti druge brodove i djelovati kao suhi dok.

Kako su postrojenja za naftu i plin na moru porasla, *Dockwise* je otkrio tržište za brod koji bi mogao prevoziti najveće plutajuće naftne instalacije do odredišta, smanjujući vrijeme i troškove transporta i omogućujući ekonomično građenje postrojenja u brodogradilištu.

U suradnji s Deltamarinom sa sjedištem u Finskoj, dizajnirali su brod nazvan brod za prevoz teškog tereta tipa 0, kasnije preimenovan u *Dockwise Vanguard* nakon internog natjecanja u kojem su pobijedili Gerry Sarlis i Anthony van Ginkel. U 2014. *Dockwise* je započeo studiju izvodljivosti većeg nasljednika *Dockwise Vanguarda*.

Dockwise Vanguard ima ravnu palubu bez pramca dimenzija 70 do 275 m (230 do 902 ft), koja omogućuje teret dulji i širi od palube. Njena paluba je 70% veća od *MV Blue Marlin*, trećeg najvećeg broda za teške terete. Nadgradnja mosta i dnevnog područja nalazi se na krajnjoj strani bočne strane, a paluba također sadrži četiri pomična kućišta uzgona. Vodootporna paluba omogućava da voda teče preko palube bez rizika za brod.

Vanguard je dolje potopljen što joj omogućuje da podigne brodove ili sustave iz vode i stavi ih u vodu. Kad su njezini balastni tankovi preplavljeni, njena paluba leži do 16 metara ispod površine što joj omogućava rukovanje teretima. Tereti se tada mogu prelijevati iznad nje, a njezini se spremnici s balastima ispuštaju što joj omogućuje podizanje i prijevoz tereta do 110.000 tona, 50% više od *Blue Marlina*. Također može prenositi velika teretna vozila. Brod može primiti četrdeseto članu posadu.

Prvi teret koji je prevezao *Dockwise Vanguard* bio je *Jack / St. Malo*, naftna platforma od tvrtke Samsung Heavy Industries u Južnoj Koreji do Meksičkog zaljeva. S 53.000 tona, *Jack / St. Malo* je najveća poluuronjiva plutajuća naftna platforma ikad izgrađena, a ukrcana je u veljači 2013. Očekivalo se da će putovanje trajati nešto manje od dva mjeseca. Od 2013., *Dockwise Vanguard* imao je narudžbe za još dvije isporuke, *Goliat FPSO* kasnije 2013., a platformu *Aasta Hansteen* u 2015., obje je izgradila Hyundai Heavy Industries. Duga 193 m (633 ft) platforma *Aasta Hansteen* trebala bi od 2013. biti najveća proizvedena plutajuća platforma.

Dockwise Vanguard može pružiti suhi dok na moru, omogućavajući brodovima i plutajućim naftnim platformama podizanje iz vode na pregled ili održavanje bez prekida u proizvodnji. Očekivalo se da će to biti ekonomski korisno za operatore tako što će omogućiti održavanje bez vuče tegljača do pristaništa i izvaditi ih iz službe mjesecima. U ljeto 2013. *Dockwise Vanguard* korišten je kao suhi dok za poluuronjivu platformu *Noble Paul Romano* luci Valletta i tik uz obalu Malte, jer nije bilo nijednog lokalnog suhog doka koji bi bio dovoljno velik za postavljanje. U ljeto 2019. godine *BOKA Vanguard Carnival Cruise Lines* koristili su kao plutajući suhi dok za popravke azipodnog sustava *Carnival Vista*, nakon zatvaranja jednog suhozida u brodogradilištu Grand Bahama nakon što se jedan od dizalica suhog doka srušio na Karibima.

U rujnu 2013. predloženo je da *Dockwise Vanguard* prenese *Costa Concordia* iz Izole del Giglio u spasilačko društvo u Italiju zbog kvara, a *Costa Crociere* najavio je operaciju u iznosu od 30 milijuna dolara u suradnji s *Royal Boskalis Westminster* sljedećeg mjeseca do koristiti brod.

U slučaju, *Dockwise Vanguard* nije korišten, a *Costa Concordia* je izvučena u srpnju 2014. godine. u Genovi [22]. U tablici 2. prikazane su specifikacije broda *Boka Vanguard*.

Tablica 2. Specifikacije broda Boka Vanguard [22]

Ime broda	Dockwise Vanguard (2013-2018) Boka Vangurad (od 2018)
Vlasnik	DOCKWISE SHIPPING B.V.
Luka	Willemstad
Datum naručivanja	02.listopada 2011
Graditelj	HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES
Cijena	240 000000 US dolara
Imenovan	30. studenog 2012
Porinúće	07. listopada 2012
IMO broj	9618783
Pozivni znak	PBDI
MMSI broj	244656000
Vrsta broda	Brod za prijevoz teškog tereta
Tonaža	116,73 DWT
Istisnina	91.238 t
Dužina	275 m
Širina	75 m
Vuča	11 m (u plovidbi) 31 m (potopljeno)
Instalirana snaga	2X WARTSILA 12V38 2X WARTSILA 6L38 Kombinirano 27 000 kW
Propulzija	2 brodska vijka

	2 azimutna potisnika 1 pramčani potisnik
Brzina	14 čv
Broj članova posade	40

Na slici 22. prikazan je *Boka Vanguard* bez tereta.



Slika 22. Boka Vanguard bez tereta [22]

Na slici 23. Prikazan je *Dockwise Vanguard* u luci Maasmond, Rotterdam 2014.



Slika 23. Dockwise Vanguard u luci Maasmond, Rotterdam 2014 [22]

6.2.2. Mighty Servant 1

Mighty Servant 1 je brod težak 29 000 t koji može prevoziti veoma velika plovila i obalne platforme. Izgrađena za nizozemsku brodarsku tvrtku Wijsmuller Transport, koja se 1993. godine spojila s *Dock Express Shippingom*, te je postala grupa za podizanje teških teretnih vozila sa sjedištem u Bredi. *Mighty Servant 1* nosio je stvari poput naftnih platformi i plutajućih suhих dokova. Izvorno široka 40 m (130 ft), povećana je na 50 m (160 ft) oko 1999. kako bi podigla proizvodnu instalaciju P36.

Mighty Servant 1 može nositi najteže polu-uronjive jedinice za bušenje, jack up prstenovi i velike plutajuće proizvodne platform [25].

Na slici 24. prikazan je brod *Mighty Servant 1*.



Slika 24. Mighty Servant 1 [25]

U tablici 3. prikazane su specifikacije broda *Mighty Servant 1*.

Tablica 3. Specifikacije broda *Mighty Servant 1* [25]

Ime broda	Mighty Servant 1
Vlasnik	Dockwise Shipping B.V.
Luka registra	Netherlands Antilles, Willemstad
Brodogradilište	Oshima Shipbuilding, Oshima, Japan
IMO broj	8130875
MMSI broj	306812000
Tip broda	Poluurodnjivi brod za prijevoz teških tereta
Težina	29,193 GT 40,910 DWT
Dužina	190.03 m
Širina	40 m

Vuča	4 m (minimalno) 8.77 m (u plovidbi) 26 m (potopljeno) 14 m (maksimalni teret)
Dubina	12 m
Prazna paluba	50 X 150 m
Propulzija	2X 6,770 kW WARTSILA 12V38A Dizel Generatora,propeleri pokretn sa 4 električna motora snage 3100 Kw svaki
Brzina	14 čv
Broj posade	20

6.2.3. Mighty Servant 2

Mighty Servant 2 bio je poluronjivi brod težak 29 000 tona, kojim je upravljao *Dockwise*. Brod je 1988. Privukao svjetsku pažnju zbog prevoza miniranog američkog zrakoplova Samuela B. Roberta iz Dubaija u Newport, Rhode Island.

Brod je 1983. godine sagradio *Oshima Shipbuilding Co. Ltd.* u Ōshimi u Japanu za nizozemsku brodarsku kompaniju Wijsmuller Transport koja se 1993. godine spojila s *Dock Express Shippingom* sa sjedištem u Bredi, *Dockwise Shipping BV*. Plovilo se prevrnulo 1999. godine, a 2000. godine je bačeno u staro željezo [25].

Mighty Servant 2 bio je sposoban nositi najteže poluronjive jedinice za bušenje, polupotopne podmetače i špalete s nacrtima do 14 m. Većinu tereta su činile naftne platform i pripadajuća oprema. Kad je utovarivao svoje terete, brod je ubacio tisuće tona vode u balastne tankove, potapajući svoju palubu pod vodu. Teret bi se postavio u položaj, nakon čega bi *Mighty Servant 2* (što znači *moćni sluga*) polako ispumpavao, podižući palubu u položaj za plovidbu.

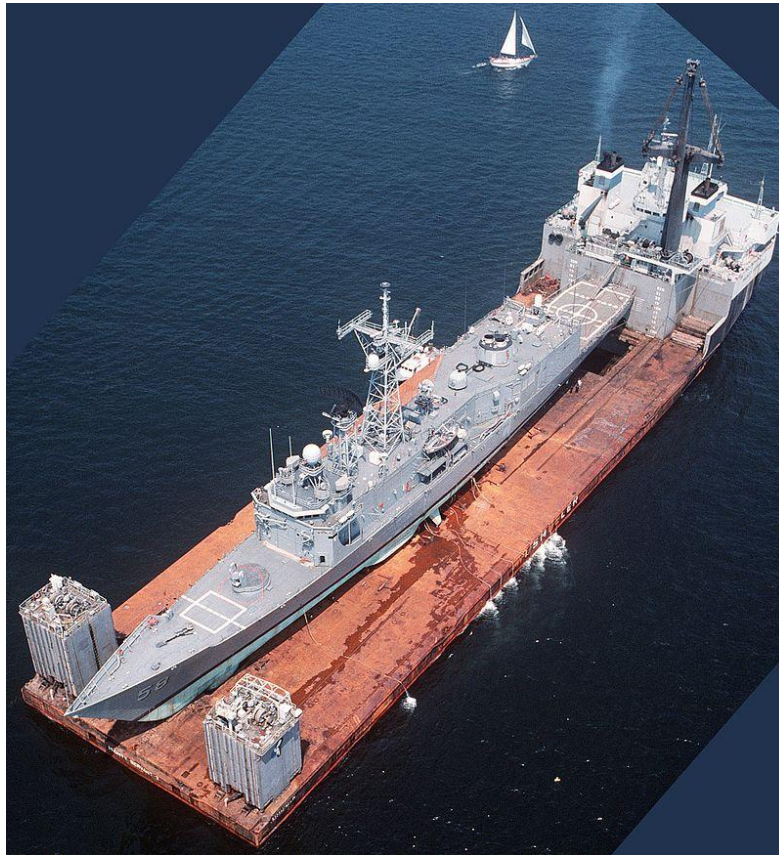
Njezin najpoznatiji posao bio je prijevoz u američke mornarice Samuel B. Roberts iz Dubaija u Newport na Rhode Islandu u srpnja 1988. Nakon što je vođena raketna fregata 14. travnja 1988. udarila u minu u Perzijskom zaljevu. 125-metarska fregata jedva se uklopila na teretnu palubu *Mighty Servant 2*, trebalo je izrezati rupe kako bi se prilagodila kupola te se postaviti stabilizirajuće peraje. Operaciju, koju su nadzirali ronionci i podvodni video-nadzornici, trajali su 12 sati. Oko 20 članova posade s 200 članova ostalo je u zrakoplovu tijekom 30-dnevnog putovanja koji je iznosio 8.100 km. USS *Fahrion* ispratio je USS *Samuela B. Roberta* iz Dubaija kroz Hormuški tjesnac. Operacija je dobila medijsku pozornost širom svijeta.

Mighty Servant 2 imao je dva sestrinska broda, *Mighty servant 1*, izgrađen 1983., i *Mighty servant 3*, sagrađen 1984. oba su izgrađena za *Wijsmuller Transport*.

8. prosinca 2006. godine *Mighty Servant 3* potonuo je u blizini luke Luanda u Angoli, dok je istovarivao brod za bušenje *Aleutian Key*. Žrtava nije bilo. *Dockwise Shipping* je u kolovozu 2009. izvijestio da je vraćen u upotrebu.

Mighty Servant 2 je potonuo 2. studenog 1999. godine u blizini indonezijskog otoka Singkep. Brod je bio na putu iz Singapura do Cabinde u Angoli, noseći 8,790-tonski modul za proizvodnju kopna sjeverne Nembe Topsides. Brod se prevrnuo u navodno mirnim morima. Hidrografskim pregledom tog područja kasnije je otkriveno neobilježeno područje granatama. Poginulo je pet članova posade, uključujući dvojicu Nizozemca i dva Filipinca. Za *Mighty Servant 2* proglašen je potpuni gubitak. Olupina je 2000. godine preimenovana u *T2*, prevezena je u Alang, Indija, i uništena [25].

Na slici 25. *Mighty Servant 2* prevozi *USS Samuel B. Roberts* iz Dubai-a do Newport, R.I.,1988.



Slika 25 *Mighty Servant 2* prevozi *USS Samuel B. Roberts* iz Dubai-a do Newport, R.I.,1988. [25]

6.2.4. *Mighty Servant 3*

Mighty Servant 3 je poluronjivi brod težak 27 000 t. Njegova paluba iznosi 40 x 140 m. Brod je 1984. godine izgradila tvrtka *Oshima Shipbuilding Co. Ltd.* u Ōshimi u Japanu za nizozemsku brodarsku tvrtku *Wijsmuller Transport* koja se 1993. godine spojila s *Dock Express Shippingom* te, *Dockwise Shipping B.V.* sa sjedištem u Bredii.

Većina tereta koji je prevozio *Mighty Servant 3* čine naftne opreme za bušenje. Kada utovari svoje mamut terete, on preuzima tisuće litara vode u balastne tankove, zbog čega se teretna paluba može potopiti. Nakon što se teret prebaci na svoje mjesto, balastni spremnici se ispraznjuju crpkama, polako podižući palubu iznad vodene linije u položaj za plovidbu.

Godine 2010, *Mighty Servant 3* opremljen je opremom za čišćenje ulja i korišten je u čišćenju izlivanja nafte Deepwater Horizon u Meksičkom zaljevu. 8. prosinca 2006., *Mighty 3* potonuo je u blizini luke Luanda u Angoli, dok je istovarivao brod za bušenje *Aleutian Key*. Tijekom iskrcanja tereta, brod nije poštivao pravila i nastavio je spuštanjem izvan granica dizajna. Nije bilo žrtava, niti oštećenja [25].

Nakon pet mjeseci odmora na morskom dnu spasila ga je nizozemska tvrtka za spašavanje Smit International i predala vlasnicima 26. svibnja 2007. Za izvlačenje plovila s morskog dna korišten je 1.200 t *Sheerleg Taklift 7* u kombinaciji, pumpanjem zrak pod tlakom u zatvorene odjeljke *Mighty Servant 3*. Prevezen je u Cape Town radi popravka, stigao je u nedjelju 17. lipnja 2007. Nakon opsežne obnove, u Zwolle by Wärtsilä, u kolovozu 2009. vraćena je u službu. Na slici 26. prikazan je brod *Mighty Servant 3*.



Slika 26. Mighty Servant 3 [25]

6.3. FLO-FLO OPERACIJE

Brod za prijevoz teškog tereta je plovilo dizajnirano za premještanje vrlo teškog tereta koji ne mogu prevoziti ostali tipovi brodova. Postoje dvije vrste: poluronjiva plovila koja mogu drugi brod izvući iz vode i prevesti ga te plovila koja prevoze utovarne uređaje u neadekvatno opremljenim lukama. Poluronjiva plovila su više poznata kao *flo / flo* tehnologija prekrcanja.

Ova plovila imaju dugu i nisku palubu između pilotske kućice prema naprijed i na krmi strojnog prostora. U površnom je obliku pomalo sličan suhom brodu za rasuti teret ili nekim oblicima broda za prijevoz nafte. Njegovi balastni spremnici mogu se pretopiti tako da spuste palubu bušotine ispod vodene površine, omogućujući tako se druga plovila ili drugi plutajući teret premjeste u položaj za utovar. Tada se spremnici ispumpaju, a paluba se digne s teretom. Za uravnoteženje tereta, različiti se spremnici mogu pumpati neravnomjerno [21].

