

Tehnologija prijevoza teških i vangabaritnih tereta morem

Juričević, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:713720>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-24**



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

Repository / Repozitorij:

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



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

MARTINA JURIČEVIĆ

**TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA TEŠKIH I VANGABARITNIH
TERETA MOREM**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

**TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA TEŠKIH I VANGABARITNIH
TERETA MOREM**

TRANSPORTATION OF HEAVY LOADS BY THE SEA

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Tehnologija prijevoza morem

Mentor: prof.dr.sc. Renato Ivče

Student: Martina Juričević

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076950

Rijeka, Rujan 2022.

Student/studentica: Martina Juričević

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076950

IZJAVA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom Tehnologija prijevoza teških i vangabaritnih tereta morem izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Renato Ivče.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u završnom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasna sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Student/studentica: Martina Juricević
Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu
JMBAG: 0112076050

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom
Izjava prijelaza českih i vengarskih tereta morem
(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom
prof. dr. sc. Renato Jrcić
(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc. Ime i Prezime)

te komentorstvom _____

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke _____
(naziv tvrtke).

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

Student/studentica
Martina Juricević
(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice

Student/studentica: Martina Juricević
Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i pom
JMBAG: 0112076050

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student/studentica - autor
Martina Juricević
(potpis)

SAŽETAK

Tehnologija prijevoza teških i vangabaritnih tereta morem je rad u kojemu je objašnjeno značenje teškog tereta, njegove osnovne karakteristike kao i karakteristike transportnih sredstava koji su konstruirani za prijevoz ove vrste tereta. Također je opisan način manipulacije teškim teretima te su navedene različite tehnologije prekrcaja koje se koriste pri rukovanju istim. Uz zaključak i uvod, rad se sastoji od još 6 poglavlja sa dodatnim podpoglavljima koji pobliže opisuju značajke teških, vangabaritnih tereta i osvrću se na razvoj i planiranje njihova transporta.

Ključne riječi: teški tereti, prekrcaj, brod, manipulacija

SUMMARY

Technology of transport of heavy and non-standard sized cargo by sea is a paper which explains the meaning of the heavy load, its essential characteristics as well as the characteristics of cargo handling equipment designed for the transport of this type of cargo. Method of handling heavy loads and the various transshipment technologies used during handling the same are also described in this paper. In addition to the conclusion and introduction, the work consists of another 6 chapters with additional sub-chapters that describe the characteristics of heavy, non-standard cargo and reflect on the development and planning of their transport.

Key words: heavy loads, transshipment, vessel, manipulation

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1.UVOD..... | 1 |
| 2.RAZVOJ TRANSPORTA TEŠKIH TERETA..... | 3 |
| 3. PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA MOREM..... | 5 |
| 3.1. KLASIFIKACIJA TEŠKIH TERETA..... | 7 |
| 3.2. PLANIRANJE PUTOVANJA | 11 |
| 3.2.1. Projekt prekrcaja i prijevoza teških tereta | 11 |
| 4. BRODOVI ZA TEŠKE TERETE | 13 |
| 4.1.KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA TEŠKE TERETE | 13 |
| 4.2.PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA NENAMJENSKIM BRODOVIMA..... | 14 |
| 4.2.1. Konvencionalni višenamjenski brodovi | 14 |
| 4.2.2.Konvencionalni RO-RO brodovi..... | 15 |
| 4.2.3.Brodovi za prijevoz teglenica..... | 16 |
| 4.3.PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA NAMJENSKIM BRODOVIMA | 17 |
| 4.3.1. RO-RO prekrcajna tehnologija..... | 17 |
| 4.3.2. LO-LO prekrcajna tehnologija | 21 |
| 4.2.3.FLO-FLO prekrcajna tehnologija..... | 23 |
| 5.OPREMA ZA MANIPULACIJU I UČVRŠĆIVANJE TEŠKIH TERETA..... | 25 |
| 5.1.MANIPULACIJA TEŠKIH TERETA | 25 |
| 5.1.1. Brod dizalica | 27 |
| 5.1.2. Plovne dizalice | 27 |
| 5.1.3. Brodska palubna dizalica..... | 27 |
| 5.2.POSTAVLJANJE TERETA NA BROD | 28 |
| 5.3. UČVRŠĆIVANJE TEŠKIH TERETA | 29 |
| 6. TERMINALI ZA TEŠKE TERETE | 30 |
| 6.1. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA TERMINALA ZA PREKRCAJ TEŠKIH TERETA | 30 |
| 7. ZAKLJUČAK | 31 |
| 8.LITERATURA..... | 32 |
| POPIS SLIKA | 33 |
| POPIS TABLICA..... | 33 |

1.UVOD

Današnja globalna trgovina u stanju je konstantnog rasta te se među enormnom količinom trgovane robe nalazi, ne samo standardizirani teret, već i veliki, glomazni teret vangabaritnih dimenzija. Velike težine i opterećenja kao i posebne potrebe manipulacije ovom vrstom tereta, zahtijevaju posebnu pažnju kada se radi o pronalaženju odgovarajućih usluga otpreme i utovara u logističkim procesima.

Teški, vangabaritni tereti mogu se definirati kao oni tereti kojima se, zbog svoje mase i/ili oblika, ne može rukovati s uobičajenom opremom dostupnom na brodu ili obali. Kao što sama riječ kaže to su specijalni tereti čije dimenzije nisu prilagođene putu kojim se kreću te im treba posvetiti dodatnu pažnju i opreznost zbog mogućeg ugrožavanja normalnog odvijanja prometa. Karakteriziraju ih veličina, oblik i težina. Mogu se krcati u skladišta i na palubu.

Prijevoz teških tereta morem iznimno je kompleksan proces koji zahtjeva razna znanja i vještine uključujući komercijalne poslove, brodogradnju, strukturnu analizu i sl. Za prijevoz ove specifične vrste tereta upotrebljavaju se nenamjenski brodovi u koje ubrajamo konvencionalne višenamjenske brodove, konvencionalne RO-RO brodove, brodove za prijevoz teglenicama te specijalizirane brodove za prijevoz teških tereta. U drugu skupinu brodova za prijevoz teških tereta spadaju RO-RO, FLO-FLO i LO-LO brodovi za teške tereta te manji broj brodova za prijevoz generalnog tereta.

Kao što je već spomenuto, u ovom radu bit će prikazane karakteristike teških tereta, njihov razvoj, planiranje te rukovanje istima. Rad se sastoji od 7 poglavlja te 10 potpoglavlja.

U poglavlju "Razvoj transporta teških tereta" dan je osvrt na početke razvoja prijevoza teških, vangabaritnih tereta te nas provodi kroz put kojim se došlo do suvremenih brodova za prijevoz ove vrste tereta.