Najveća korisnička baza flo / flo industrije je naftna industrija. Prevezli su mnogo postrojenja za bušenje nafte (*brodovi flo / flo mogu prevoziti terete sa svog gradilišta do mjesta bušenja s otprilike tri do četiri puta većom brzinom od samopostrojenja*). Brzo postavljanje postrojenja na mjesto bušenja može dovesti do velike uštede za naftnu industriju. Također prevoze i drugi ogromni teret i jahte.

Bova je iskopana od brodogradilišta do nasipa pomoću tegljača. Barža je balastirana na razini pristaništa, dok bova se nalazi na barži palube. Bova je osigurana i spremna je za početak flo-flo operacije, a tegljač je također sprema [21]. Slika 27. prikazuje flo-flo operaciju.



Slika 27. Flo-flo operacija [21]

Tegljač koji se povezuje s teretom (*plutača*), tako da se teret može povući kad bude potrebno. Tegljač koji pomaže spaja se sa svojom baržom. Nakon uklanjanja bilo kojeg morskog pričvršćenja, barža će tada biti balastirana. Balastiranje će prestati kada se postigne minimalni zahtjevani gaz.

Float off zahtjevi:

- dubina trupa teglenice,
- visina križanja,
- čista paluba,
- plutajući nacrt tereta,
- ova mjerenja daju minimalnu dubinu vode potrebnu za svaku operaciju,
- barža mora biti zaklonjenom prostoru području s ravnim morskim dnom,
- formirati nasip.

Float off operaciju je moguće započeti samo onda kada je sigurno. Balast koji se nalazi u krmi barže je povećan, te započima potapanje ispod vodne linije. Barža je potopljena ispod vodene linije. Postovi vodiča mogu biti viđeni, što će održavati položaj plutače dok pluta. Plutača je sada potpuno potopljena i uskoro će plutati slobodno. Postovi vodiča još uvijek mogu biti viđeni kako bi zadržali plutaču na mjestu. Barža je uronjena na kut, a ne vodoravno. Ovo je za održavanje stabilnosti pomoću morskog plana, sve do krmenog kraja barža je dotakla morsko dno i sigurno nasjeda. Slika 28. prikazuje uranjanje barže pod kutom.



Slika 28. Uranjanje barže pod kutom [21]

Krajnji kraj barže se sada uronio, a prednji kraj će uskoro biti potopljen, bova će slobodno plutati. Balasna voda se nalazi u prednjim tankovima, pramac barže će uskoro biti potopljen [21].

Slika 29. prikazuje baržu koja je u potpunosti uronjena.



Slika 29. Barža je u potpunosti uronjena [21]

Barža je u potpunosti potopljena te su vidljivi samo postovi vodiča. U područjima svijeta koja su izložena većim plimnim rasponima, teglenice su u stanju iskoristiti diferencijalne vodostaja između plime i oseke, za vrijeme ukrcaja i iskrcaja. Pri izvođenju ukrcajnih operacija moguće je koristiti plimu kako bi se bez napora ukrcao teret na palubu.

7. RO-RO TEHNOLOGIJA PREKRCAJA

7.1. RO-RO TERETI

Kod prijevoza ro-ro tereta u pomorskom prometu osnovno je obilježje ukrcaj koji se obavlja u horizontalnom smjeru. Teret se ukrcava na brod horizontalno preko brodske rampe koja povezuje skladišni prostor i operativnu obalu vlastitim pogonom ili se prevozi do mjesta predviđenog za slaganje. Učvršćivanje se obavlja skupa s prijevoznim sredstvom u slučaju da ono ostaje na brodu tijekom prijevoza. Prihvat i otprema ro-ro tereta na brod i s broda obavlja se na sljedeće načine[5]:

- cestovnim vozilima s vlastitim pogonom,
- prikolicama koje se koriste u cestovnom prometu,
- ro-ro prikolicama koje su često i dio brodske opreme,
- viljuškarima i raznim vrstama transportnih prijevoznih sredstava opremljenih prema obilježjima tereta.

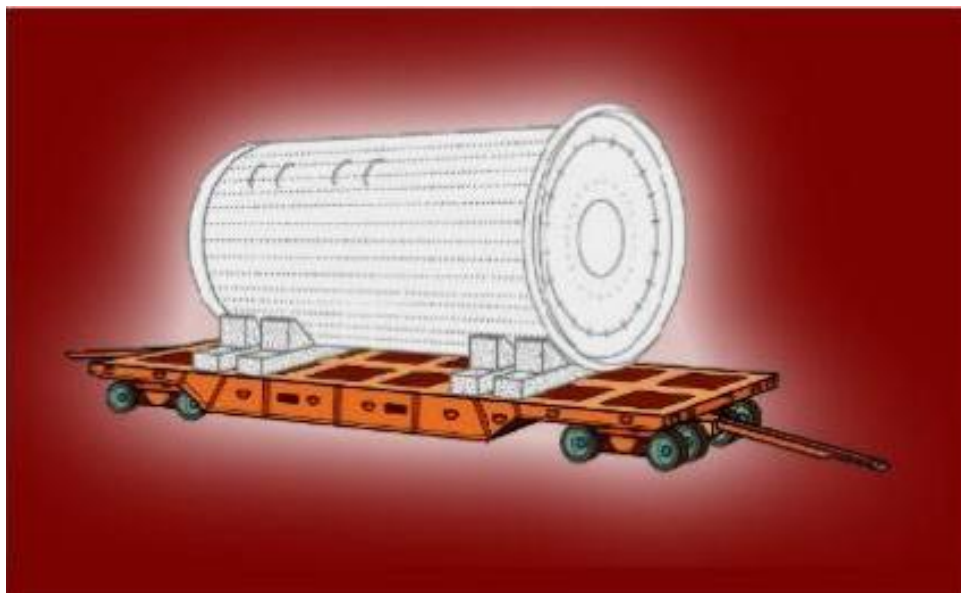
Prijevoz cestovnih vozila s vlastitim pogonom najčešće je viđen način primjene ro-ro tehnologije. Ro-ro brodovi mogu prevoziti sve vrste cestovnih vozila, međutim zbog bolje iskoristivosti skladišnog prostora i brže manipulacije oni se prilagođavaju određenoj vrsti vozila. Specifičnost ovog načina je mogućnost ukrcaja izravno s kopnenih prometnica. Prikolice koje se koriste u cestovnom prometu koriste se za prijevoz raznovrsnog generalnog tereta. Prije samog ukrcaja na brod slažu se na određenom dijelu luke, odakle se s posebnim lučkim vučnim vozilima dopremaju u brodsko skladište. Na slici 30. je prikazano vučno vozilo s cestovnom prikolicom, te način slaganja prikolica na palubu broda gdje do izražaja dolazi veća iskoristivost prostora prikolica bez vozila.



Slika 30. Lučka manipulacija prikolicama cestovnog prometa [12]

Ro-ro prikolicice koje se koriste u pomorskom prometu i koje su često dio brodske opreme razlikuju se prema namjeni i obilježjima, odnosno vrstama tereta koji se krca na njih. U nastavku su opisane prikolicice koje se najčešće koriste. Ro-ro prikolica namijenjena prijevozu kontejnera i lakših koleta-prijevoz je vrlo sličan prijevozu cestovnih prikolica bez vozila. U brod se slaže pomoću vučnog vozila, te kolet i kontejner ostaju na prikolici tijekom prijevoza.

Na slici 31. je prikazana sklopiva spuštена prikolica za teške terete-koristi se za prijevoz generatora, turbina, transformatora i sličnih manje i srednje teških tereta. Sastoji se od dva para kotača na prednjoj i stražnjoj strani koji nisu fiksni, nego se ubacuju kod potrebne manipulacije platforme i tereta. Kotači se podbacuju ispod platforme pomoću dva viljuškara, nakon čega se teret učvršćuje i transferira na brod s vučnim vozilom. Na brodu se kotači izmiču, te se platforma podlaže drvenim ili čeličnim gredama.



Slika 31. Sklopiva spuštена RO-RO prikolica [13]

Na slici 32. prikazana je spuštena prikolica-ima prvenstvenu namjenu prijevoza teških koleta i kontejnera. Kao i kod prethodnih prikolica na brod se odvozi vučnim vozilom, a iskrcava viljuškarima koji su posebno opremljeni s obzirom na konstituciju koleta.



Slika 32. Spuštena ro-ro prikolica [13]

Viljuškari i razne vrste transportnih prijevoznih sredstava-koriste se za ukrcaj i iskrcaj tereta na brodu. Prvotna namjena viljuškara je manipulacija paletiziranim teretom, međutim korištenjem dodatne opreme oni se prilagođavaju raznim vrstama generalnog tereta. Kad se radi o ro-ro brodovima važnu ulogu u odvozu i dovozu tereta na kotačima imaju vučna vozila, bez kojih je nezamislivo optimalno obavljanje lučkih poslova.

7.2. POVIJESNI RAZVOJ I DEFINICIJA RO-RO BRODOVA

Brodovi za prijevoz tereta na kotačima spadaju u specijalizirane brodove, te se svojim osobinama i namjenom bitno razlikuju od ostalih vrsta brodova. Prema *Kodeksu* koji je donesen od strane IMO-a (eng. *International maritime organization*) *ro-ro brod je takav brod koji ima jednu ili više zatvorenih paluba koje nisu podijeljene i najčešće se protežu cijelom duljinom broda. U njega se ukrcava ili iskrcava redovito u vodoravnom smjeru roba pakirana ili u rasutom stanju, u cestovnim vozilima ili na njima (uključuju i cestovna vozila), prikolicama, kontejnerima, paletama, rasklopivim ili prenosivim tankovima, odnosno u sličnim jedinicama prijevoza odnosno na njima ili u drugim posudam* [6].

Svoj povijesni razvoj započinju u Škotskoj gdje se u primjenu stavlja prvi trajekt koji prevozi ro-ro teret, u tom slučaju željezničke vagona. Ro-ro brodovi razvijaju se usporedno s integralnim i MMT-om, jer su i sami dio ovog tipa transporta. U 60-im godinama prošlog stoljeća dolazi do uspostavljanja velikog broja kratkih linija na području Sjevernog i Baltičkog mora, koje se danas nastoje ponovno oživjeti kroz program Marco Polo odnosno Marco Polo II . Nosivost ro-ro brodova u počecima primjene iznosila je do 2.000 t, da bi se postupno počeli graditi brodovi nosivosti preko 10.000 t. Kad govorimo o nosivosti današnjih ro-ro brodova onda se radi brojkama iznad 30.000 t. Dužina parkirne trake takvih brodova dosegla je s početnih 100 i 200 m preko 2000 m. Ro-ro brodovi su svoje prednosti i dobre rezultate dokazali u početku na kratkim relacijama, zatim i na dugim relacijama. Prvenstveno su do izražaja došle dobre prekrcajne norme, koje omogućuju ro-ro tehnologiji najnižu visinu troškova po jedinici tereta od bilo kojeg drugog sustava.

Danas se ro-ro tehnologija uspješno kombinira s drugim tehnologijama. Tada govorimo o višenamjenskim brodovima koji uz prijevoz ro-ro tereta, na svojoj glavnoj palubi prevoze nekoliko redova kontejnera. Zbog nedostatka prikolica, poluprikolica i trejlera, konvencionalni tereti se krcaju i u trup broda tako da ih se odvozi i dovozi viljuškarima. Navedeni način nije uobičajen iako uz dobru organizaciju bitno ne utječe na brzinu manipulacije, primjenjuje se samo u nuždi. Ro-ro brodovi su izgrađeni i namijenjeni prijevozu isključivo tereta na kotačima [4].

7.3. KLASIFIKACIJA RO-RO BRODOVA

Glavni segmenti po kojima se razvrstavaju ro-ro brodovi su: veličina, gaz, namjena i vrsta tereta za čiji su prijevoz građeni. Početkom sedamdesetih godina za ovu vrstu brodova bilo je ključno na kojoj će udaljenosti obavljati prijevoz. Tako se razvila podjela prema dužini relacije na kojoj brod plovi. Međutim se sve češće spominju brodovi triju generacija, koji se dijele prema nosivosti, dužini plovidbe i prema vremenu u kojem su građeni[4].

7.3.1. Podjela ro-ro brodova prema gazu

Gaz broda je iznimno važan podatak kako za luku ukrcaja/iskrcaja, posadu koja upravlja brodom tako i za sve sudionike pomorsko plovidbenog pothvata. U vrijeme kada je Međunarodna komisija za standardizaciju davala prijedlog za dubinu veza uz obalu, vodili su se činjenicom da je većina ro-ro brodova u to vrijeme imala gaz manji od 6 m. Stoga je preporuka bila da se grade vezovi s dubinom od 6.1 m, a svi ro-ro brodovi podjele u dvije grupe[4]:

skupina A – brodovi s gazom manjim od 6 metara,

skupina B – brodovi s gazom preko 6 metara.

Navedena podjela u današnje vrijeme nije relevantna iz mnogo razloga. Prvenstveno granica s gazom od 6 metara stavlja vrlo mali broj brodova u prvu skupinu. Također brodovi za kraće relacije koji bi se ovom podjelom trebali uklopiti u skupinu A su velikih dimenzija i gazova koji ih svrstavaju u B skupinu brodova. Unatoč velikom disbalansu i samoj nefunkcionalnosti ove podjele ona se još uvijek koristi u radovima.

7.3.2. Podjela ro-ro brodova prema namjeni

Kada govorimo o podjeli ro-ro brodova prema namjeni oni se razlikuju po teretu koji prevoze, načinu rukovanja teretom i konstrukcijskim osobinama. Prema ovoj razdiobi razlikujemo sedam grupa brodova, koji uz puni naziv imaju i pripadajuće kratice. Danas u primjeni nailazimo na izmjene kratica kod nekih vrsta brodova, koje su razumljive i prihvaćene gotovo svugdje u svijetu.

Navedene kratice nalaze se u zagradi uz prijašnji naziv, a podjela je izvedena na sljedeći način[8]:

- *RO-RO (eng. Freight ro-ro)* – čisti ro-ro brodovi za kratke i duge udaljenosti, koji teret na kotačima mogu krcati isključivo horizontalnom manipulacijom,
- *CAPA (Ro-pax)* – čisti ro-ro brodovi, koji mogu ukrcati više od 12 putnika (obično vozača vozila koja prevoze). Prema SOLAS konvenciji iz 1977. Godine, ovi brodovi morali su biti građeni prema *tructor jednog prostora*,

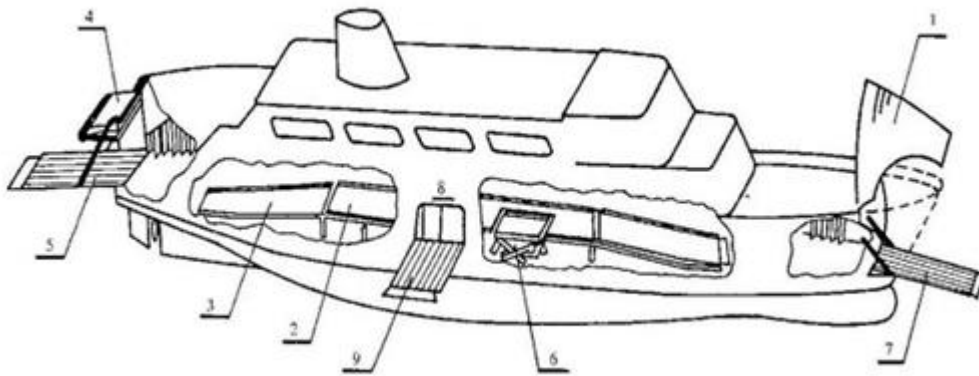
- *CACA (PCC)* – brodovi duge i kratke plovidbe ro-ro sustava za prijevoz,
- *CONV* – ro-ro brodovi koji imaju tradicionalnu opremu za suhi teret, ali kombiniranu s ro-ro prilazom za jednu ili više paluba,
- *CONT (ConRo)* – tradicionalni brodovi za prijevoz kontejnera i s mogućnošću ro-ro prilaza na jednu ili više paluba,
- *PACA (eng. Ferry)* – putnički trajekti građeni za prijevoz ro-ro prikolica na kratkim relacijama. Ovi brodovi po odredbama SOLAS konvencije iz 1977. su morali biti konstruirani prema *structur jednog prostora*,
- *HYBR* – hibridni (*miješani*) ro-ro brodovi, kombinacija ro-ro broda i broda za prijevoz nekog specijalnog tereta, npr. drva, nafte, ulja, vina, teških tereta. Navedene grupe u potpunosti ne obuhvaćaju sve vrste brodova koje koriste ro-ro tehnologiju, a od autora do autora se i razlikuju nazivi. Posebno se izdvajaju brodovi izgrađeni za plovidbu na duge relacije (engl. Deep sea ro-ro ships), a dijele se u četiri skupine[7]:
 - *R* grupa – čisti ro-ro brodovi za prijevoz tereta na kotačima, koji teretom na kotačima mogu manipulirati samo horizontalno (*eng. Pure ro-ro vessels*),
 - *C* grupa (*ConRo*) – kombinirani brodovi za prijevoz ro-ro tereta na kotačima koji se manipulira horizontalno preko rampi i tereta kontejnera koji se manipuliraju vertikalnom manipulacijom lo-lo (*eng. Ro-ro container vessels*),
 - *G* grupa –(*Ro-ro-Lo/lo*) kombinirani brodovi za prijevoz ro-ro tereta na kotačima koji se manipulira horizontalno preko rampi s mogućnošću krcanja konvencionalnog generalnog tereta na klasičan način kroz grotla lo-lo manipulacijom (*eng. Ro-ro general cargo vessels*),
 - *H* grupa – specijalni ro-ro brodovi za ukrcaj i prijevoz posebno teških i voluminoznih tereta (*eng. Ro-ro heavy lift vessels*).

Uobičajeno prevoze autobuse, kamione, građevinske strojeve, vojnu mehanizaciju i sl.

7.4. KONSTRUKCIJSKE ZNAČAJKE RO-RO BRODOVA

Ro-ro brodovi kao jedinicu tereta prevoze teret na kotačima, najčešće su to kamioni, prikolice. Zbog specifičnosti prijevoza takve vrste tereta ovi brodovi se konstrukcijski uvelike razlikuju od drugih tipova brodova. To se ogleda prvenstveno u omjeru dužine i širine koja kod konvencionalnih brodova iznosi 7-8 : 1, dok se kod ro-ro brodova radi o 5-6,5 : 1. Toliki omjer dužine i širine kod ro-ro brodova omogućava prijevoz većeg broja teretnih jedinica, te kvalitetniju i bržu manipulaciju. Problem koji se javlja kod ovog oblika trupa broda je velika poprečna stabilnost koja ih čini prestabilnim, što nije poželjna osobina broda u plovidbi[4]. Druga svojstva koja su karakteristična za ro-ro brod jesu brodske rampe i vrata na boku broda koja imaju svrhu mosta između operativne obale i skladišta broda. Unutrašnjost broda nalik je na velike hangare-skladišta, koja nisu odijeljena nepropusnim pregradama. Radi se o prostorima koji svojom prostranošću omogućuju bolju prohodnost i slaganje.

Ro-ro brodovi uzdužno su podijeljeni palubama, a obično se radi o tri palube. Palube su ojačane da bi mogle podnijeti velike mase kamiona, prikolica, vučnih vozila s teretom i sl. Za prijenos tereta s jedne palube na drugu koriste se unutarnje rampe. Uobičajeno visina među palubama iznosi između 4,5 i 7 m, dok brodovi za prijevoz vozila imaju više paluba i razmak im iznosi od 1,6 do 2,2 m. Razmak između paluba od 7 m omogućava smještaj dva reda kontejnera po visini[4]. Različite visine vozila i prikolica koje se prevoze ro-ro brodovima dovode do puno neiskorištenog prostora. Kod nekih brodova taj problem je riješen s pomičnim palubama, koje se prilagođavaju visini vozila. Pogonski strojevi koji se ugrađuju u ro-ro brodove najčešće su srednjehodni motori koji usporedno sa sporohodnim motorima iste jačine zauzimaju 2/3 manje prostora i 3-4 puta su manje težine. Kako se motori smještaju ispod glavne palube i krmene rampe težina i veličina igraju važnu ulogu, stoga su često u upotrebi i plinske turbine.



Slika 33. Shematski prikaz ro-ro broda sa označenim dijelovima[4]

Gdje je:

1. vizir pramčane aksijalne rampe,
2. paluba za vozila,
3. unutarnja kosa rampa,
4. krmena vrata,
5. krmena rampa,
6. lift,
7. pramčana aksijalna rampa,
8. otvor na boku broda,
9. bočna rampa.

7.4.1. Aksijalne rampe

Aksijalne rampe se nalaze na pramcu ili na krmi broda postavljene u smjeru uzdužnice broda. Za normalnu povezanost s obalom brod mora pristati okomito na obalnu liniju. Ova vrsta rampi se veoma često se ugrađuje na ro-ro brodove. Procjenjuje se da je 90% ro-ro brodova namijenjenih za prijevoz vozila i tereta na kotačima opremljeno s ovom vrstom rampe. Glavne karakteristike aksijalnih rampi su [4]:

- relativno mala masa (*približno 50 t*) – jednostavna konstrukcija i niska cijena proizvodnje,
- nepropusno zatvara krmeni ili pramčani otvor i zato nisu potrebna vodonepropusna vrata.

Aksijalne rampe primjenjuju se u lukama gdje su razlike između plime i oseke vrlo malene. Pogodne su za trajekte koji plove u linijskoj plovidbi tj. između luka s po njima odgovarajućim vezovima. Veći brodovi opremljeni aksijalnim rampama obično imaju dvije sekcije.

7.4.2. Otklonjene rampe

Otklonjene rampe ugrađuju se na pramčanoj ili krmenoj strani tako da s uzdužnom osi broda zatvaraju kut od 30 do 45 stupnjeva. Jambo rampe koje se danas koriste su duge preko 50 m, s kolnom trakom širokom 12 m, nosivošću 400 t, a omogućavaju nesmetan rad u lukama gdje je plima i oseka do 8,5 m [4,9]. Za razliku od aksijalnih rampi ili rampi koje se spuštaju u smjeru uzdužnice broda, otklonjene rampe ne zahtijevaju obalu "L" profila ili četverovez.

Uz manipulaciju tereta putem otklonjene rampe nesmetano se obavlja ukrcaj iskrcaj tereta lo-lo tehnologijom (*primjerice kontejnera*), preko bočnih vrata i suprotne rampe ako je brod posjeduje. Mana koja dolazi do izražaja kod ovog tipa rampe je da se brod mora privezati uvijek istom stranom za operativnu obalu. Neke luke imaju ograničen prostor za manevar, stoga namještanje broda na valjanu stranu može biti otežano. Otklonjena rampa sastoji se od 3 sekcije. Zglobni hidraulični cilindri koji se nalaze između 1. i 2. sekcije sadrže senzore koji usklađuju položaj rampe naspram visine obale. Samo manevriranje rampom obavlja se pomoću dva hidraulična vitla koji su preko čelične užadi povezani s koloturnicima na krmenim stupovima i samoj rampi. Brodovi s krmenim rampama velikih dimenzija tijekom prijevoza rampe sklapaju dok se one manje drže uspravno uz brod. Slika 34. prikazuje otklonjenu rampu PCC broda u luci Koper.

Na slici 34. se da uočiti sekcijnska podjela rampe, koloturnici, čelična užad i sekundarno vitlo.



Slika 34. Otklonjena krmena rampa ro-ro broda [14]

7.4.3. Krmene okretne rampe

Okretne rampe vrlo su slične otklonjenim kako izgledom tako i svojstvima. Kod projektiranja okretnih rampi misao vodilja je bila ukomponirati sve prednosti dotadašnjih izvedbi, a mane ukloniti ili barem umanjiti. Krmenu okretnu rampu moguće je postaviti u 3 položaja: Na lijevi ili desni bok, te ravno po uzdužnici broda. Samim tim više nije bitno na koju stranu brod pristaje. Rampa se spušta uz pomoć hidrauličnih vitala kao i otklonjena do određenog kuta (oko 30°), kada se pomoću sekundarnih vitala druga sekcija odvaja od prve. Taj položaj omogućava okretanje rampe u određenu stranu. Prije nego rampa ostvari kontakt s obalom ne smije biti ispravljena, već treba zatvarati kut manji od 164°. Krmena okretna rampa sastoji se od 4 sekcije [3]:

1. okretne sekcije koja rotira oko centralne osi smještene u ležaj privezan za strukturu koja se naslanja na kružni ležaj,
2. prve sekcije koja je učvršćena na okretnu. Na toj sekciji su fiksirana manevarska užeta koja na drugom kraju umetnuta u užetnike postavljene na stupu, odakle

produžuju na manevarska vitla. Na toj sekciji su postavljena i sekundarna vitla koja upravljaju drugom sekcijom,

3. druge sekcije, koja je učvršćena na prvu. Okvir se podešava i ukrućuje hidrauličkim cilindrima, potpuno automatski. Krajevi užeta sekundarnih vitala prolaze kroz ugrađeni sustav užnica,
4. treće sekcije koja je zapravo produžetak flop povećane površine zbog smanjenja specifičnog opterećenja obale.

7.4.4. Bočni otvori i rampe

Ro-ro brodovi vrlo često imaju otvore na boku broda koji su opremljeni rampom manje dimenzije. Može se reći da se radi o sporednoj rampi za ukrcaj manjeg tereta, specijalnih pošiljki (*npr. pošte*) i sl. Otvor na boku broda obično je opremljen dizalom kojim se omogućava pristup na sve palube broda. Noviji ro-ro brodovi na svojim bokovima imaju ugrađene rampe koje služe istoj svrsi kao krmene i pramčane, a to je ukrcaj i iskrcaj vozila i tereta na kotačima. Izrazito doprinose ubrzavanju navedenih procesa. Bočne rampe na brodovima za prijevo vozila su dugačke da bi se mogle prilagoditi promjeni gaza tijekom manipulacije teretom. Trajektovi koji plove unutarnjim morskim pojasom RH rijetko su opremljeni bočnim otvorom i rampom. Preko otvora na boku moguće je ukrcati teret putem viljuškara, gdje jedan viljuškar prenosi teret do otvora, a drugi od otvora do mjesta skladištenja na brodu.

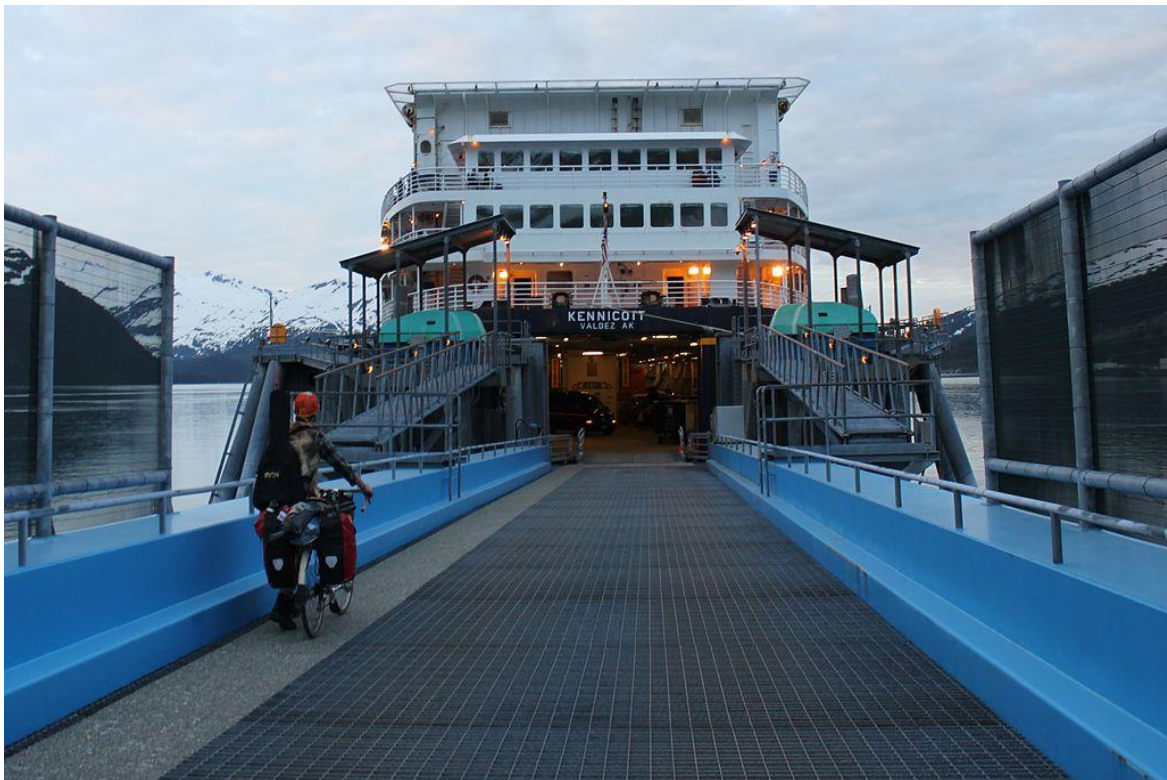
7.4.5. Brodska oprema za vertikalni prijenos tereta među palubama

Kod ro-ro brodova teret na kotačima ulazi i izlazi preko rampi koje su izravno povezane s obalom. Kada teret dođe u skladišni prostor potrebno ga je smjestiti na predviđeno mjesto, koje se nužno ne mora nalaziti na palubi ukrcaja. Tim se teretom manipulira pomoću opreme koja se nalazi unutar broda. Ona se dijeli na liftove i rampe. Rampe mogu biti fiksne ili nagibne, a dimenzije su određene potrebama samog broda i tereta kojeg prevozi (visina, širina i težina vozila, potrebna brzina manipulacije, veličina broda itd.).

Prema konstrukciji liftovi ili dizala mogu biti[4]:

- dizala ovješena o palubu na četiri kuta (*lančano dizalo*),
- dizala ovješena uzduž jedne strane (*konzolna*),
- dvokatna dizala,
- škarasta dizala.

Unutarnji liftovi zauzimaju puno manje prostora od rampi. Obično se smještaju u manje brodove, gdje brzina obrtaja vozila ne igra važnu ulogu. Brodovi duge plovidbe gotovo su nezamislivi bez unutarnjih rampi. Zbog velikog broja paluba i među paluba kojima se maksimalno iskorištava skladišni prostor, izuzetno su važne rampe koje omogućavaju nesmetanu manipulaciju. Na slici 35. prikazan je ro-ro *MV Kennicott* brod tvrke Alaska Marine Highway.



Slika 35. Ro-ro MV Kennicott brod tvrke Alaska Marine Highway [4]

7.5. PROJEKT BRODA JUMBO KINETIC ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA BRODARA JUMBO SHIPPING

Jumbo Kinetic i njegov sestrinski brod Fairplayer brodara Jumbo Shipping su namjenjeni za ukrcaj i transport teških tereta različitih gabarita. Mogućnost prijevoza tereta na pokrovu dvodna, grotlenim poklopcima međupalube na 7800mm od osnovice i grotlenim poklopcima glavne palube na 14 765mm od osnovice. Sastoji se od 9 panela grotlenih vodonepropusnih poklopaca glavne palube, mogućnost pozicioniranja panela u uzdužnom smjeru pramac-krma i obratno, te 13 panela grotlenih poklopaca međupalube, mogućnost pozicioniranja panela u uzdužnom smjeru pramac-krma i obratno.

Postoje specijalni JUMBO patentirani sustav stabiliziranja i zaključavanja grotlenih poklopaca međupalube i patentirani sustav stabiliziranja broda pomoću dvaju plutajućih pontona. Na krmi se nalazi dimnjak kao pomična opremljena jedinica.