Zatim je u poglavlju "Prijevoz teških tereta morem" ukratko prikazana klasifikacija teških tereta, opisano je planiranje putovanja, od pripreme do samog izvođenja i nadgledanja. Također je prikazan postupak osiguravanja potrebnih suglasnosti i dozvola za vangabaritni prijevoz.

Sljedeće poglavlje "Brodovi za teške terete" bavi se ponajviše specijaliziranim brodovima za prijevoz teških tereta, njihovom tehnologijom prekrcanja te njihovim karakteristikama. No, spomenut je i prijevoz teških tereta nenamjenskim brodovima.

U poglavlju "Oprema za manipulaciju i učvršćivanje teških tereta" detaljno je opisana brodska oprema za teške terete. Navedene su osnovne značajke teških samarica/ dizalica kao i ostale opreme koja je ključna ne samo za rukovanje teretom već i za njegovo osiguravanje.

Šesto poglavlje, s naslovom "Terminali za teške terete" daje osvrt na obilježja terminala specijaliziranih za ovu vrstu tereta. Opisano je izvođenje prekrcanja tereta te izgled i karakteristike terminala.

U posljednjem dijelu, zaključku, u nekoliko odlomaka, kroz najbitnija saznanja iz svakog pojedinog poglavlja, predstavljen je zapravo sažetak ovog rada.

2.RAZVOJ TRANSPORTA TEŠKIH TERETA

Prijevoz brodovima za teške i vangabaritne terete postoji još od davnina. Od vremena starih naroda koji su kamene gromade za svoje hramove i spomenike dovozili iz udaljenih krajeva i ti isti spomenici bili otimani u osvajačkim ratovima i odvoženi u Europu. Međutim, tek nakon završetka drugog svjetskog rata može se govoriti o prijevozu teških tereta kao o pravoj trgovačkoj aktivnosti. Nakon ratnih razaranja, u želji da prežive toliko očekivani mir, opustošene zemlje Europe morale su ubrzano obnoviti svoje porušene tvornice. Obnova je zahtijevala novu oprema koja je dolazila iz prekomorskih zemalja te bila upravo teški teret. Iz tog razloga, prijevoz morskim i općenito vodenim putem pokazao se najekonomičnijim te najpodobnijim.

Početak razvoja željeznica u takozvanom novom svijetu (Afrika, Azija i Južna Amerika) povezan je s razvojem prijevoza teških tereta. Željeznice su se gradile kako bi izvukle resurse iz udaljenih područja i olakšale razvoj u tim regijama. Lokomotive i željeznički vagoni proizvodili su se u Europi, prvenstveno u Velikoj Britaniji. Nijedno plovilo nije moglo prevesti teške lokomotive iz Europe na nove željeznice te je jedino rješenje bilo dovesti ih u dijelovima te ih sastaviti na odredištu. No, Kapetan Christen Smith, koji je netom prije osnovao novu brodarsku kompaniju "Belship", primijetio je da se na tržištu javlja prostor za novu vrstu brodova te je dizajnirao brodove opremljene vlastitim samaricama koje su mogle podizati do tada nezamislive težine.¹

Dok su se za transport teških tereta još koristili klasični brodovi sa samaricama za teške terete, ovi tereti su bili izbjegavani, skupi za rukovanje, a najčešće ni oprema za manipulaciju nije bila dostupna na mjestima ukrcaja i iskrcaja. Izgradnjom golemih konstrukcija za crpljenje nafte, došlo je do spoznaje o veličini gotovih jedinica tereta koje treba prevesti morem. Puno povoljniji i jednostavniji postupak je bio sastaviti konstrukcije na kopnu i prevesti ih brodovima do određenog mjesta kao cjelinu spremnu za korištenje. Tako su se velike jedinice i dijelovi mogle detaljno pregledati i testirati te biti ugrađene sa znatnim uštedama.

¹ <https://www.belships.com/history/>

Ubrzo nakon, dolazi do povećanja potreba prijevoza opreme naftne industrije te sa time i korištenje teglenica. Tada je razvijen prvi model uronjive teglenice, a kasnije i poluuronjivog broda. 1976.godine nizozemska kompanija "Wijsmuller" ušla je u tržište prijevoza teškog tereta sa svojim tipom teglenice "Ocean Servant". Tri godine nakon, predstavljen je prvi poluuronjivi brod za prijevoz teških tereta "Super Servant" koji je bio konstruiran tako da ukrcava teret uglavnom "Float on-float off" metodom. Naposljetku, 1983.godine, prvi od tri broda klase "Mighty Servant", priključio se floti. Ovi brodovi bili su slični "Super Servant" klasi, ali puno veći, s ciljem da budu pogodni za veće i glomaznije terete koji su se pojavljivali na tržištu. Jedno od njihovih bitnih svojstava bila je mogućnost pomicanja balastnih taknova smještenih na krmu, da bi se dobilo na prostoru.²

Nakon brojnih novih brodova specijaliziranih za teške terete, koji su se izdvajali zbog ukrcaja/iskrcaja RO-RO načinom, kompanija "Blaesbjerg" je zauzela visoku poziciju u radu s teškim teretima. Njihove brodove karakterizirala je mogućnost rukovanja teretom i RO-RO i LO-LO metodom. "St Magnus" bio je posljednji brod ove kompanije sa nosivosti 20000 t.

Ponovnim porastom postrojenja za naftu i plin na moru, kompanija "Dockwise", dizajnira danas najveći poluuronjivi brod koji može prevoziti teret do 110 000 t, "Dockwise Vanguard". Dizajniran je za prijevoz naftnih i plinskih postrojenja, ali također može prevoziti i druge brodove te djelovati kao suhi dok.³



Slika 1. Dockwise Vanguard

Izvor: <https://www.ship-technology.com/wp-content/uploads/sites/16/2017/10/4l-image-2.jpg>

² <https://magazines.marinelink.com/Magazines/MaritimeReporter/198608/content/wiismuller-salvage-offshore-201888>

³ <https://www.ship-technology.com/projects/dockwise-vanguard-heavy-transport-vessel/>

3. PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA MOREM

Teški teret danas ima veliki utjecaj u razvoju transporta. Najčešće se kao teški tereti u lukama javljaju strojni kompleksi, dijelovi tvornica, teška mehanizacija, oprema ili cjelokupni kompleksi za iskorištavanje podmorja, platforme, lučke dizalice, teglenice, dijelovi broda, brodski dizel motori, lokomotive, vojna oprema (tenkovi i topovi) itd. U ovu skupinu, osim glomaznog tereta, također ubrajamo i razne minerale te čelične profile.