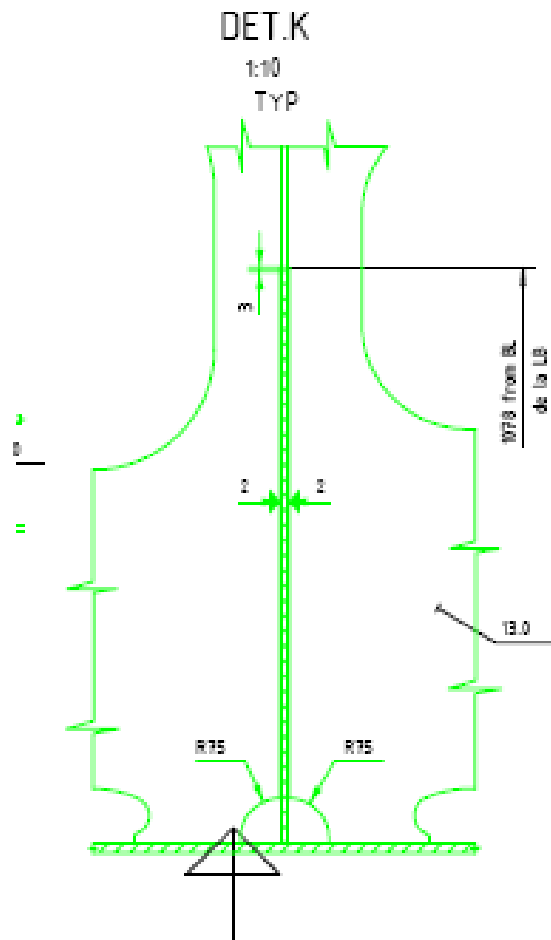
Zahtjevi kupaca su sljedeći:

- specifična struktura trupa broda zbog trajnosti konstrukcije od 25 godina,
- realizacija zahtjevane točnosti izrade i montaže strukture trupa skladišta tereta,
- realizacija zahtjevane točnosti izrade i montaže grotlenih poklopaca,
- završno bojanje vanjske oplata nadvodnog dijela broda do nivoa glavne palube prije porinuća[26].

Na slici 36. je prikazana struktura trupa broda odnosno njegova specijalna izvedba strukture trupa dvodna, spoj uzdužnih nosača i poprečnih nosača malih tolerancija montažne zračnosti. Zračnost uzdužnih nosača prema otvorima na poprečnim nosačima 2 mm(nema standarnih prolaza u rebrenicama za prolaz uzdužnih nosača).Skladište tereta treba biti izgrađeno s tolerancama odstupanja:

- +/- 10mm u poprečnom smjeru po cijeloj širini skladišta (17,0 m),
- +/- 75mm u uzdužnom smjeru po cijeloj dužini skladišta (108,80 m).

Navedene devijacije nikako ne smiju ugroziti sustav neometanog funkcioniranja grotlenih poklopaca na svim razinama[26].

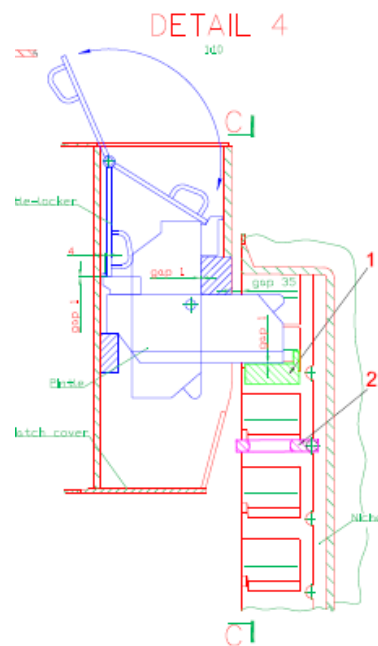


Slika 36. Struktura trupa broda [26]

Grotleni poklopci međupalube pozicioniraju se i zaključavaju specijalnim JUMBO sustavom zaključavanja, koji se sastoji od lijevanih vodilica i pinova koji ulaze u otvore na vodilicama, mogu se zaključati na 16 pozicija po visini.

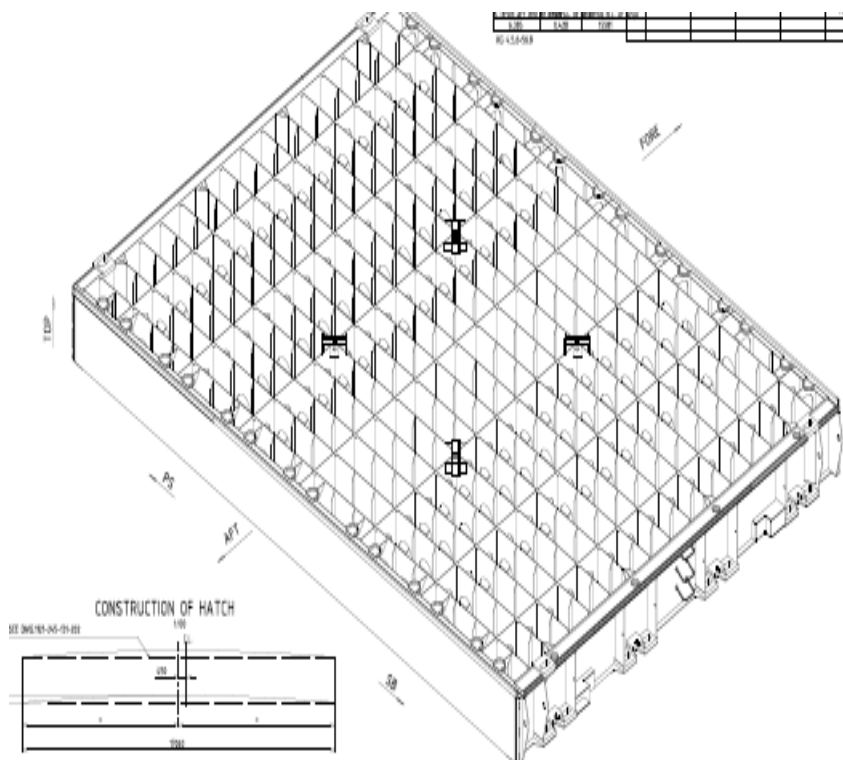
Specijalne lijevane vodilice zavarene u uzdužne pregrade skladišta na 8500mm lijevo/desno od C.L. na svakom drugom rebro. Međusobna uzdužna udaljenost a time i dozvoljena zahtjevana toleranca odstupanja vodilica: $3200\text{mm} \pm 1\text{mm}$ [26].

Na slici 37. prikaza je sustav grotlenih poklopaca međupalube.



Slika 37. Sustav grotlenih poklopaca međupalube [26]

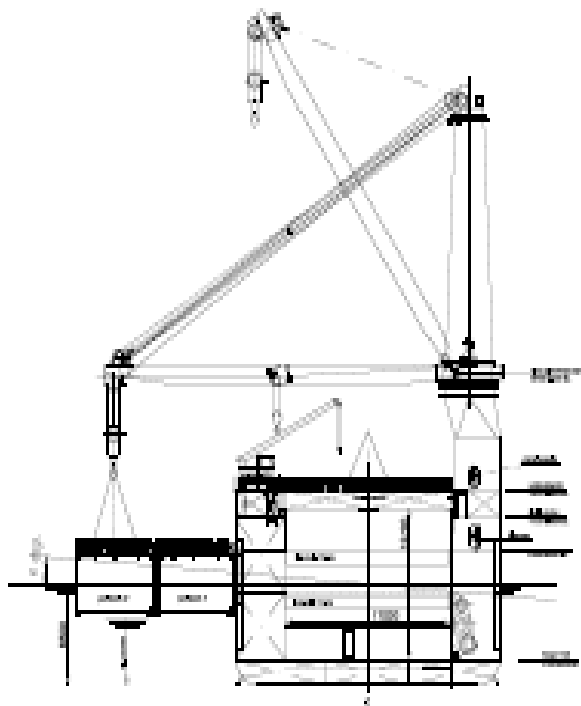
Na slici 38. prikazana je shema sustava grotlenih poklopaca.



Slika 38. Shema sustava grotlenih poklopaca [26]

13 komada grotlenih poklopaca međupalube, svi jednakih dimenzija:

- uzdužna toleranca odstupanja izrade grotlenih poklopaca: ± 2 mm,
- poprečna toleranca odstupanja izrade grotlenih poklopaca: $+5$ mm/ -0 mm.



Slika 39. Sustav stabiliziranja broda [26]

Na slici 39. je prikazan patentirani JUMBO sustav stabiliziranja broda tijekom krcanja tereta. U vanjsku oplatu trupa broda zavarene vodilice koje na 12 pozicija po visini mogu pričvrstiti pontone, tijekom promjene gaza broda za vrijeme krcanja tereta.

Tehnološki zahtjevi su:

- realizirati zahtjevanu točnost izrade i montaže strukture skladišta tereta,
- realizirati zahtjevanu točnost izrade i montaže grotlenih poklopaca međupalube glavne palube,
- realizirati visok stupanj uranjenog opremanja i bojanja sekcija koje formiraju vanjsku oplatu,
- realizirati zahtjev kupca o završnom bojanju nadvodnog dijela vanjske oplata do nivoa glavne palube prije porinuća.

Osnovni uvjet točnosti gradnje broda je dimenzioniranje točnosti izrade i montaže strukture trupa broda u svim koracima izrade i montaže.

Točnost izrezivanja otvora u svim uzdužnim i poprečnim elementima trupa broda, posebno u elementima koji formiraju skladište tereta. Također je potrebno uspostaviti posebnu strogo kontroliranu liniju izrade svi elemenata strukture koji formiraju sekcije skladišta. Cilj je ostvariti traženu okomitost uzdužnih i poprečnih elemenata strukture[26].

Na slici 40. prikazane su linije izrade sekcije.



Slika 40. Linija izrade sekcije [26]

Zbog specifičnih elemenata strukture i njihove minimalne tolerance zračnosti, sekcije će se izrađivati duži period od uobičajenog. Veća je količina pojedinačnog montiranja elemenata strukture i veća je količina pojedinačnog zavarivanja elemenata strukture. Potrebno je strogo pratiti redoslijed montaže sekcije trupa na ležaju. Montažne viškove koji su predviđeni na svim sekcijama skladišta po dužini i po visini pažljivo uklanjati nakon saznanja o točnosti trupa. Vršenje dimenzionalnih kontrola montiranih sekcija na ležaju mora biti kontinuirano i svakodnevna. Prate se i mjere toleranciskih otvori u kojima će se zavarivati lijevane vodilice grotlenih poklopaca. Sustav zaključavanja grotlenih poklopaca raditi po etapama uz kontinuirano praćenje stanja vodilica, pinova i stopera, strogo poštivanje zahtjevanih tolerance.

Paralelno s formiranjem sustava vodilica s pinovima izrađivati grotlene poklopce uz strogo poštivanje zahtjevanih uvjeta točnosti. Istu preciznost ostvariti i na sustavu grotlenih poklopaca glavne palube.

Za izvođenje ovoga projekta moguće su investicije kako bi se poboljšalo praćenje strukture. Zbog tehničko – tehnoloških specifičnosti projekta (*milimetarska točnost izrade structure skladišta, stroge tolerance odstupanja vodilica, stroge tolerance grotlenih poklopaca*), a s obzirom na alate s kojima raspolaže za praćenje točnosti, Brodogradilište treba razmotriti potrebu za nabavkom novih alata i naprava, specijaliziranih za praćenje i postizanje što višeg stupnja točnosti i kvalitete izvedbe elemenata i opreme [26].

Tehnologija bojanja zahtjeva:

- uranjeno bojanje svih prostora na brodu,
- klasično bojanje vanjske oplata podvodnog dijela broda uz pripremu za odlazak u dok,
- bojanje vanjske oplata nadvodnog dijela broda do nivoa glavne palube prije porinuća.

Uvjeti za bojanje su sljedeći:

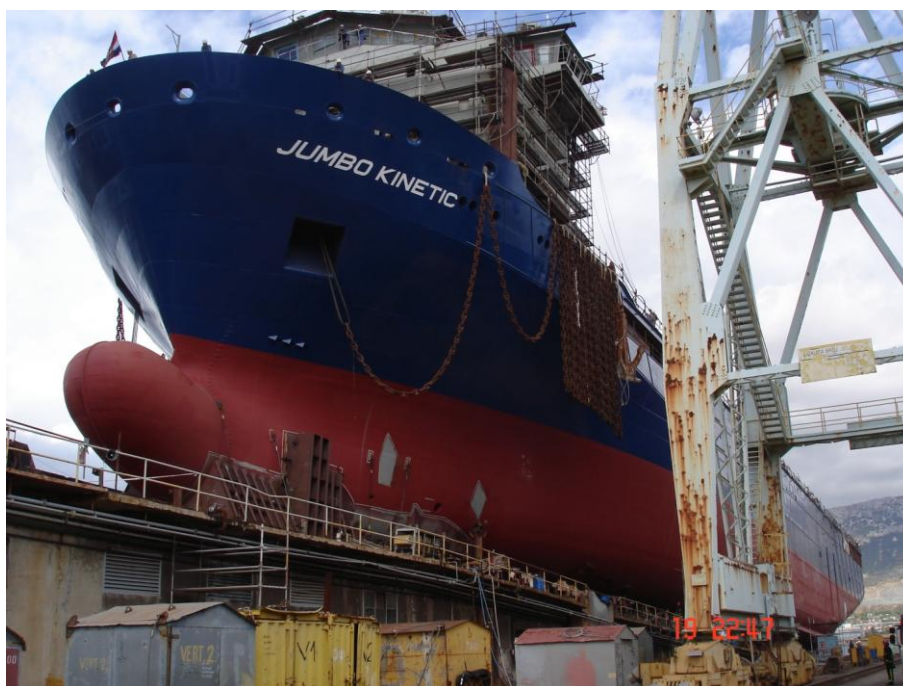
- završetak svih radova zavarivanja i popravaka na trupu broda prije završnog bojanja nadvodnog dijela vanjske oplata,
- završetka svih radova opremanja prostora dvoboka prije bojanja vanjske oplata,
- završetak tlačenja zavara i predaje strukture trupa broda prije bojanja vanjske oplata, sve prije porinuća.

Brodogradilište je dužno unaprijed propisati procedure kontrole kvalitete i njihovo praćenje u realizaciji. Oformiti timove stručnjaka za zavarivanje koji će pratiti tijekom tehnologije zavarivanja, poglavito specijalnih čelika te kvalitetu izrađenih sekcija. Zbog finalne predaje i bojanja strukture trupa broda do nivoa glavne palube, dulji tijekom gradnje broda na ležaju. Moguće je skraćivanje perioda završnog opremanja broda nakon porinuća. Gradnja ovakvog tipa broda u Brodogradilištu zahtjeva kvalitetan pripremi period kako bi i realizacija bila što kvalitetnija. Nužan je angažman svih zaposlenika u Brodogradilištu, kako bi se ispunili propisani zahtjevi kupca i izgradio brod visoke kvalitete u propisanom roku[26]. Na tablici 4. prikazane su specifikacije broda Jumbo Kinetic.