| Industry Sector | Projects | Heavy Lifts |
|---------------------------------|--|--|
| Oil and gas | Offshore exploitation, FPSOs (floating production storage and offloading), oil refineries, LNG plants, petrochemical complexes | Jackets, top sides, turrets, reels, carousels, reactors, columns, furnaces, heat exchangers, modules, pipe racks |
| Power generation & distribution | Oil/gas fired power plants, renewables | Turbines, generators, boilers, heat recovery steam generator (HRSG) modules, transformers, wind turbine foundations, transition pieces, towers, nacelles |
| Mining | Mines and export facilities | Wharf decks, (un)loaders, dump trucks |
| Water | Desalination plants | Desalination blocks |
| Infrastructure | Bridges, tunnels, port, rail | Steel structure, tunnel boring machines (TBMs), (container)cranes, locomotives, rolling stock |
| Shipbuilding | | Ship sections, marine engines, dredging equipment, tugs, barges, yachts |

Slika 2. Sektori industrija s potražnjom za transport teškog tereta

Izvor: Arie Peterse developments; project cargo and heavy lifts

Transport teških tereta (engl. Heavy lift) predstavlja u pomorstvu specifičan način ukrcaja, prijevoza i iskrcanja tereta koji jedinično teži i preko 10000 kN. Mase tereta od 500 do 700 tona danas u lukama nisu nikakva rijetkost. Ova skupina tereta se ističe zbog svojih specifičnih svojstava u pogledu težine, osjetljivosti i geometrije te su najčešće vrlo visokih vrijednosti. S obzirom da ova vrsta tereta dolazi u velikim dimenzijama te se prevozi u dijelovima ili cjelovito (ovisno o zahtjevima vlasnika), njihova svojstva, uključujući distribuciju tereta, centar gravitacije, inercije, stabilnost kao i samu geometriju tereta, vrlo su bitni faktori kod prijevoza teških tereta te se mora obratiti pažnja na njih u ranim fazama transportnog procesa.⁴

⁴ Thorsten Wuest, Jakub Mak-Dadanski, Björn Kaczmarek, Klaus-Dieter Thoben. Challenges of Heavy Load Logistics in Global Maritime Supply Chains

U nastavku su po točkama sažete informacije ključne za fizičke pothvate kod transporta teškog tereta:

- Ekološki kriterij (npr. Kretanje tijekom ekoloških događaja)
- Odgovarajuće transportno vozilo s obzirom na masu i veličinu
- Stabilnost tijekom transporta kao i tijekom ukrcaja/iskrcaja
- Područje koje teret pokriva
- Osjetljivost tereta
- Pričvršćivanje i osiguravanje tereta
- Troškovi transporta i osiguranja

Navedeni čimbenici izravno utiču na troškove transporta i osiguranja te , ne samo otpremnik, već i vlasnik tereta mora biti svjestan tih čimbenika kako bi se osigurao pravilan i siguran prijevoz.

3.1. KLASIFIKACIJA TEŠKIH TERETA

Teški, vangabaritni tereti razvrstani su u 8 kategorija koje su označene slovima A-H.⁵

Kategorija A

U ovu kategoriju spadaju teški cjelovit tereti koji stoje vertikalno na vlastitom postolju. Tipični primjeri ovog tereta su veliki el. generatori i transformatori.



Slika 3. Transformator pri ukrcaju na brod

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

Kategorija B

Ova kategorija obuhvaća izdužene, horizontalno postavljene jedinice, bez bazne konstrukcije. Primjer ove vrste tereta su dugi profili cjevastog oblika koji se koriste u petrokemijskoj industriji.



Slika 4. Teret kategorije B postavljena na palubi broda

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

⁵ Rickmers Standard for Stowage and Securing of Project Cargo, p. 14.

Kategorija C

Pod kategoriju C ubrajamo otvorene čelične konstrukcije s točkama zahvata. Najčešće su to čelični sanduci s dijelovima industrijskih postrojenja. Kod ovakvih tereta postoji mogućnost klizanja, a da bi se to spriječilo koriste se drvene podloge ili čelični stoperi.



Slika 5. Teret kategorije C postavljen u brodsko skladište

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

Kategorija D

Kategorija koja uključuje osjetljive teške terete bez predviđenih naprava za podizanje. Prekriveni su relativno lakim metalom ili drvenom oplatom. Teret nema točaka zahvata, a neki od primjera ove kategorije su dijelovi strojeva u drvenim sanducima te namotaji kablova.



Slika 6. Teret kategorije D bez točaka zahvata

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

Kategorija E

Kategorija koja obuhvaća otvorene, nepravilno oblikovane jedinice tereta koje nemaju veliku težinu ali su iznimno glomazne, bez određene površine nalijeganja i bez posebnih naprava za podizanje ili točaka zahvata. Najčešći primjeri su krakovi dizalica, rešetkasti mostovi i rešetkasti nosači.



Slika 7. Nosač velike dizalice na palubi broda

Izvor: <https://www.heavyliftnews.com/wp-content/uploads/2020/01/0124-Pacific-Ospreys-new-boom-transported-to-DK-1.jpg>

Kategorija F

U ovu kategoriju spadaju vozila na gumenim kotačima, čeličnim gusjenicama ili čeličnim kotačima sa ili bez određenih mjesta za podizanje te bez točaka zahvata. To su najčešće automobili, kamioni, bageri, željeznički vagoni i slična kopnena transportna sredstva. Za podizanje i spuštanje tereta koristi se Spreader, napravljen posebno za ovu vrstu tereta.



Slika 8. Bageri u brodskom skladištu

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

Kategorija G

Kategorija koja obuhvaća razna plovna vozila sa ili bez čvrstih naprava na palubi za postavljanje učvršćenja. Tu spadaju sve vrste motornih jahti i manjih plovila.



Slika 9. Ukrcaj jahte na palubu broda

Izvor: <https://www.superyachtimes.com/photos/109915>

Kategorija H

Vrlo glomazni tereti, koji se postavljaju na palubu broda odnosno na poklope brodskih skladišta, spadaju u kategoriju H. Primjer ovih tereta su lučke dizalice. Ovi tereti mogu ugroziti stabilnost broda pa treba obratiti pozornost na to da oprema za učvršćivanje bude simetrično raspoređena u odnosu na težište tereta.



Slika 10. Transport kontejnerskih dizalica na brodu za teške terete

Izvor: <https://breakbulk.news/hansa-heavy-lift-moves-assembled-liebherr-cranes-from-ireland-to-the-uk/>

3.2. PLANIRANJE PUTOVANJA

Faza planiranja transporta teškog tereta je najčešće dugotrajan proces no, dobar plan i priprema je vrlo bitan faktor uzevši u obzir da se radi o specifičnom teretu koji može ugroziti normalno odvijanje prometa. O dobrom planu ovisi hoće li putovanje proći bez komplikacija ili će se desiti nezgoda poput oštećenja tereta ili brodske opreme, kašnjenja tereta u luku ili u najgorem slučaju ljudske ozljede nastale nekontroliranim pomicanjem tereta. Prije poduzimanja bilo kakvih operacija s teškim teretom, one moraju biti raspravljene ili čak odobrene od strane osiguravatelja tereta, vlasnika tereta, brodarka, lučke kapetanije.⁶

3.2.1. Projekt prekrcaja i prijevoza teških tereta

Kod transporta teških tereta krcatelj je obavezan brodaru dostaviti sve podatke vezane uz manipulaciju teretom i njegovo učvršćivanje na brodu. Vrlo je važno da posebno budu označene pozicije predviđene za manipulaciju i učvršćivanje kao i mjesto težišta tereta. Radnje koje se poduzimaju prije ukrcaja tereta su, kao što je spomenuto, podaci o teretu odnosno nacrti s dimenzijama, opisom i rasporedom težina. Također proračun stabilnosti (i naprezanja) kako bi se utvrdilo je li plan izvediv ili ugrožava stabilnost broda. Te proračuni plana učvršćivanja i specifičan plan putovanja. Svi ovi podaci se danas dostavljaju u elektronskom obliku.

Projekt prekrcaja i prijevoza teških tereta izvodi se sljedećim redoslijedom:

- opće i specifične radnje prije početka ukrcaja
- opće i specifične radnje tijekom ukrcaja tereta
- radnje tijekom prijevoza tereta
- radnje tijekom iskrcaja i nakon iskrcaja teškog tereta

⁶ Sven L. Mathiesen og Verner Nielsen, Marstal Navigationsskole 2004., p. 35.

Brodarev nadzornik ili koordinator tereta stižu u luku ukrcaja neko vrijeme prije dolaska broda da bi procijenili situaciju. Njihove dužnosti su utvrditi da je teret, koji mora biti ukrčan i transportiran, spreman za te radnje. Također je potrebno da provjere jesu li dobiveni podaci, o veličini, težini, točkama podizanja i privezivanja, točni te naravno da pruže što je više moguće pomoći kapetanu broda. Još jedan bitan zadatak za njih je planiranje ispravnog podizanja tereta na brodu. Oprema za podizanje mora biti osigurana i provjerena kao što je bitno provjeriti i broj točaka podizanja.

Zapovjedniku broda bi, u što kraćem roku, trebale biti dostavljene potrebne informacije o svakom teškom teretu koji je spreman za otpremu da bi on mogao pravilno izraditi plan za slaganje i osiguravanje tereta. Te informacije bi trebale sadržavati:

- bruto masu
- glavne mjere sa slikovnim prikazima
- mjesto težišta tereta
- područje šuperenja te predostrožnosti ako je primijenjeno
- podizne točke/pozicija hvataljki
- sigurnosne točke
- najveće dopušteno ubrzanje jedinice
- sredstva za prekrcaj; težina, dimenzije

Kada se razmatra lokacija za slaganje teškog tereta, vrlo je bitno imati na umu raspodjelu akceleracije na brodu. Slabija akceleracija se pojavljuje u srednjem dijelu broda te na pokrovu dvodna, dok je jača na stražnjem dijelu broda te na gornjim palubama. Mjesto slaganja teretnih jedinica također ima značajan utjecaj na izloženost vanjskim silama tijekom putovanja. Kada je brod sigurno privezan ili usidren, teret spreman za ukrcaj te cjelokupna faza planiranja završena, može se započeti s ukrcajem.

Plan putovanja također mora sadržavati sljedeće informacije:

- kalkulacija rizika
- komunikacijske metode
- procedura krcanja
- osiguravajuća procedura

- procjena sigurnosti
- planiranje rute
- plan B
- raspored
- procedura iskrcaja
- potrebno osoblje
- dokumentacija s carinskim dozvolama
- specijalizirana oprema
- smještaj ljudi
- sigurnost
- trošak

4. BRODOVI ZA TEŠKE TERETE

4.1.KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA TEŠKE TERETE

Brod za teški teret posebno je građen za prijevoz teškog ili glomaznog 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. Iako im je namjena prijevoz tereta često se svrstavaju među brodove posebne namjene. Karakterizira ih specijalizirana oprema za manipulaciju teretom te osjetljiv stabilitet.

Postoje razne izvedbe ovih brodova. Pa tako možemo reći da se teški teret prevozi nenamjenskim brodovima pod koje podrazumijevamo konvencionalne višenamjenske brodove, konvencionalne RO-RO brodove te brodove za prijevoz teglenica. Također se prevozi brodovima posebne namjene odnosno RO-RO brodovima, FLO-FLO brodovima te LO-LO brodovima za teške terete.

Prekrcaj teškog tereta brodovi mogu izvoditi vlastitim teretnim uređajima ili upotrebom lučkih obalnih ili plovnih dizalica, ukoliko brodske dizalice nisu dovoljnog kapaciteta. Većina teških tereta se zbog svojih specifičnosti isključivo prevozi

specijaliziranim brodovima, budući da lučka oprema manje razvijenih zemalja u pravilu ne udovoljava uvjetima prekrcaja te stoga brod s vlastitim prekrcajnim sredstvima u potpunosti zadovoljava potrebe ukrcaja i iskrcaja tereta u luci.

4.2. PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA NENAMJENSKIM BRODOVIMA

4.2.1. Konvencionalni višenamjenski brodovi

U praksi se pojam "Višenamjenski brodovi" upotrebljava za širok raspon tipova brodova. U priloženoj tablici poblize je objašnjeno pet podvrsta višenamjenskih brodova među kojima se nalazi i "multi-purpose project carrier" odnosno višenamjenski brod prvenstveno namijenjen za prijevoz teškog tereta. Bitne značajke ovih brodova su ojačana paluba te teška samarica/dizalica nosivosti 100 t i više.⁷



Slika 11. Pet kategorija višenamjenskih brodova

Izvor: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/One-step-at-a-time.html>

⁷ <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/One-step-at-a-time.html>

4.2.2. Konvencionalni RO-RO brodovi

Konvencionalni RO-RO brodovi mogu primiti ovu vrstu tereta s obzirom na maksimalno dozvoljeno opterećenje te osovinsko opterećenje vučnog vozila. Teški teret se smješta na palubu koja je izravno vezana na ukrcajno-iskrcajnu rampu. U navedenoj tablici prikazano je top pet najvećih konvencionalnih ro-ro operatora koji zajedno čine flotu od 76 brodova te 2.37 miliona ukupne nosivosti.⁸

Tablica 1. Top 5 operatora konvencionalnih ro-ro brodova

| Ran k | Ro/Ro carriers (Conventional Ro/Ro) | Existing fleet | | On Order | |
|------------------|--|----------------|-----------|----------|-----------|
| | | Ships | Total dwt | Ships | Total dwt |
| 1 | Grimaldi, incl. ACL | 38 | 1,182,000 | - | - |
| 2 | Ignazio Messina | 9 | 376,000 | - | - |
| 3 | WWL | 8 | 330,000 | - | - |
| 4 | NYK BPC | 15 | 323,000 | - | - |
| 5 | BAHRI | 6 | 156,000 | - | - |
| Top 5 | | 76 | 2,367,000 | - | - |
| Worldfleet Ro/Ro | | 210 | 3,239,000 | 13 | 114,000 |
| Share Top 5 | | 36% | 73% | 0% | 0^% |