Tablica 4. Specifikacija broda Jumbo Kinetic [26]

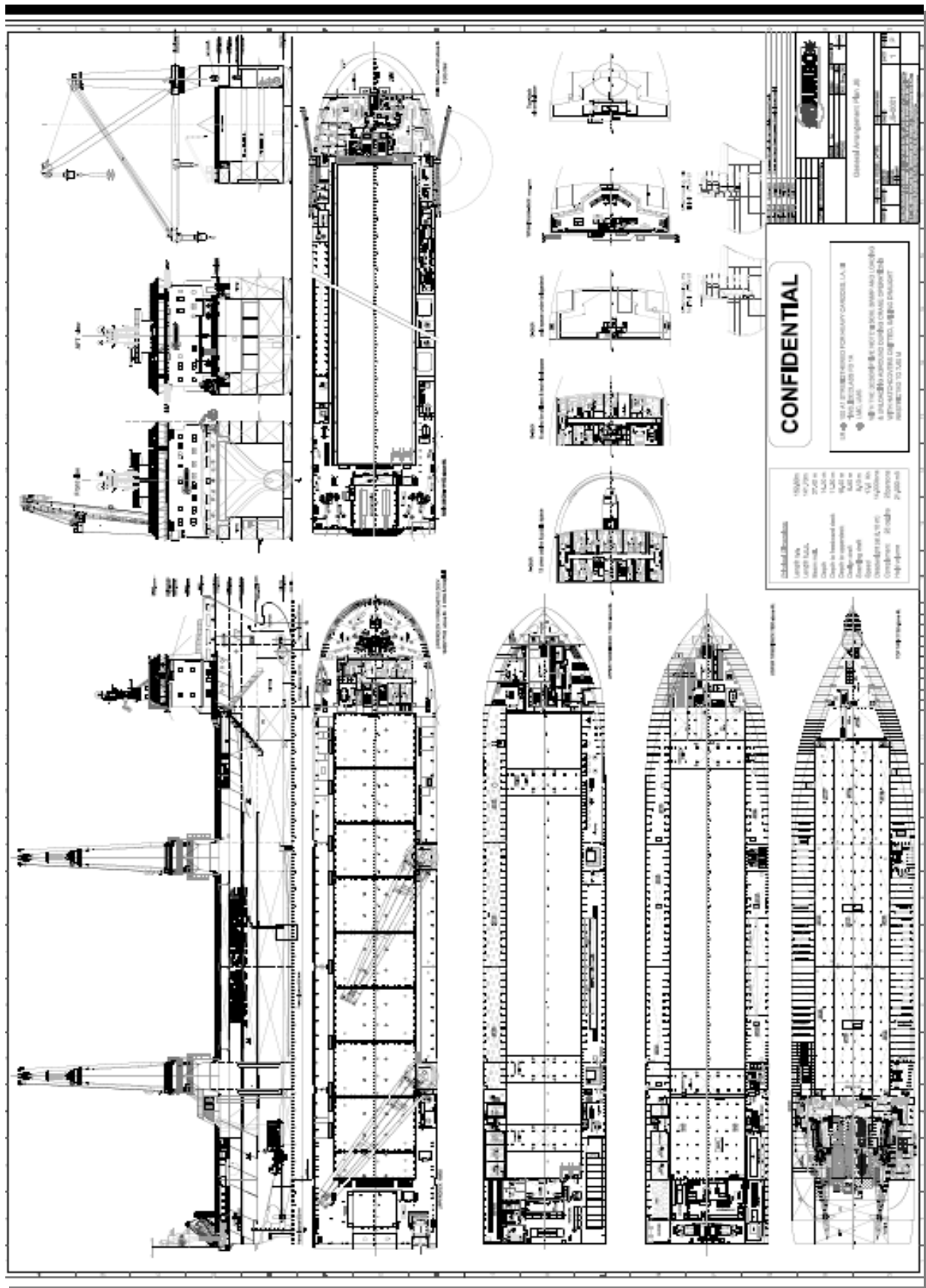
Naziv broda	Jumbo Kinetic
Brodar	Jumbo Shipping
Dužina preko svega	152,60 m
Dužina između okomica	141,70 m
Širina	27,40 m
Visina do gornje palube	14,10 m
Gaz	6,50/8,10 m
Nosivost pri gasu 8,10 m	14000 t
Kapacitet palubnih dizalica	2X1100 t
Duljina donjeg skladišta	83,20 m
Duljina gornjeg skladišta	108,80 m
Brzina	17,20 čv
Glavni strojevi	2X4500kW pri 600 o/min
Zastava	Nizozemska
Klasifikacija	LR

Na slici 41. prikazan je brod Jumbo Kinetic prije porinuća.



Slika 41. Jumbo Kinetic brod [26]

Na slici 42. Prikazan je brodski plan broda Jumbo Kinetic brodara Jumbo Shipping.



Slika 42. Brodski plan [26]

7.6. FAIRPLAYER JUMBO BROD ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA

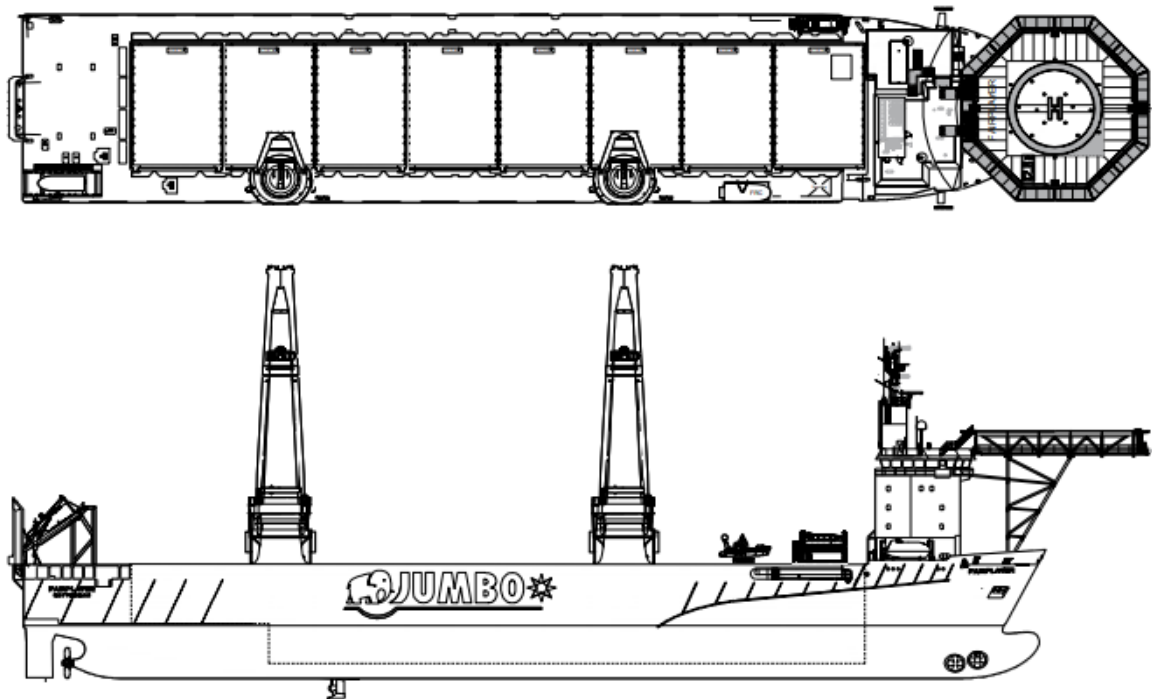
Višenamjenski dinamički pozicioniran brod za prijevoz teških tereta sa dizalicama (HLCV) prikladna za obalu te odgovara zahtjevima energetske industrije širom svijeta. Nudi svestranost, visoku brzinu prevoza, stabilnost i sposobnost za rad u ispod vode i oštrom odobalnom okruženju, *Fairplayer* pruža ekonomična rješenja za transport i ugradnju. Izuzetno velika, flush radna paluba i višeslojno držanje tereta omogućuje *Fairplayer* dodatne modularne komponente kako bi odgovarali određenim projektne zahtjeve i da se integriraju sve odobalne aktivnosti. Ova jedinstvena metoda štedi više resursa, kritično vrijeme, složena logistika i odobalno sučelje. Brz ekonomičan tranzit i velika obradivost, *Fairplayer* je veliko plovilo s pokretom karakteristikama koje omogućuju siguran rad u najlošijim uvjetima. Visoki zidovi boka i pristaništa štite posadu i teret u otežanim vremenskim uvjetima. Ključni atribut *Fairplayera* brz je i ekonomičan transit brzina, ušteda vremena i troškova za rad na daljinu logistički izazovne lokacije. Na lokaciji je metoda za podizanje svih komponenti s vlastite palube osigurava maksimalnu sigurnost, kontrolu instalacije i obradivost.

Fairplayer je opremljen s dvije dizalice s zaštitnim opterećenjem od 900 t svaki. Integrirani dubokovodni sustavi omogućuju izravno spuštanje i točno pozicioniranje podvodne građevine u dubinama do 3.000 m. Glavna paluba ima izuzetno veliku radnu površinu i nudi nosivost od 12 t. *Fairplayer* je opremljen sa šest neovisnih referentnih sustava koji joj omogućuju održavati svoj položaj tijekom svih odobalnih aktivnosti. Tijekom podmorskih operacija *Fairplayer* je opremljen s dva ROV sustava radne klase (150k.s.), koji se nalaze na desnoj ili lijevoj strani sa sustavom pokretanja i oporavka. Moderni stambeni prostori opremljeni su smjestiti do 75 osoba. Svi dijelovi broda imaju grijanje i klimatizaciju Spasilačka i vatrogasna oprema su u skladu s prema najnovijim zahtjevima za klasu i SOLAS [24]. Na tablici 5. prikazane su specifikacije broda *Fairplayer*.

Tablica 5. Specifikacija broda Fairplayer Jumbo [24]

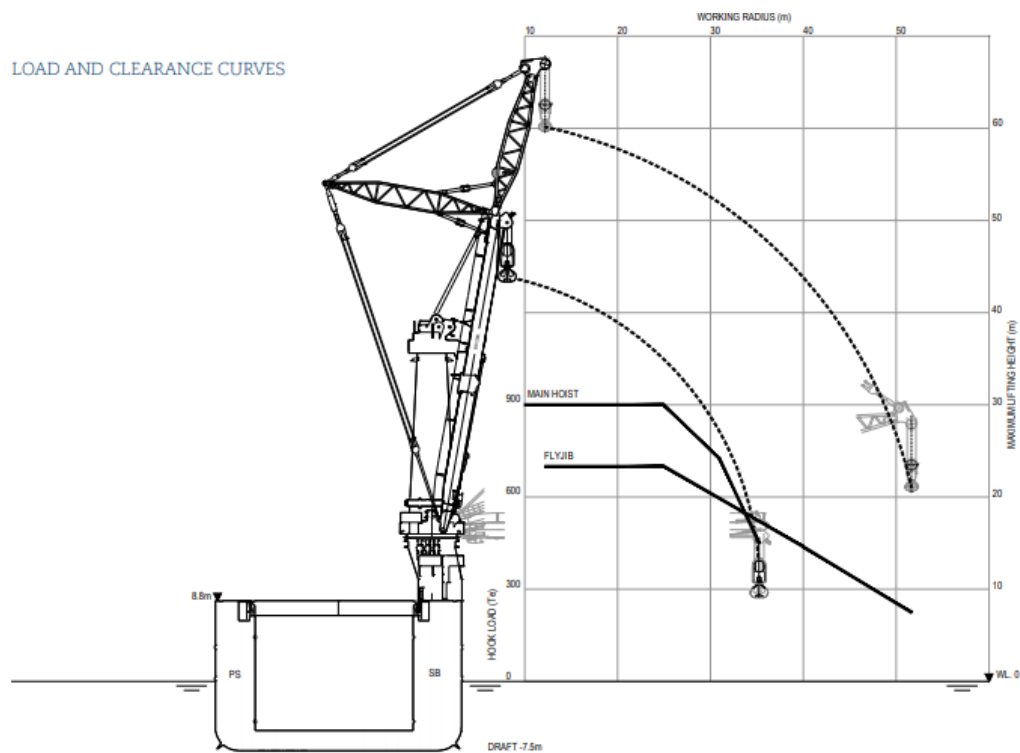
Naziv broda	Fairplayer Jumbo
Pozivni broj	PHBU
IMO broj	9371579
Godina izgradnje	2008
Zastava	Nizozemska
Luka registra	Rotterdam
Klasifikacija	LR
Dužina između svega	144,1 m
Dužina između okomica	131,8 m
Širina	26,7 m
Dubina do glavne palube	14,1 m
Gaz	6,0/8,1 m
Istisnina na 7,5 m	20,120 t
Nosivost broda na 7,5 m	10,700 t
Glavni motori	2 x MAK 9M 32C 4.500 kW
Pomoćni motori	2 x Caterpillar 3516B 1.824 kW / ea
Osovinski generatori	2 x AEM SE 630 M4 3.000 kW / ea
Generator za nuždu	1 x 465 kW
Brzina	17 čv
Vrsta dizalica	Huisman 2x900 t
Broj posade	75

Na slici 43. prikazan je generalni plan broda Fairplayer.



Slika 43. Generalni plan broda Fairplayer Jumbo[24]

Na slici 44. prikazan je shematski prikaz radnog radijusa dizalice.



Slika 44. Shematski prikaz radnog radijusa dizalice [24]

Na slici 45. Prikazan je brod Fairplayer Jumbo.



Slika 45. Fairplayer Jumbo brod [24]

Na slici 46. Prikazan je Farplayer Jumbo broda prilikom ukrcaja tereta.



Slika 46. Prikaz Fairplayer Jumbo broda prilikom ukrcaja tereta[24]

8. RO-RO TERMINALI

Lučki terminal može se definirati kao čvorište morskih i kopnenih prijevoznih putova organizirano i opremljeno za prihvata, prikupljanje, pripremu, te otpremanje putnika ili velikih količina tereta (robe) određene vrste prekrcavanjem s morskih na kopnena prijevozna sredstva i obrnuto [3].

Ro-ro terminali predstavljaju mjesto u luci, neposredno ili u blizini operativne obale gdje se privezuje brod za prijevoz tereta na kotačima. Obično "dijele" terminal ili se nalaze u neposrednoj blizini s kontejnerskim terminalom. To je tome tako zbog velike povezanosti ove dvije tehnologije prijevoza, počevši od višenamjenskih *CONT* brodova i brodova *C* grupe, pa do kontejnerskih jedinica koje se prevoze na prikolicama i čine ro-ro teret. Spadaju u specijalizirane terminale za unitizirane terete skupa s kontejnerskim, LASH, Huckepack terminalima i njihovim kombinacijama. Ro-ro terminali se najčešće odvajaju od ostalih u zaseban lučki bazen, zbog specifičnosti tereta i prostora za pohranu koji zahtjeva ro-ro sustav.

8.1. PREDNOSTI I NEDOSTACI RO-RO SUSTAVA

Sustav s teretom na kotačima ima za osobinu izrazitu fleksibilnost. Cilj kojem teži svaka luka je da se teret što kraće zadržava u luci, čime se smanjuje njegova cijena prijevoza. Ro-ro sustav nastoji da teret što više provede u pokretu, pa su tako nastale raznovrsne opcije prijevoza ove vrste tereta.

U ro-ro sustavu teret se može prevoziti sam kao vozilo (*truckle*), prikolica s vučnim vozilom kojim je stigla u luku, prikolica koja se dovozi lučkom mehanizacijom i učvršćuje u skladištu bez vučnog vozila, teret koji dovozi na prikolici i skladišti na konvencionalan način itd. Također kad se radi o brodu s dvije ili tri rampe moguće je istovremeno ukrcavati i iskrcavati teret, što dodatno doprinosi smanjivanju vremena koje brod provodi u luci.

Prednosti ro-ro tehnologije u odnosu prema ostalim tehnologijama, mogu se izraziti sljedećim pokazateljima [3]:

- brzina ukrcaja – za razliku od kontejnerskog gdje se s jednim kontejnerskim prekrcajnim mostom prekrca 30 kontejnera na sat, kod ro-ro brodova (*sa širokim rampama i uvježbanim kadrom*) prekrca se i do 25 tona/sat po jednoj ruci,

- klasična tehnologija pritom zahtjeva veći broj radnika i odgovarajuću obalnu mehanizaciju,
- neovisnost od obalne mehanizacije – ro-ro transport ne zahtijeva skupu opremu na terminalima već samo vozilo za parkiranje, ukrcaj i iskrcaj kamionskih prikolica. Ta se konstatacija odnosi i na luku odredišta. To nije beznačajno jer mnogi ro-ro Brodovi dolaze u slabo opremljene luke. Brodar iskrcava teret vlastitim prekrcajnim sredstvima i organizira prijevoz robe do konačnog odredišta,
- eliminiranje zakrčenosti u lukama,
- mogućnosti prijevoza raznih vrsta roba – ovim sustavom prijevoza može se praktički prevoziti sva roba koja se prevozi na kotačima,
- neovisnost o vremenu i mogućnosti obavljanja prekrcaja tijekom 24 sata, jednako po danu kao i po noći ,
- mala opasnost financijskog neuspjeha za luke – zbog malih investicija mala je i granična točka rentabilnosti. U nedostatku ro-ro tereta luka se može lako prenamijeniti za prekrcaj druge vrste tereta; najsigurniji i najjeftiniji način prijevoza za specijalne terete. Unatoč brojnim prednostima, ro-ro sustav ima svojevitih nedostataka kada ga se uspoređi s drugim transportnim tehnologijama, a to su [4]:
- ro-ro transport je skup transport, posebno kada se tereti prevoze samo u jednom smjeru, kao naprimjer kod prometa između europskih i srednjoistočnih zemalja,
- mrtva težina transportnih sredstava na brodu,
- gubitak broskog prostora između kotača kamiona, odnosno prikolica u ro-ro tructure (*kontejneri se prevoze zajedno s prikolicom, te je kapacitet prijevoza korisnog tereta mnogo manji*),
- unutrašnje rampe i dizala koji omogućuju pristup prikolicama na sve palube, zauzimaju vozila koji bi se mogao koristiti za skladištenje,
- prisutan je problem brzog obrta vozila jer vozila samo u kretanju obavljaju transportnu uslugu,
- ro-ro brodovi su razmjerno skupi brodovi jer moraju biti čvršće građeni od ostalih brodova,
- cestovni i željeznički promet mogu biti ograničeni raznim prostornim i fizičkim preprekama (*privremeni zastoji, nedovoljan broj vagona i sl.*) koje izravno i neizravno utječu na optimalan rad ro-ro brodova.