Izvor: <https://maritime-executive.com/article/understanding-deepsea-ro-ro-shipping>

⁸ <https://maritime-executive.com/article/understanding-deepsea-ro-ro-shipping>

4.2.3. Brodovi za prijevoz teglenica

Teglenice su plovila bez vlastitog pogona namijenjene grupiranju tereta. Brodovi ove vrste namijenjeni su prijevozu teglenica između zemalja koje osim mora imaju razvijene i unutarnje plovne puteve. Grade se u dva osnovna podtipa; s vertikalnim načinom prekrcaja (LASH sustav), s horizontalnim načinom prekrcaja (SEABEE sustav).

LASH sustav funkcionira tako da 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. Kod brodova SEABEE sustavom za dizanje teglenica služi lift s platformom kapaciteta 2000 t.

U ove brodove ubrajamo i BACAT (Barge Aboard Catamaran) gdje se teglenice (140 t) uz pomoć elevatora kapaciteta 400 t dižu na odgovarajuću visinu. Također je bitno spomenuti i CAPRICORN brodove koji su vrlo slični brodovima s LASH sustavom, ali su manji od njih.⁹

⁹ <https://www.logisticsglossary.com/term/bacat/>

4.3.PRIJEVOZ TEŠKIH TERETA NAMJENSKIM BRODOVIMA

4.3.1. RO-RO prekrajna tehnologija

RO-RO odnosno dokotrljaj-otkotrljaj (eng. roll on/roll off) prekrajna tehnologija zasniiva se na dva osnovna načina ukrcaja; ukrcaj preko rampe te ukrcaj preko čeličnih greda što bi značilo da se prekrcaj tereta obavlja u horizontalnom smjeru. Bitne karakteristike brodova koji koriste ro-ro tehnologiju prekrcaj jesu da imaju relativno mali gaz, pogodni su za luke koje nemaju prekrcajna sredstva, za slaganje tereta mogu imati skladišne prostore i palubu ili samo palubni prostor te su opremljeni krmenim rampama s velikim dozvoljenim osovinskim opterećenjem.

Kada govorimo o povijesti ro-ro brodova, kompanija "Starman Shipping" bila je jedna od prvih koja je primijenila ro-ro tehnologiju prekrcaja tereta. A primjer današnjeg, modernog broda s ro-ro i lo-lo metodama prekrcaja je brod kompanije "Rolldock" S klase čije su karakteristike prikazane u nastavku.¹⁰

| ROLLDOCK SUN | ROLLDOCK SEA | ROLLDOCK SKY | GT 12802 / NT 3841 |
|---|--|--------------|---|
| IMO 9393981 | IMO 9404704 | IMO 9404716 | Submerged draft of vessel: 12.50 m submerged draft in hold 6.60 m |
| CLASS: GL+100 A5 E2 BMW (ice class E2) Semi-submersible heavy lift ro-ro multi purpose dry cargo ship. strengthened for heavy cargo Classed as 'open vessel' | 1 HOLD BOX SHAPED / DIMS: 116.20 x 19.00 x 8.10 m | | |
| BEAM: 24.00 m | HOLD CAPACITY: ~17,000 cbm | | |
| DRAFT MAX (summer): 5.67 m | Ro-Ro Stern Ramp DIMENSIONS: 19.00 x 9.50 m (excluding 2 m flaps) | | |
| DRAFT MIN (shallow draft): 4.50 m | Ro-Ro Stern Ramp CAPACITY: Allowing RO-RO cargo upto 4,000 mt unit weight depending on cargo configuration | | |
| DEPTH TO MAIN DECK: 5.90 m | CRANES (LIEBHERR): 2 x 350 mt (combi 700 mt) OUTREACH CRANES- Main hoist: 350 mt @ 18 m & 200 mt @ 33 m Aux. hoist: 45 mt @ 36.2 m | | |
| DEADWEIGHT without hatch covers on board: ~7,000 mt | MAIN ENGINES: 2 x WÄRTSILÄ 9L32/ 9,000 kW installed power PROPULSION: 2 variable pitch propellers, 2 rudders | | |
| DEADWEIGHT with hatch covers on board: ~6,000 mt | AUXILIARY ENGINES: 3 X CATERPILLAR c18 BOW THRUSTER: WÄRTSILÄ cpp. 700 kw | | |
| DECK STRENGTH: (tank top): 12mt/m ² HATCH COVERS: 7mt/m ² without support (can be increased with support) | | | |

Slika 12. Karakteristike ro-ro broda S-klase Rolldock kompanije

Izvor: <https://www.roll-group.com/wp-content/uploads/2019/10/Spec.-Sheet-S-Class.pdf>

¹⁰ <https://www.roll-group.com/rolldock-heavy-shipping/fleet/s-class/>

Konstrukcija ro-ro brodova razlikuje se od brodova građenih za ostale namjene pomorskog prijevoza. Oni su prepoznatljivi po otvorima na pramcu, krmu te bokovima broda koji omogućuju horizontalnu manipulaciju teretom pomoću rampi a teret se može izravno ukrcati na brod bez odlaganja u skladišni prostor.

Prihvat i oprema tereta na ro-ro brod može se obavljati na sljedeće načine:

- cestovnim vozilima s vlastitim pogonom
- prikolicama koje se koriste u cestovnom prometu
- ro-ro prikolicama koje su često dio brodske opreme
- viljuškarima i raznim drugim vrstama transportnih prijevoznih sredstava

Kao što je već spomenuto ova vrsta brodova obavlja prekrcaj tereta pomoću rampi ili čeličnih greda. Rampe možemo podijeliti u četiri skupine; aksijalne rampe, otklonjene rampe, krmene okretne rampe, bočne rampe. Aksijalne rampe postavljene su na krmu ili pramac te se protežu uzdužnicom broda. Približno 90% ro-ro brodova za prijevoz vozila i tereta na kotačima opremljeno je ovim rampama koje su relativno male mase te nepropusno zatvaraju krmeni ili pramčani otvor. Otklonjene rampe se također postavljaju na krmu ili pramac broda no one sa uzdužnom osi broda zatvaraju kut od 30 do 45 stupnjeva te im je prednost što ne zahtijevaju obalu L profila ili četverovez. Krmene okretne rampe su svojstvima i izgledom vrlo slične otklonjenim rampama no one se mogu postaviti u tri položaja; na lijevi ili desni bok te ravno po uzdužnici broda. Bočne rampe su obično manjih dimenzija te služe za ukrcaj manjeg tereta, iako su na novijim brodovima i one jednako učinkovite kao krmene i pramčane.

Glavne značajke prema kojima se dijele ro-ro brodovi su:

PODJELA PREMA GAZU

- Skupina A - gaz manji od 6 m
- Skupina B - gaz preko 6 m

PODJELA PREMA NAMJENI

- RO-RO - čisti ro-ro brod za kratke i duge udaljenosti
- CAPA - čisti ro-ro brod koji prima više od 12 putnika s njihovim vozilima
- CACA - brodovi duge i kratke plovidbe
- CONV - tradicionalna oprema za suhi teret kombinirana s ro-ro prilazom
- CONT - tradicionalni kontejnerski brodovi kombinirani s ro-ro prilazom
- PACA - putnički trajekt građeni za prijevoz ro-ro prikolica na kratkim relacijama
- HYBR - kombinacija ro-ro broda i broda za prijevoz nekog specijalnog tereta (npr. teškog tereta)

PODJELA PREMA DULJINI RELACIJE

- Brodovi za duge relacije (eng. Deep sea ro-ro ships)
- Brodovi za kratke relacije (eng. Short sea ro-ro ships)

BRODOVI ZA DUGE RELACIJE

- R grupa – čisti ro-ro brodovi za prijevoz tereta na kotačima
- C grupa (ConRo) – kombinirani brodovi koji koriste ro-ro prekrcaj za vozila s kotačima te lo-lo prekrcaj za teret kontejnera
- G grupa (Ro/ro – Lo/lo) – kombinirani brodovi koji koriste ro-ro prekrcaj za teret na kotačima te lo-lo prekrcaj za konvencionalni generalni teret
- H grupa – specijalni ro-ro brodovi za ukrcaj i prijevoz posebno teških tereta; obično prevoze autobuse, kamione, građevinske strojeve, vojnu mehanizaciju i sl.

BRODOVI ZA KRATKE RELACIJE

- plove zemljama Mediterana, Europe, istočne Azije
- najčešće plove istim rutama te po već unaprijed određenom rasporedu između dvaju luka
- jednostavnije su izvedbe te manjih dimenzija od brodova za duge relacije

U nastavku je priložena tablica s pet najvećih operatora za prijevoz vozila. Oni čine flotu od 501 PCC-a (Pure car carrier), PCTC-a (Pure car truck carrier) te ukupno 2,827,000 CEU (Car Equivalent Unit).¹¹

Tablica 2. Top 5 najvećih operatora za prijevoz vozila

| Ran k | Vehicle Carriers (PCC/PCTC) Operator | Existing fleet | | On Order | |
|------------------------------|---|----------------|-----------|----------|-----------|
| | | Ships | Total CEU | Ships | Total CEU |
| 1 | WWL | 120 | 812,000 | 4 | 32,000 |
| 2 | NYK | 127 | 647,000 | - | - |
| 3 | MOL | 114 | 580,000 | 4 | 27,000 |
| 4 | "K" Line | 88 | 452,000 | 4 | 30,000 |
| 5 | Hoegh Autoliners | 52 | 336,000 | - | - |
| Top 5 Vehicle Carriers fleet | | 501 | 2,827,000 | 12 | 89,000 |
| Worldfleet Vehicle Carriers | | 795 | 3,952,000 | 65 | 444,000 |
| Share Top 5 | | 63% | 72% | 18% | 20% |

Izvor: <https://maritime-executive.com/article/understanding-deepsea-ro-ro-shipping>

Ro-ro tehnologiju prekrcaja povezujemo s multimodalnim transportom koji je od posebnog značaja za pomorstvo. Multimodalni transport definiramo kao prijevoz tereta koristeći istovremeno dva ili više transportnih sredstava iz dvije ili više različitih grana prometa (npr. Ro-ro brod prevozi kamion s kontejnerom na sebi).¹²

¹¹ <https://maritime-executive.com/article/understanding-deepsea-ro-ro-shipping>

¹² Bilješke sa kolegija Sredstva pomorskog prometa

4.3.2. LO-LO prekrcajna tehnologija

Lo-lo odnosno podigni-spusti (eng. lift on/lift off) prekrcajna tehnologija zasniva se na prekrcaju tereta u vertikalnom smjeru to jest pomoću dizalica ili samarica. Prvi brodovi koji su prevozili teške terete bili su brodovi s lo-lo prekrcajnom tehnologijom te su bili opremljeni s jednom ili dvije samarice u uzdužnici broda dok današnji brodovi s ovom metodom prekrcaja posjeduju dvije dizalice na bokovima broda s najvećim dopuštenim opterećenjem preko 800 t. Smještaj dizalica na bok veoma je povoljan za ukrcaj glomaznih tereta na brod. Kada govorimo o stabilnosti broda prilikom manipulacije teretom bitno je spomenuti bočne pontone odnosno stabilizatore koji povećavaju stabilitet broda. Ove brodove karakteriziraju skladišta velikih površina sa podesivim međupalubljem te nadgrađe smješteno na pramčanom dijelu broda.

Najveće kompanije na tržištu transporta teških tereta su njemačke kompanije Beluga, SAL i Rickmers-Line te nizozemske kompanije Jumbo Shipping i Mammoet. U nastavku su prikazane karakteristike broda tvrtke SAL pod nazivom LONE koji je specijaliziran za transport teškog tereta.

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Year of build: | 2011 |
| Design: | Type 183 heavy lift vessel DP2 |
| LOA: | 160.50m |
| Gross tonnage: | 15,200t |
| Deck Area: | 128.50m x 27.50m |
| Max water depth: | Unlimited |
| Crane Type: | NMF el. hydr. slewing crane |
| Max lifting capacity: | 2x 1,000t SWL |
| Accommodation details: | 23+ (extendible) |
| Helideck: | N/A |
| Service speed: | 20 knots |

Slika 13. Karakteristike broda za teški teret LONE kompanije SAL

Izvor: <https://www.offshorewind.biz/vessels/mv-lone/>

Kao što je već spomenuto dizalice ili samarice su prekrcajna sredstva kojima se služi lo-lo tehnologija. Na lo-lo brodovima za teški teret koriste se Jumbo derricks odnosno samarice za teške terete s najvećim dopuštenim opterećenjem do 150 t. Također se upotrebljavaju Stuelcken derricks to jest samarice koje omogućavaju prekrcaj dva skladišna prostora. Ova samarica se podiže pomoću četiri vitla te joj je najveće dopušteno opterećenje 250 t.¹³

Plovne dizalice su također prekrcajno sredstvo lo-lo tehnologije kod teških tereta. One mogu biti opremljene vlastitim pogonom ili koriste usluge tegljača. Opremljene su balastnim sustavom te ograničene dohvatom. U pravilu su manjih nosivosti od opreme iste namjene smještene na kopnu.