8.2. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA RO-RO TERMINALA

Ro-ro terminali spadaju u skupinu na kojima nisu potrebna veća ulaganja. Luka je dužna osigurati dio obale razmjeran s očekivanim prometom za pristajanje ro-ro brodova, dok ostali padaju na brodare i cestovne prijevoznike. Razvitkom ro-ro sustava pred luke su se postavili novi zahtjevi u pogledu tehničke i tehnološke opremljenosti. Više nije dostatna samo obala već i prikladne rampe ili pristani, skladišta, prostrani parking, odgovarajući servisi itd. Glavno obilježje ro-ro što za razliku od ostalih za specijalne terete oni ne obavljaju manipulativne radnje s teretom, pa u pravom smislu predstavljaju početak i završetak morske ceste.

8.2.1. Vrste RO-RO terminala

Tip koji se primjenjuje u određenoj luci ovisi o veličini same luke, pa je podjela izvedena na terminale za [3]:

- manje luke – gdje je u ovisnosti o veličini brodova potreban pristan dovoljne i dubine kako bi mogao primiti brod odgovarajuće veličine. Iskrcajnu rampu posjeduje brod pa je nije potrebno postaviti od strane luke. Za luku su potrebne dobre prometnice i određene površine za parkiranje vozila,
- srednje luke – s velikim prometom, koje moraju imati odgovarajuće terminale (*jedan ili dva*) isključivo namijenjene za prihvat ro-ro brodova. Prihvatljivo je takav pristan pozicionirati na kontejnerski terminal, gdje se mogu obavljati dvojne operacije,
- velike luke – imaju izgrađene posebne terminale za prihvat svih vrsta ro-ro brodova. Razumljivo je da pristrani takve duljine i dubine mogu primiti najveće brodove ovoga tipa. Terminali takve luke imaju posebno izgrađene obalne rampe, cestovne prometnice, željezničke kolosijeke, parkirne površine i zatvorena skladišta.

Podjela ro-ro prema veličini luke obuhvaća svaki terminal, ali za njegovu detaljniju raščlambu puno je važnija vrsta tereta kojom se manipulira u luci. Taj segment određuje s kakvom infrastrukturom i suprastrukturom mora biti opremljen pristan i luka. Ro-ro terminali su razvrstani u tri osnovne skupine [3]:

- čisti ro-ro ili isključivo ro-ro terminali (*eng. Pure ro-ro terminals, Ro-ro exclusively*). Namijenjeni su za prihvata 4 vrste ro-ro brodova: klasičnih ro-ro brodova isključivo namijenjenih prijevozu tereta, ro-ro brodova s mogućnošću prijevoza tereta i više od 12 putnika-vozača, ro-ro brodova za prijevoz novih vozila i putničkih ro-ro brodova,
- višenamjenski ro-ro/lo-lo terminali (*eng. Ro-ro/lo-lo multi purpose terminals*). Rad tih terminala vezan je uz 5 vrsta ro-ro brodova: Prve dvije vrste iz prethodne grupe, pri čemu se radi samo o ro-ro manipulaciji, zatim glavna grupa brodova – kombinirani ro-ro/kontejnerski, kombinirani ro-ro/konvencionalni i ro-ro brodovi za prijevoz specijalnih i teških tereta,
- specijalizirani ro-ro terminali (*eng. Specialised ro-ro terminals*). Prvu podskupinu takvih čine terminali za hibridne ro-ro brodove, što znači opremljeni uređajima za rukovanje sipkim teretima. Slijede terminali specijalizirani za prekrcaj novih vozila i terminali za prihvata putnika i njihovih vozila. Sve vrste ro-ro danas zahtijevaju određenu razinu kvalitete, koju uvelike određuje tehnološka opremljenost luke/bazena/. Neki se segmenti koriste za sve vrste brodova, a neki su karaktistični samo za neke tipove brodova. Pod tehnološkom opremljenosti podrazumijevamo infra i suprastruktura.

Tablica 6. Uvjetovana opremljenost ro-ro [3]

INFRASTRUKTURA/ SUPRASTRUKTURA	TIP TERMINALA		
	I. RO-RO	II. RO-RO/LO-LO	III. SPEC.
Obalne rampe	X	X	X
Obalne dizalice	-	X	O
Interni, terminalski transport	X	X	X
Prostor za kontejnere	-	X	O
Površina za smještaj ro- ro jedinica	X	X	X
Sustav EOP	O	X	X
Objekti za putnike	-	-	X
Dodatni terminalski servisi	O	X	O

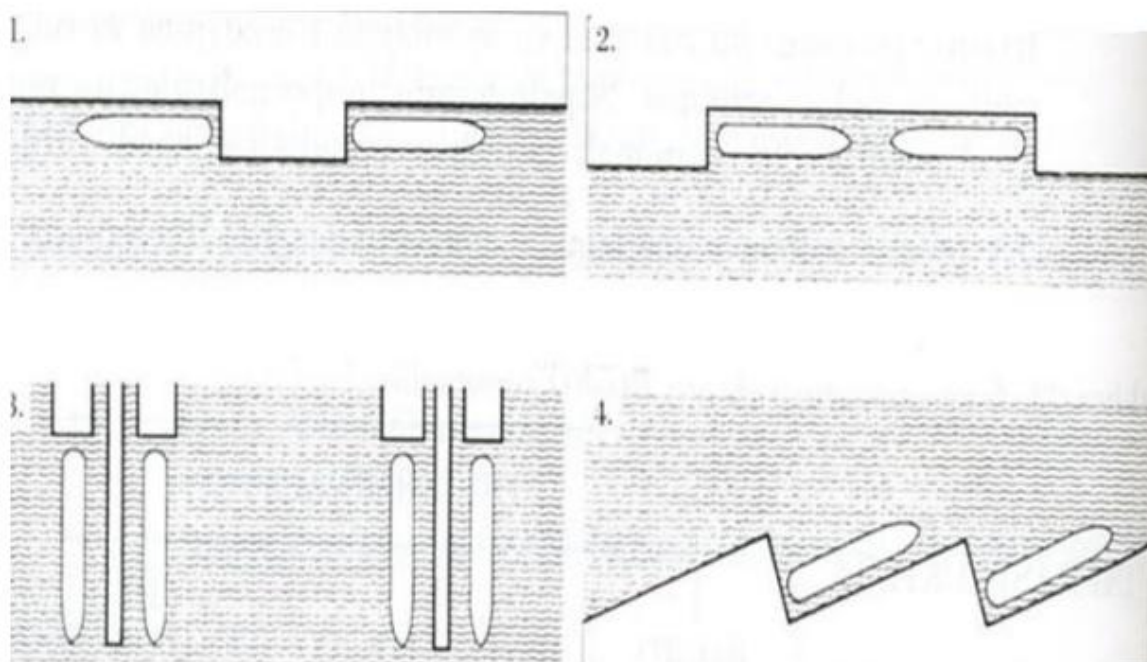
Legenda tablice: X = uvjetovano, O = nije uvjetovano, - = ne dolazi u obzir.

Iz tablice 6. se daje zaključiti kako najmanju opremljenost zahtjeva terminal na kojemu se manipulira s jednom vrstom tereta. Ostali tereti koji se kombiniraju s ro-ro teretima obično nisu na kotačima te zahtijevaju posebnu mehanizaciju za ukrcaj i iskrcaj.

8.2.2. Planiranje RO-RO terminala

Kod planiranja ro-ro važno je da terminal na kojem se namjerava vršiti prekrcaj tereta bude zaštićen od nemirnog mora i izravnog vjetra. Brza izmjena brodova na pristanu, odnosno brz ukrcaj i iskrcaj, omogućavaju lukama rješavanje problema zakrčenosti na zaštićenost terminalskog pristana stavljen je naglasak zbog osjetljivosti brodskih rampi kod pomicanja broda.

Luke s malim amplitudama plime i oseke ne moraju imati posebne uređaje za prihvat brodova, dovoljne su rampe s koje se nalaze na brodu. U lukama koje su smještene na specifičnom području (*npr. Velika Britanija, Francuska, Kanada, Madagaskar*) morske mijene su izraženije, pa je potrebno premostiti razliku s obalnim rampama.



Slika 47. Različiti oblici ro-ro pristana [11]

Na slici 47. prikazani su različiti načini pristana na određeni način koji štiti brod od valova ili mu pruža dovoljno uporišnih točaka za čvrsti privez s obalom. U RH se najviše primjenjuje oblik pristana broj 3 ili 4 (ili njihove sitne modifikacije) i to najčešće u putničkim lukama.

Pri planiranju potrebne površine ro-ro, potrebno je uzeti u obzir da plan suvremenog ro-ro zahtjeva veću površinu od kontejnerskog terminala ako govorimo o istoj količini tereta, i to zbog sljedećih razloga[3]:

- veći dio tereta se ne može slagati u visinu,
- osnovna pretpostavka uspješnog funkcioniranja ro-ro sustava jest brzina prekrcajnih operacija i zato je potrebno da površina primi čitav brodski teret u nekoliko sati.

Istodobno je potrebna površina koja će primiti, a ujedno imati i spreman teret za ukrcaj, odmah nakon obavljenog iskrcaja. Osim navedenih zahtjeva za parkirnim površinama, u sprječavanju uskih grla bitno doprinose kvalitetne prometnice i prilazi luci. Luke koje nisu prvotno izgrađene za obrtaj ro-ro tereta ili su ograničene u vidu parkirnog (skladišnog) prostora, često svoje dodatne površine imaju izvan užeg područja luke. Procijenjena veličina parkirališne površine ovisi o puno segmenata, a obično se kreće oko 10 ha po jednom pristanu.

Valja napomenuti da se potrebna površina po vozilu razlikuje, pa je tako kamionu s prikolicom potrebna 7 puta veća površina od drugog vozila.

Suvremeni ro-ro pristan mora udovoljavati sljedećim uvjetima[10]:

1. siguran vez (maritimni uvjeti),
2. dužina pristana treba biti:
 - za brodove klase A – 150m
 - za brodove klase B – 250m
3. dubina mora treba biti:
 - za brodove klase A – 10m
 - za brodove klase B – 15m
4. dva željeznička kolosijeka do broda i parkirališta za vozila, kako bi se omogućila primjena Huckepack-sustava,
5. jednu ili dvije obalne dizalice nosivosti 100kN za rad s kukom.

Namjena obalnih rampi usmjerena je na rješavanje problema razlike između plime i oseke ili prilagodba određenom tipu broda. To se odnosi na vozila u kojima je ta razlika veća od 1,5 m. Obalna rampa predstavlja nagib koji počinje u visini vozila i spušta se do obalnog zida koji se nalazi na visini pogodnoj za naslanjanje brodske rampe.

Obalne rampe se mogu podijeliti prema dvije osnovne karakteristike, a to su:

- razlika između visina koje svladava rampa (*A I B klasa*),
- širina rampe (ovisi o širini rampe najvećeg broda koji će pristati na nju).

Zbog svoje glomaznosti i težine brodske rampe dosegle su vrhunac razvitka u pogledu veličine. Rampe koje danas teže preko 300 t s dužinom većom od 50 m imaju ozbiljnih mana. Počevši od skupe ugradnje i održavanja, pa do smanjenja ukupne korisne nosivosti broda i nemogućnosti ugrađivanja porivnih motora manje potrošnje. Usporedbe radi, kontejnerski promet u svojim počecima razvijao se tako brodovi bili opremljeni skupim dizalicama. Dizalice su bile dio broda, a koristile su se samo za vrijeme krcanja i iskrcavanja tereta u luci. Daljnji razvoj kontejnerskog transporta doveo je do premještanja dizalica s brodova na kopno, čime se je obrtaj ubrzao, a kapacitet brodova povećao. Kada povučemo paralelu između kontejnerskog i ro-ro transporta, slična sudbina bi mogla zadesiti brodske rampe. Tendencije razvoja ro-ro sustava usmjerene kopnene rampe. Naravno, brodske rampe nije moguće u potpunosti ukloniti s ro-ro brodova kao što je bio slučaj kod kontejnerskih dizalica.

Mosne rampe kao što i samo ime govori predstavljaju pomični most koji usklađuje visinu betonskog pristana s potrebnom visinom na kojoj brod može vršiti nesmetanu manipulaciju tereta preko brodske rampe. Rampa je jednim djelom naslonjena na obalu, dok je drugim djelom učvršćen lancima i utezima kojima održava stabilnost. Mosne pomične rampe dijelimo prema tehničkim i tehnološkim rješenjima koja se primjenjuju na njima[3]:

- poluuronjene rampe (eng. *Semi submersible*) – Poluuronjena rampa jednim je krajem čvršćena za obalu, a drugi kraj je učvršćen balastom i prilagodljiv po visini, ovisno o plimi i oseki. Moguće je premostiti razliku između visine mora od 6,70 m, i visine pristana koja iznosi 9,70 m. Rampa se premješta pomoću tegljača nakon što izbaci vozilo. Moguća je ugradnja druge staze iznad postojeće, čime se omogućava istovremeni ukrcaj i iskrcaj,
- rampa s pontonom za prihvat dva broda istodobno (eng. *Double ended "Miniport"*) Karakteristika rampe jest projektiran tako da može primiti dva broda istodobno. Primjenjuje se i kod razlike plime i oseke preko 9 m,
- rampa za ukrcaj i iskrcaj vozila i željezničkih vagona (eng. *Double deck-rail/trailer*). Rampa ima mogućnost istodobnog ukrcanja željezničke kompozicije i cestovnih vozila. Može premostiti razlike u razini mora od 6,80 m,
- plutajuća otklonjena rampa (eng. *Floating-quarter access*). Plutajuća otklonjena rampa može se učvrstiti uza smjer pružanja obale. Podnosi opterećenje od najviše 200 t i može premostiti razliku razine mora od 5,60 m. Ako se ukaže potreba, može se premjestiti tegljačem na neko mjesto,
- plivajuća aksijalna (eng. *Floating axial*) rampa. Ponton se učvrsti uza smjer pružanja obale, a pristupna rampa za razliku od plutajuće otklonjene rampe, prati smjer obale.
- mosna rampa portalnog tipa (eng. *Portal type*). Rampa je na obalnoj čvrsto oslonjena, a na drugoj se može podešavati visina. Podešavanje se obavlja hidraulički koji je čvrsto oslonjen na dno pristana. Može podnijeti opterećenje mase do 240 t i premostiti razliku visine mora od 4,70 m,
- prilagodljiva rampa obalnog tipa (eng. *Adjustable shore type*). Ovaj je tip rampe s obje strane učvršćen za kopno, ali se strana bliža moru može hidrauličkim pogonom prilagoditi visini brodske rampe. Rampa premošćuje razliku visine mora od 3,70 m.