Brodovi dizalice su brodovi specijalizirane namjene za prekrcaj teških tereta. Za njih se može reći da konstrukcijski brodovi prilagođeni teretnom uređaju. Nisu opremljeni skladišnim prostorima, a izvedba im je jednotrupna ili katamaranskog oblika. Posjeduju sustav za pozicioniranje te nosivost dizalica iznad 1000 t.¹⁴

¹³ Sven L. Mathiesen og Verner Nielsen, Marstal Navigationsskole 2004., p. 6.

¹⁴ Bilješke sa kolegija Prekrcajna sredstva

4.2.3.FLO-FLO prekrcajna tehnologija

Flo-flo odnosno float on/float off prekrcajna tehnologija se povezuje s posebno građenim brodovima koji u svom sastavu posjeduju balastne tankove i pumpe koje se koriste za prekrcaj tereta. Nazivaju se još i poluuronjivi brodovi te pružaju mogućnost transporta velikim, iznimno teškim teretima poput dijelova mostova, velikih lučkih dizalica, dijelova rafinerija, elektrana i sl., a u prvom redu su odgovorni za prijevoz dijelova ili cijele Off-Shore instalacije. Težine tih tereta se kreću od 50 do čak 45000 t.

Ovi brodovi se površnim izgledom mogu usporediti s brodovima za prijevoz suhog rasutog tereta ili tankerima za ulje. Njihovi balastni tankovi mogu biti poplavljeni da bi se paluba broda mogla spustiti ispod površine vode omogućujući, naftnim platformama, drugim brodovima ili drugim plutajućim teretima, premještanje u položaj za utovar. Voda iz tankova se zatim ispumpava, a paluba broda podiže teret. Da bi se težina tereta uravnotežila, različiti balastni spremnici mogu biti ispunjeni neujednačeno.

Upravo je, već spomenuta, nizozemska kompanija Dockwise, najveća kompanija koja se bavi transportom tereta poluuronjivim brodovima. Oni u svojoj floti posjeduju 19 brodova od kojih se ističe brod Blue Marlin koji je 2004. godine preuređen te je trenutno najveći među ovom vrstom.

Prilikom ukrcanja tereta flo-flo tehnologijom, teret ne smije imati trim veći od jedne stope te nagib veći od 2.5°. Voda poplavljuje balastne tankove da bi se brod djelomično potopio i tada se teret postavlja preko potopljenog dijela broda koji zatim obavlja proces debalastiranja odnosno ispuštanja vode iz balastnih tankova te tako podiže teret. Nakon što brod potpuno ispliva teret se tada osigurava za prijevoz.¹⁵

¹⁵ <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/flo-flo.htm>

Konstrukcija, izrada i dizajn ove klase plovila znatno se razlikuju od uobičajenih brodova. Na primjer, nadgrađe prisutno na palubi nalazi se na krajnjem pramcu i krmu. Most, stambene prostorije, uredi i drugi prostori koje koristi posada nalaze se na pramcu. To kapetani i časnicima na mostu pruža jasan pogled na okolno područje. Ovo se također pokazalo korisnim tijekom manevara i operacija utovara. Na drugom kraju broda nalaze se strojevi koji se koriste za rad broda. Paluba se proteže između oba nadgrađa, duga je, široka te savršeno ravna.

Primjer ove vrste prekrcaja je platforma „Thunder Horse“ koja je bila ukrcana upravo na Blue Marlin. To je najveći teret ikad prevožen s istisninom od 59000 t, ukrcan u Južnoj Koreji i prevezen više od 15000 nautičkih milja dalje u Ingleside, Teksas.



Slika 14. Blue Marlin prevozi platformu Thunder Horse

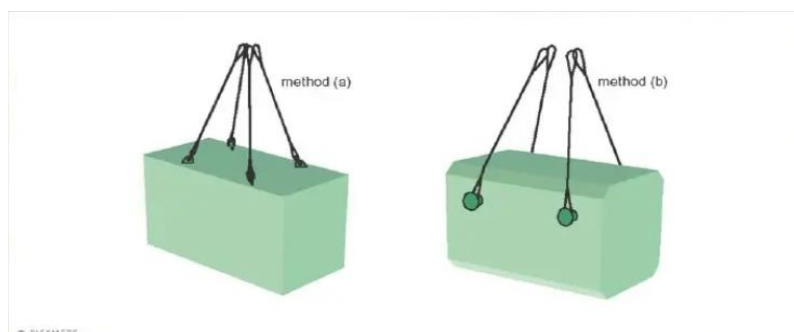
Izvor: <https://www.pinterest.com/pin/1196337372805217/>

5.OPREMA ZA MANIPULACIJU I UČVRŠĆIVANJE TEŠKIH TERETA

5.1.MANIPULACIJA TEŠKIH TERETA

Osnovne metode podizanja, opasivanja i osiguravanja teških tereta na brodu dijele se na:¹⁶

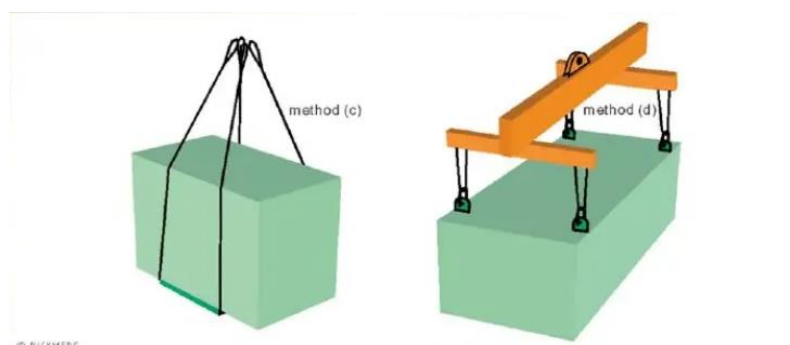
- a) metoda upotrebe jedne kuke (jedna dizalica) sa čelima/lancima koji su zahvaćeni za teret pomoću škopca
- b) metoda upotrebe jedne ili dviju kuka (dvije dizalice) sa čelima/lancima koji su direktno zahvaćeni za teret



Slika 15. Metoda a) i b) za ukrcaj teških tereta

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

- c) metoda upotrebe jedne ili dviju kuka sa čelima/lancima koji su provučeni ispod tereta
- d) metoda upotrebe jedne ili dviju kuka s jednim ili dva gredna nosača i lanaca koji su za teret zakvaćeni pomoću škopca

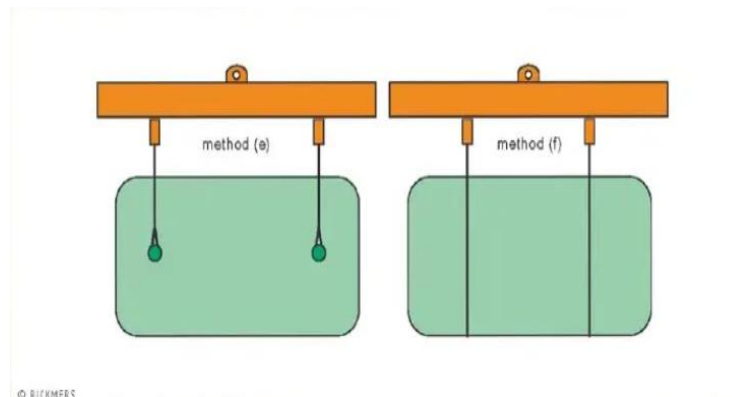


Slika 16. Metoda c) i d) za ukrcaj teških tereta

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

¹⁶ Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003, p. 22.-23.