Rampe koje se koriste na ro-ro terminalima ili na brodovima jedan su od najvažnijih segmenata ro-ro sustava, te im se predaje velika pozornost. Nabavka mosne pomične rampe za luku iziskuje manje rizičnije i isplativije rješenje od konstrukcijskih preinaka pristana. U slučaju krize ili pomanjkanja prometa pomična rampa se lako prenese na drugo mjesto gdje će biti više iskorištena. Kad se rampa više ne može iskoristiti ili u nekim gorim scenarijima po luku rampa se može prodati i donekle pokriti troškove ulaganja. Pri planiranju ro-ro, osim izvedbe rampe, potrebno je ispravno planirati i druge elemente koji su ključni za uspješno funkcioniranje terminala[3]:

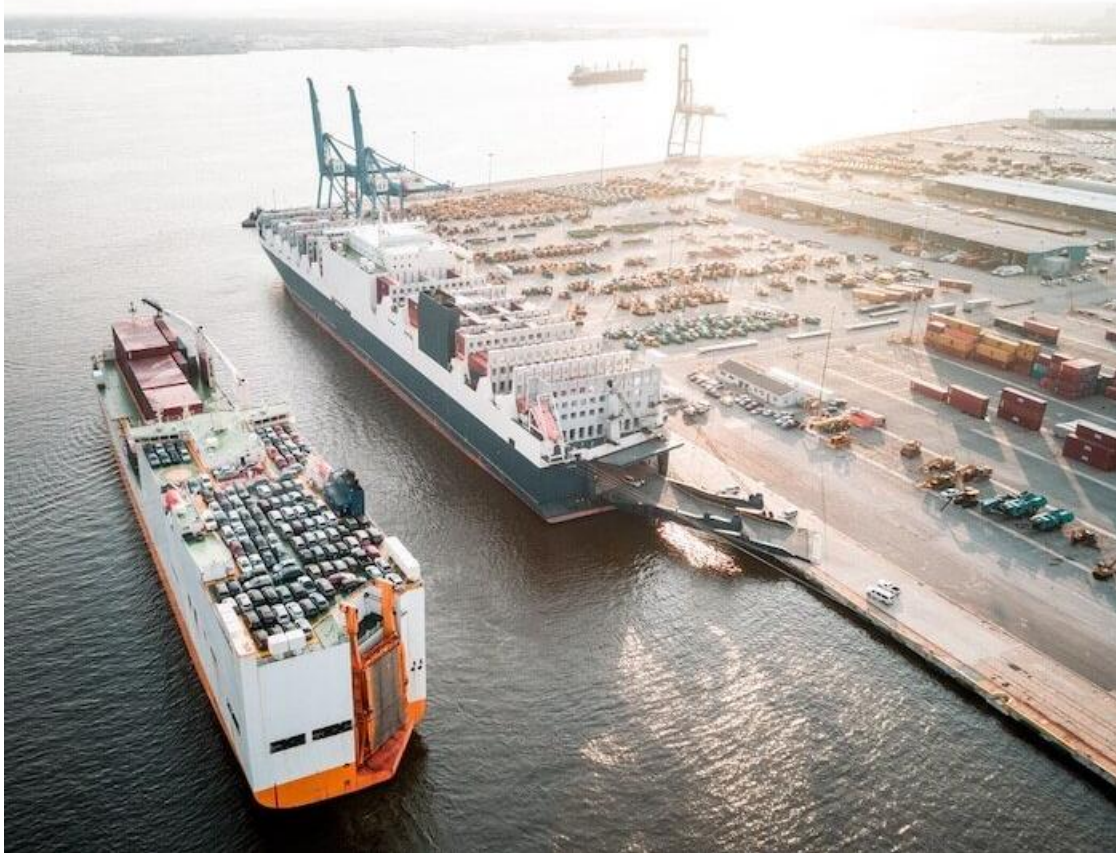
- veličina parkirališnog i skladišnog prostora,
- izbor prekrcajno-prijevoznih sredstava,
- kvalitetna povezanost s cestovnom mrežom,
- konstrukcijska obilježja pristana.

Duljina pristana za ro-ro brodove najčešće je određena vrstom tereta koju brod prevozi. Najveći postotak brodova koristi krmenu aksijalnu rampu, u tom slučaju duljina pristana nije od velike važnosti. Kod mješovitih hibridnih ili kontejnerskih ro-ro brodova duljina pristana igra važnu ulogu, stoga bi se morala kretati oko 260 m. Kod određivanja potrebne veličine koriste se razni dijagrami koji često mijenjaju svoje radi prilagođavanja suvremenom načinu rada. Najčešći segmenti dijagrama za utvrđivanje potrebne parkirne površine ro-ro su godišnji promet vozila, prosječno vrijeme vozila u tranzitu, koji zauzima pojedino vozilo, čimbenik pristupa, pričuveni kapacitet itd

8.3. SKLADIŠNI PROSTOR RO-RO BRODOVA I OSIGURAVANJE VOZILA

Iako brod ro-ro čini vrlo mali udio trgovačke marine, došlo je do mnogih nesreća, što je rezultiralo daleko gorim posljedicama. Vrlo je važno razumjeti izvore opasnosti koji dovode do takvih okamenjenih situacija. Ti izvori opasnosti ne utječu samo na sigurnost brodova koji se kotrljaju, već i na putnike / posadu u njima[17].

Na slici 48. prikazan je ukrcaj tereta na ro-ro brodove.



Slika 48. Ukrcaj tereta na ro-ro brodove [17]

- neprihvatljivo stanje pošiljke koja ga ograničava za more. Primjer: nedovoljan broj i neispravno postavljanje sigurnosnih točaka, slabe točke pričvršćenja itd,
- učinak slobodne površine u vozilima s cisternama i spremnicima koji su labavi,
- loše održavane rampe, dizala i pramčana i krmena vrata,
- loše održavane, nepropisno osvijetljene ili loše planirane palube,
- mokre palube,
- vozila se nepažljivo premještaju na palubama i rampama,
- upozorenje cestovnih vozila na palube i rampe,
- nedovoljno ili pogrešno postavljeno vezanje ili pogrešna uporaba opreme za vezanje ili neadekvatne čvrstoće s obzirom na masu i težište vozila i vremenske uvjete koji će se susresti tijekom plovidbe,
- slobodan prostor u ovjesu vozila[17].

Ro-ro-ovi su pravi morski konjići. Njihova svestranost u prijevozu raznolikog tereta i kratki boravak u luci pokazuju svoju učinkovitost. Nosivost tereta bilo kojeg plovila povećava učinkovitost plovila. Dakle, za postizanje optimalnih planova za skladištenje vrlo je važno optimalno iskoristiti teretni koji je sam po sebi problematičan s ro-ro konceptom.

Ispod je nekoliko osnovnih točaka koje se moramo zapamtiti pri skladištenju tereta u Roll on-Roll Off brodovima:

- moraju se poštivati posebni savjeti ili smjernice broдача o rukovanju i skladištenju pojedinih vozila,
- vozila bi se trebala, koliko je to moguće, usmjeriti u smjeru sprijeda i nazad,
- vozila se ne smiju postavljati preko vatrogasnih zavjesa,
- vozila trebaju biti strogo položena u ratnim brodovima, tako da je u slučaju bilo kakvih kvarova u osiguravajućem uređaju ili bilo kojeg drugog uzroka, poprečno kretanje ograničeno. Međutim, treba osigurati dovoljno udaljenosti između vozila kako bi se omogućio siguran pristup vozilu i putnicima koji ulaze u vozila i izlaze iz njih, te odlaze do i od pristupa koji poslužuju mjesta u vozilima,
- treba osigurati i pravilno održavati sigurna sredstva za pristup aranžmanu, sigurnosnu opremu i operativne kontrole. Stubišta i rute za bijeg iz prostora ispod palube vozila trebaju biti čisti,
- vozila ne smiju ometati upravljačke upravljače pramčnih i krmnih vrata, ulaze u smještajne prostore, ljestve, stepeništa, prilaze ili pristupne otvore, protupožarnu opremu, komande za uklanjanje protupožarnih ventila i komore za gašenje požara u ventilacijskim deblima,
- treba koristiti sigurnosne kočnice za parkiranje svakog vozila ili svakog elementa kombinacije vozila,
- poluprikolice ne bi trebale biti poduprte na svojim kopnenim nogama tijekom pomorskog prijevoza, osim ako su noge posebno dizajnirane u tu svrhu i tako označene,
- poluprikolice ne bi trebale biti poduprte na svojim kopnenim nogama tijekom pomorskog prijevoza, osim ako obloga palube nema odgovarajuću čvrstoću za točkovna opterećenja,
- nevezane poluprikolice trebaju biti potpomognute voznim postoljem ili sličnim uređajima postavljenim u neposrednoj blizini ploča s pločicama, tako da veza petog kotača sa stražnjim kotačem nije ograničena,

- ovisno o području rada, prevladavajućim vremenskim uvjetima i karakteristikama broda, teretna vozila trebaju se skladištiti tako da podvozje ostane što je moguće statičnije, ne dopuštajući slobodnu igru u ovjesu. To se može postići pričvršćivanjem vozila na palubu onoliko čvrsto koliko to dopušta uređaj za zatezanje prstena ili podešavanjem šasije teretnog vozila prije osiguranja ili, u slučaju sustava ovjesa komprimiranim zrakom, prvo oslobađanjem tlaka zraka ako je to je predviđen,
- budući da sustavi ovjesa komprimiranog zraka mogu izgubiti zrak, potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere za sprječavanje laskanja trakova kao posljedica curenja zraka tijekom plovidbe. Takvi uređaji mogu uključivati dizanje vozila ili puštanje zraka iz sustava ovjesa tamo gdje je predviđeno[17].

Postoje i određene poteškoće s kojima se suočavaju prijevoznici u skladištu tereta ro-ro brodovima:

- skladištenje tereta na palubi,
- razne vrste ili sorte tereta,
- oblik tereta,
- osiguravanje tereta unutar jedinice,
- nedostatak poprečnih pregrada,
- uvjeti učitavanja,
- periodi stabilnosti i valjanosti.

Na slici 49. Prikazan je RoPax te pravilno osiguranje bilo kojeg tereta od najveće je važnosti za sigurnost života na moru



Slika 49. RoPax [17]

Oblik ro-ro-a je takav da bilo kakvo stanje nestabilnosti može dovesti do katastrofe. Čak je i prema DNV istraživanju pomicanje tereta jedan od glavnih razloga morskih nesreća u kojima sudjeluju ro-ro-ovi.

Ispod je nekoliko važnih stvari koje treba uzeti u obzir:

- operacije osiguranja trebaju biti završene prije nego što brod krene na more,
- osobe imenovane za izvršavanje zadatka osiguranja vozila trebaju biti osposobljene za upotrebu opreme koja se koristi i najefektivnije metode za osiguranje različitih vrsta vozila,
- osobe koje nadziru osiguranje vozila trebaju biti upoznate sa sadržajem priručnika o osiguravanju tereta,
- teretna vozila veća od 3,5 tona trebaju biti osigurana u svim okolnostima kad su očekivani uvjeti predviđenog putovanja takvi da bi se kretanje vozila u odnosu traktu moglo očekivati. Koliko je to izvedivo, sustavi osiguranja trebaju biti primjereni kako bi se osiguralo da neće biti pomicanja iz bilo kojeg uzroka koji bi mogao ugroziti brod[17].

Ro-ro su komercijalno uvijek uspješni zbog svoje fleksibilnosti, integracije i brzine rada. Iako su komercijalno uspješni. Ro-ro-ove su uvijek kritizirale zbog njegovog dizajna, a također se navodi da je jedan od razloga za uznemirujuće nesreće u koje su sudjelovali ro-ro-ovi. Pitanja su uglavnom sa sigurnosnog gledišta.

Neke od njih navedene su u nastavku:

- nedostatak unutarnjih pregrada,
- vrata za pristup tereta,
- stabilnost,
- niski gaz,
- skladištenje i osiguranje tereta,
- uređaji za spašavanje,
- posada.

Prema cirkularnom izdanju IMO-a objavljenom u siječnju 2017., gotovo 2/3 života izgubljenih u moru bilo je samo od nesreća ro-ro-a. To pokazuje da učinak morskih nesreća u kojima sudjeluju ro-ro ima ogromne posljedice.

IMO je poduzeo mnogo koraka kako bi smanjio ove nesreće, a neke od njih ostavile su i neizdrživ učinak na ovu industriju. Poboljšanje sigurnosti na brodu ro-ro bila je jedna od glavnih tema razgovora[17].

Samo uvođenje novih zakona, pravila ili konvencija ne mijenja sliku. Jedna od studija o uzrocima velikih nesreća odražava trug pomak tereta i operativne neispravnosti najveće nesreće svih ovih nesreća. Ove nesreće bile su posljedica nepravilne primjene propisa i zbog ljudskih pogrešaka. Ova je vrsta brodova složenija i u konstrukciji i u radu. Stoga svaka greška može dovesti do katastrofalnih posljedica, zbog prisutnosti putnika na brodu [17].

8.4. USPOREDBA RO-RO I LO-LO BRODOVA

Ro-ro znači da posebno dizajnirani brodovi za prijevoz tereta na kotačima, kao što su, kamioni, teretna vozila s poluprikolicom, prikolice i željeznička vozila mogu voziti brod na svojim kotačima i sa njih putem vlastitih kotača vozila. Drugdje u brodskoj industriji teret se obično mjeri metričkim tonama, ali ro-ro teret se obično mjeri u trakama u metrima (*LIM*). Do tih brojki dolazimo množenjem duljine i širine staza za teret (*gdje su vozila naslagana*) na ukupnosti palube u plovilu. Uz ovu civilnu upotrebu, ro-ro plovila se koriste i koriste se u pomorskom sektoru za prijevoz važnih pomorskih tereta. Tijekom 19. Stoljeća ro-ro se uglavnom koristio za prijevoz vlakova. 1950-ih lo-lo je bio način prebacivanja morskim putem; a brod je mogao smjestiti između 500 i 3000 automobila. Međutim, dva desetljeća nakon toga, lo-lo je zamijenjen ro-ro.

Glavni razlog bio je Pure Car Carrier (*PCC*), razvijen u tom vremenu, koji je omogućio automobilima da se prevoze na ro-ro brodu. Kasnije se ovo razvilo u Pure Car Truck Carrier (*PCTC*) kako bi se ispunili zahtjevi za visokim i teškim teretom – I danas se koristi. Brodari se odlučuju za ro-ro jer teret ostaje u brodu do željenog odredišta I nakon toga se otkotrlja s broda, definitivno je sigurnije od podizanja s broda.

Međutim, glavna prednost je ušteda vremena. Valjanje tereta na brodu brže je od dizanja dizalicom. Otpremnici imaju tendenciju da preferiraju ovu metodu posebno u slučajevima kada se prevoze proizvodi s visokom dodanom vrijednošću.

Budući da brodske tvrtke ulažu u brže i pouzdanije brodove, jaz između dviju metoda čak se povećava u korist tvrtke ro-ro. Druga je prednost što je ro-ro jednostavno lakši i zahtijeva manje sofisticiran logistički lanac[18].

Lo-lo opisuje teretne brodove s ugrađenim dizalicama za utovar i istovar tereta. Međutim, ti se brodovi mogu nazvati plovilima usmjerenima, jer imaju dizalice na vrhu. Lo-lo brodovi održavaju ogromne količine prostora na vrhu broda (*kao i na palubi broda*), a traktu omogućuje izmjenu u odgovaraju potrebama tereta koji se diže za prijevoz. Te su vrste brodova desetljećima bile vrlo popularne i koristile su se za prijevoz s međunarodnih lokacija. Kontejneri s 20 stopa i kontejneri od 20 stopa mogu se isporučivati na brodu. Još važnije, brodari koji imaju preveliki teret za kontejnere, mogu koristiti lo-lo plovilo za prijevoz. Glavne prednosti su ekonomske i ekološke. Općenito, jeftiniji je sustav ako je uključen u logistički lanac koji integrira željeznički promet i podržava teret velikog tereta. Kao što je tvrdio Julio Martinez Alarcon, lo-lo je prihvatljiviji za okoliš, jeftiniji je od ro-ro-a i nudi veću nosivost [18].

Uvidjevši prednosti svakog od njih, rekli biste da ako želite da vaši proizvodi stignu do odredišta u najkraćem mogućem roku, što je sigurnije moguće ili ako želite prevoziti teret iz jedne zemlje u drugu, onda bi se trebali odlučiti za ro-ro metodu. S druge strane, ako želite sniziti troškove, zaštititi okoliš od emisije CO₂, a brzina sigurno nije vaš prioritet, možda se tada možete obratiti na lo-lo. Uz to, lo-lo brodovi pružaju više prostora što bi moglo biti zanimljivo brodarima koji imaju velik teret.

Na kraju, to potpuno ovisi o teretu koji želite otpremiti i proračunu i vremenu koje imate. Ali nitko ne zna što će nam donijeti budućnost. Kako je rekao Julio Martinez Alarcon, odluka između lo-lo-a i ro-ro-a ovisi o slučaju, jer BCO želi da njihovi proizvodi u najkraćem mogućem roku stignu na odredište, a da troškovi budu što niži. On smatra da bi metoda lo-lo u budućnosti mogla steći konkurentsku prednost zbog svojih ekoloških karakteristika i boljeg prihvaćanja dugoročnih projekata[18].

8.5. OBVEZNI PREGLEDI ZA SIGURNU PLOVIDBU RO-RO PUTNIČKIH BRODOVA I BRZIH PUTNIČKIH PLOVILA NA REDOVNIM LINIJAMA USKLAĐENO SA PRAVILNIKOM O OBAVLJANJU INSPEKCIJSKOG NADZORA SIGURNOSTI PLOVIDBE – GLAVA VIII. (N/N 127/05) I EU SMJERNICOM 1999/35

Početna provjera broda:

Br.		DA	NE	N/P
1.	Da li se na brod primjenjuje ISM kodeks			
2.	Da li brod na koji se primjenjuje ISM kodeks posjeduje valjanu SMC svjedodžbu			
3.	Da li brod na koji se primjenjuje ISM kodeks posjeduje valjanu kopiju DOC svjedodžbe i da li se odnosi na putničke brodove i/ili brza putnička plovila			
4.	Da li je brod na koji se primjenjuje ISM kodeks u posjeduje ažuriranog ISM priručnika u kojem su naznačeni odgovarajući postupci			
5.	Da li brod posjeduje valjane svjedodžbe izdane od države zastave ili od priznate organizacije u ime države zastave (priložiti preslike svih svjedodžbi uz zahtjev)			
6.	Da li je brod pregledan u svrhu izdavanja svjedodžbi u skladu sa odgovarajućim procedurama i uputama propisanim IMO Rez.A.746(18). Za strane brodove koji viju zastavu države koja nije članica Europske unije mora biti predočena posebna izjava države čiju zastavu brod vije, kojom se potvrđuje da su svjedodžbe izdane u skladu sa postupcima navedene rezolucije ili postupcima priznatima kao ekvivalent od strane te države.			
7.	Da li brod udovoljava standardima utvrđenim za klasifikaciju prema pravilima priznate organizacije ili pravilima prihvaćenima kao jednako vrijednima od strane države zastave (priložiti preslike svjedodžbi klase)			
8.	Da li brod posjeduje zapisivač podataka o putovanju (VDR) u svrhu pružanja pružanja podataka u slučaju istraživanja pomorskih nesreća			

Slika 50. Lista provjere za ro-ro brodove [15]

Početna provjera kompanije/ države zastave:

BR		DA	NE	N/P
1.	Da li kompanija primjenjuje ISM kodeks			
2.	Da li kompanija na koju se primjenjuje ISM kodeks posjeduje valjanu svjedodžbu DOC i da li se odnosi na putničke brodove i /ili brza putnička plovila			
3.	Da li je kompanija na koju se primjenjuje ISM kodeks u posjedu ažuriranog ISM priručnika u kojem su naznačeni postupci za određenu liniju			
4.	Da li je kompanija na koju se primjenjuje ISM kodeks unaprijed pripremila posebne pisane upute u skladu sa Odlukom 28/2001			
5.	Da li je zapovjednik prije putovanja odgovarajuće obaviješten o dostupnosti obalnih navigacijskih vodiljnih sustava (MSI, Navtex,VTS itd.) i o ostalim informacijskim shemama koje mu pomažu za sigurno vođenje broda na putovanju te da li on koristi uspostavljene sheme za pružanje navigacijskih uputa i informacija			
6.	<p>Da li se primjenjuju odredbe članaka od 2. do 6. MSC/Circ.699.Da li su oznake jasno vidljive i da li su u skladu sa IMO Rez.A.760(18).Navedeno uključuje sljedeće:</p> <ul style="list-style-type: none"> - označavanje mjesta za prikupljanje - označavanje izlaza u nužnosti i ostalih izlaza - označavanje mjesta ukrcaja u sredstva za spašavanje - označavanje putova bijega - identifikacija i numeriranje paluba - numeriranje kabina - upute u slučaju nužnih situacija postavljene u putničkim kabinama,na mjestima za prikupljanje i ostalim prostorima za putnike - upute „kako navući prsluk za spašavanje“ postavljene u blizini vrata putničkih kabina - oznaka na planu „vi ste ovdje“ postavljena u blizini vrata putničkih kabina - javni brodski razglas se jasno čuje u svim javnim prostorijama i na otvorenim putničkim palubama - članovi posade su uočljivo odjeveni kako bi ih putnici lako prepoznali,posebno u slučaju nužnih situacija 			
7.	<p>Da li su izložene tablice koje označavaju ustroj rada na brodu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tablica rasporeda rada u luci i u plovidbi - maksimalni satovi rada i minimalni satovi odmora za članove posade u straži 			
8.	Da li je kompanija ovlastila zapovjednika da može u skladu sa svojim profesionalnim sudom donijeti bilo koju odluku koju smatra potrebnom radi održavanja sigurnosti plovidbe i operacija, a posebno u lošim vremenskim situacijama i teškom moru			
9.	Da li postoji ažurirani zapis o plovidbenim aktivnostima i nezgodama koje se odnose na sigurnost plovidbe			
10.	Da li se bilo koja deformacija ili oštećenje na oplatnim vratima i otvorima na vanjskoj oplati koje mogu ugroziti integritet broda ili bilo koji nedostatak u sustavu zatvaranja tih otvora javlja državi zastavi i državi domaćinu te da li se odmah vrše popravci na zadovoljavajući način			

Slika 51. Lista provjere kompanije [15]

11.	Da li je prije isplovljenja na raspolaganju Plan putovanja napravljen u skladu sa uputama IMO Rez.A.893(21) i da li se provodi			
12.	Da li na brodu postoje upute o servisu i pomoći starijim i hendikepiranim osobama. Da li su putnici o tome upoznati i da li su napravljene u formatu koji odgovara osobama sa slabijim vidom			
13.	Da li brodovi kojima kompanija upravlja posjeduju svjedodžbe izdane temeljem IMO Rez.A.746(18), a u svezi sa harmoniziranim sustavom pregleda i certifikacije. Za brodove stranih zastava čije države nisu članice Europske unije mora biti predočena posebna izjava države čiju zastavu brod vije , kojom se potvrđuje da su svjedodžbe izdane u skladu sa postupcima navedene rezolucije ili postupcima priznatima kao ekvivalent od strane te države			
14.	Da li su svjedodžbe spomenute u prethodnoj točki izdane od strane države zastave ili od priznate organizacije u ime države zastave			
15.	Da li kompanija unaprijed prihvaća da lučka kapetanija ili drugo nadležno tijelo, te predstavnici država u čije luke brod uplovljava , kao i bilo koje druge stvarno zainteresirane države članice Europske unije, mogu voditi, u potpunosti sudjelovati ili surađivati u svakoj istrazi povezanoj sa pomorskom nesrećom ili incidentom			
16.	Da li kompanija prihvaća obvezu da dozvoli pristup podacima dobivenim iz VDR-a ro-ro putničkog broda ili brzog putničkog plovila			
17.	Da li je za brodove koji nisu hrvatske državne pripadnosti ili države članice Europske unije, država zastava prihvatila obvezu kompanije za ispunjavanjem zahtjeva iz Pravilnika o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe (N/N 127/05)			
18.	Da li je kompanija sposobna da udovolji i u potpunosti sprovede sustav plana u slučaju nužnih situacija na brodu, na način kao što je propisano IMO Rez.A.852(20)			

Slika 52. Nastavak liste provjere kompanije [15]

9. ZAKLJUČAK

U diplomskom radu detaljno je obrađena analiza konstrukcije i tehnoloških karakteristika brodova za prijevoz teških tereta. Razlikuju se tri tipa brodova za prijevoz teških tereta koji su opisani u radu. Ro-ro brodovi su namjenjeni za prijevoz kamiona, prikolica, automobila te se konstrukcijski znatno razlikuju od ostala dva tipa brodova. Prvenstveno u odnosu omjera dužine i širine, a druga svojstva koja su karakteristična za ro-ro brodove su brodske rampe i vrata na boku broda. Primjer ro-ro broda sa svim specifikacijama je iznesen na projektu Jumbo Kinetic brodaru Jumbo Shipping.

Specijalizirani brodovi za teške terete poznati kao flo-flo ili poluuronjivi brodovi pružaju mogućnost ukrcanja, iskrcanja i transport velikih tereta neovisno o lučkoj opremi koja se tradicionalno koristi za rukovanje velikim ili iznimno teškim teretima. Flo-flo tehnologija prekrcanja se temelji na djelomičnom uronu broda ili naplavljivanju te se teret kod tehnologije djelomičnog urona krca na palubu, a promjena gaza iznosi od 6 do 14 m. MV Blue Marlin je jedan od najvećih svjetskih brodova za teške terete. Koristi se u komercionalnom sektoru za podizanje neispravnog tereta kao što su naftne platforme.

Lo-lo brodovi su pogodni za multimodalni transport te svoj sadržaj ukrcavaju posebnim dizalicama. Lo-lo tehnologija prekrcanja podrazumjeva vertikalni ukrcaj i iskrcaj tereta ujedinenog na paletama. U radu su iznesene prednosti i mane lo-lo tehnologije. Jedna od prednosti je ušteda u troškovima prijevoza te je ekološki prihvatljiviji, dok nedostaci su velika ulaganja u lučku prekrcajnu tehnologiju, velika ulaganja u brod te je potrebno više vremena za otpremit teret. Na primjeru broda Santa Rita je detaljno opisana lo-lo operacija prekrcanja. Cilj provođenja je pokazati sposobnost podizanja tereta iz mora pomoću dizalica.

Ovim diplomskim radom dan je uvid u važnost poznavanja karakteristika svih tipova i konstrukcija brodova za teške terete. Dobro poznavanje karakteristika brodova omogućuje kvalitetan pristup izboru vrste broda, ovisno o vremenu i novcu koje je na raspolaganju.

LITERATURA

- [1] Perić. Z. Osnovne brodogradnje, Industrijska škola Split, 2015.
- [2] Mohović. D. Tehnologija prijevoza teških i vangabaritnih tereta morem, Zagreb, 2015.
- [3] Dundović, Č.: Lučki terminali, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2002.
- [4] Komadina, P.: Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Udžbenici sveučilišta u Rijeci, Rijeka 1998.
- [5] Vranić, D., Ivče, R.: Tereti u pomorskom prometu, Sveučilište u Rijeci, Rijeka 2006.
- [6] CODE OF SAFE PRACTISE FOR CARHO STOWAGE AND SECURING 1991.
- [7] Drewry, H.P.: The Status of Deep Sea RO-RO Services. AN Economic study. London : Shipping consultants Ltdn, Novembe, 1980, str. 11.
- [8] Jansen, B.: Safety of RO-RO vessels - RO-RO vessels' causalty statistic. Hamburg : RO-RO Conference Papers, Congress Centrum, 1983, str. 18-19.
- [9] RO-RO Conference Paper. London, 1977, str. 84.
- [10] Stipanić, LJ.: Mikrolokacija budućih terminala za generalni tereti riječke luke na otoku Krku, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka 1984.
- [11] UNCTAD: Port development, UN, New York, 1978., str. 147.
- [12] <http://www.cmport.com/business/ro-ro> (15.10.2019.)
- [13] <http://www.artadmires.com/www/eurans/eng/faq/generalcargororo/> (17.10.2019.)
- [14] <https://luka-kp.si/eng/news/single/new-ro-ro-car-carrier> (17.10.2019.)
- [15] <https://www.zakon.hr/z/310/Pomorski-zakonik> (15.10.2019.)
- [16] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=62215> (10.10.2019.)
- [17] <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-ro-ro-ships/> (20.10.2019.)
- [18] <https://container-xchange.com/blog/ro-ro-lolo-difference/> (21.10.2019.)
- [19] <https://www.c7f.navy.mil/-conducts-lolo-operations-demonstrates-new-capabilities/> (21.10.2019.)
- [20] <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/lo-lo.htm> (22.10.2019.)
- [21] <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/flo-flo.htm> (25.10.2019.)
- [22] <https://vesselregister.dnvgl.com/VesselRegister/vesselDetails.html> (27.10.2019.)
- [23] <https://www.vesselfinder.com/vessels/BLACK-MARLIN.html> (30.10.2019)
- [24] <https://www.jumbomaritime.nl/en/offshore/offshore-fleet/fairplayer/> (01.11.2019)
- [25] <https://www.msc.navy.mil/sealift/2005/August/drydock.htm> (03.11.2019.)
- [26] Brdosplit dd, prezentacija projekta P1146, 2008.

POPIS SLIKA

Slika 1. Proizvodni procesi u brodogradnji [1].....	10
Slika 2. Osnovne proizvodne faze brodograđevnog procesa [1].....	11
Slika 3. Suhi dok [1].....	11
Slika 4. Potklade [1].....	12
Slika 5. Shema prikaza kretanja standardnih profila u radionici strojne obrade [1]	14
Slika 6. Syncro liftovi [1].....	16
Slika 7. RO-RO brod [1].....	20
Slika 8. Lo-lo brod [2].....	21
Slika 9. Jumbo lo-lo brod [2].....	21
Slika 10. Samarica za teške terete [2].....	22
Slika 11. Stuelcken samarice [2].....	22
Slika 12. Plovne dizalice [2].....	23
Slika 13. Slaganje kontejnera u skladište pomoću vodilica [2].....	24
Slika 14. Shematski prikaz lo-lo broda [2].....	24
Slika 15. Santa Rita [19].....	27
Slika 16. Patrolni brod Mark VI [19].....	27
Slika 17. Flora Delmas, Lo-lo brod [20].....	30
Slika 18. Blue Marlin brod [21].....	33
Slika 19. Potopljeni Blue Marlin brod [21].....	35
Slika 20. Blue Marlin prevozi naftnu platform Thunder Horse [21].....	39
Slika 21. Black Marlin [23].....	40
Slika 22. Boka Vanguard bez tereta [22].....	43
Slika 23. Dockwise Vanguard u luci Maasmond, Rotterdam 2014 [22].....	44
Slika 24. Mighty Servant 1 [25].....	45
Slika 25. Mighty Servant 2 prevozi USS Samuel B. Roberts iz Dubai-a do Newport, R.I.,1988. [25].....	47
Slika 26. Mighty Servant 3 [25].....	49
Slika 27. Flo-flo operacija [21].....	50
Slika 28. Uranjanje barže pod kutom [21].....	51
Slika 29. Barža je u potpunosti uronjena [21].....	51

Slika 30. Lučka manipulacija prikolicama cestovnog prometa [12].....	53
Slika 31. Sklopiva spuštena RO-RO prikolica [13].....	54
Slika 32. Spuštena ro-ro prikolica [13].....	55
Slika 33. Shematski prikaz ro-ro broda sa označenim dijelovima[4].....	60
Slika 34. Otklonjena krmena rampa ro-ro broda [14].....	61
Slika 35. Slika 36. Struktura trupa broda [26].....	64
Slika 37. Sustav grotlenih poklopaca međupalube [26].....	65
Slika 38. Shema sustava grotlenih poklopaca [26].....	66
Slika 39. Sustav stabiliziranja broda [26].....	67
Slika 40. Linija izrade sekcije [26].....	68
Slika 41. Jumbo Kinetik brod [26].....	70
Slika 42. Brodski plan [26].....	71
Slika 43. Generalni plan broda Fairplayer Jumbo[24].....	74
Slika 44. Slika 44. Shematski prikaz radnog radijusa dizalice [24].....	74
Slika 45. Fairplayer Jumbo brod [24].....	75
Slika 46. Prikaz Fairplayer Jumbo broda prilikom ukrcaja tereta[24].....	75
Slika 47. Različiti oblici ro-ro pristana [11].....	81
Slika 48. Ukrcaj tereta na ro-ro brodove [17].....	85
Slika 49. RoPax [17].....	87
Slika 50. Lista provjere za ro-ro brodove [15].....	91
Slika 51. Lista provjere kompanije [15].....	92
Slika 52. Nastavak liste provjere kompanije [15].....	93

POPIS TABLICA

Tablica 1. Specifikacija broda Black Marlin [23].....	39
Tablica 2. Specifikacije broda Boka Vanguard [22].....	42
Tablica 3. Specifikacije broda Mighty Servant 1 [25].....	45
Tablica 4. Uvjetovana opremljenost ro-ro [3].....	68
Tablica 5. Specifikacija broda Jumbo Kinetic [26].....	87
Tablica 6. Specifikacija broda Fairplayer Jumbo [24].....	90

POPIS KRATICA

RO-RO (engl. Roll on-roll of)

LO-LO (engl. Lift on-lift of)

FLO-FLO (eng. Float-on- Float-off)

MMT

PCC (engl. Pure car carrier)

Dokotrljaj-otkotrljaj

Digni-spusti

Poluuronjivi

Multimodalni transport

Brod za prijevoz automobila