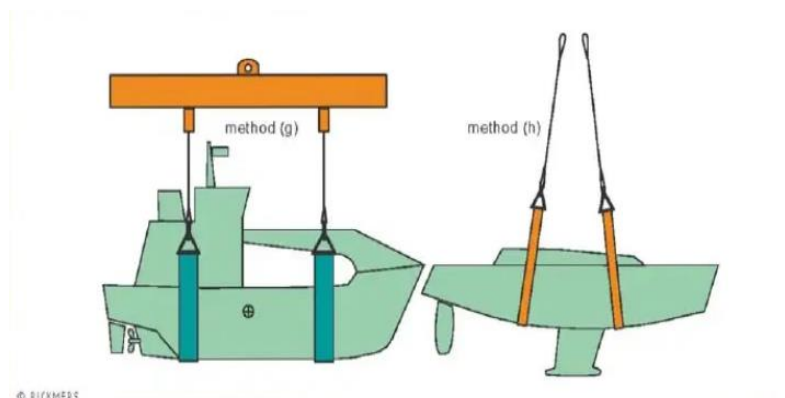
- e) metoda upotrebe jedne ili dviju kuka s jednim ili dva gredna nosača i lancima koji su direktno zakvačeni za teret
- f) metoda upotrebe jedne ili dviju kuka sa jednim ili dva gredna nosača i lancima koji su provučeni ispod tereta



Slika 17. Metoda e) i f) za ukrcaj teških tereta

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

- g) metoda upotrebe jedne ili dviju kuka s jednim ili dva gredna nosača i sintetičkih pasaca koji su provučeni ispod tereta
- h) metoda upotrebe jedne kuke sa sintetičkim pascem koji je provučen ispod tereta



Slika 18. Metoda g) i h) za ukrcaj teških tereta

Izvor: Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003

5.1.1. Brod dizalica

Brod dizalica je brod specijalne konstrukcije koji posjeduje rotacijsku dizalicu velike nosivosti. Upotrebljava se za rukovanje i montažu teškog tereta te opskrbu naftnih bušotina potrebnim materijalom.

5.1.2. Plovne dizalice

Plovne dizalice koriste se u lukama za prekrcaj teških strojnih dijelova, lokomotiva, teških vozila, za prekrcaj teških brodskih limova i uređaja, u brodogradnji pri izradi brodova, za izgradnju luka, montažu lučkih postrojenja itd. Također su se često upotrebljavale i za vađenje pijeska i jaružanje riječnog i morskog dna. A, osim što prekrcajavaju i prevoze teške terete rade u blizini morskih obala. Sastoje se od plovnog dijela ili plovila (pontona), dizalice, mehanizma za okretanje, mehanizma za dizanje tereta, mehanizma za promjenu dohvata, sigurnosnih uređaja te pogonskih uređaja.¹⁷ Ova vrsta dizalica može imati nosivost i do 30000 kN, s visinom dizanja 100 m i više iznad razine vode te 50 m ispod razine vode. Takve dizalice najčešće imaju dohvatnik koji nije okretan.

5.1.3. Brodska palubna dizalica

Brodske dizalice ovisno o veličini, vrsti i namjeni broda mogu biti ugrađene na sljedeće načine:

- nepokretne, između skladišta
- nepokretne, udvojene između skladišta
- pokretne, uzduž osi broda
- pokretne, s boka na bok između 2 skladišta
- pokretne po nosaču i pokretne uzduž osi broda
- nepokretne udvojene, zakretne na zajedničkoj platformi

¹⁷ Bilješke sa kolegija Prekrcajna sredstva

Nepokretna dizalica ugrađena je između skladišta, a temelj joj je posebna konstrukcija koja se proteže do dvodna broda. Ona može biti predviđena za opsluživanje jednog ili dvaju brodskih skladišta. Zbog povećanja nosivosti često se na isto postolje ugrađuju dizalice u paru čime se postiže da svaka dizalica posluhuje jedno skladište, a u paru mogu prenositi dvostruko teži teret od vlastite nosivosti. Udvojene dizalice se često ugrađuju na višenamjenske brodove te se na taj način omogućuje prekrcaj težih tereta.

5.2.POSTAVLJANJE TERETA NA BROD

Kod postavljanja tereta na brod dva osnovna uvjeta moraju biti zadovoljena; površina na koju se teret postavlja mora biti dovoljno čvrsta da bi mogla podnijeti opterećenje tog tereta. Također je bitno da je ta pozicija pouzdana i prema propisima osigurana u smislu učvršćivanja tereta.

Tijekom planiranja slaganja teških tereta na brod, posebnu pažnju treba obratiti na položaj i smjer pružanja strukturnih elemenata (nosača, rebara, podveza i sl.). O rasporedu i udaljenosti tih elemenata ovisit će dopušteno opterećenje određene površine broda. Kod novih brodova za prijevoz teških tereta to dopušteno opterećenje u središnjem dijelu skladišta je 50 t/m². Teške jedinice tereta najčešće imaju određenu dodirnu površinu koja služi za prijenos njihove težine na strukturu broda. Što je veća dodirna površina tereta i palube to je manje opterećenje na cjelokupnu brodsku strukturu.

Većina brodova za prijevoz teških tereta opremljena je za ukrcaj kontejnera. U tim brodovima na dnu brodskih skladišta, na poklopcima međupalublja i grotla su ugrađeni temelji zakretnih zatvarača što je omogućilo razvitak novog sistema postavljanja i učvršćivanja tereta pod nazivom „H-beams Bedding System“. Svrha mu je povećati dodirnu površinu tereta i brodske strukture da bi se smanjilo opterećenje broda.¹⁸

¹⁸ Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003, p. 27.

5.3. UČVRŠĆIVANJE TEŠKIH TERETA

Cilj osiguravanja i učvršćivanja tereta na brodu je da se spriječi proklizavanje ili prevrtanje tereta sa njegovog postolja. Ove radnje mogu dovesti do poremećaja stabilnosti tereta i samog broda, mogu uzrokovati štetu na drugom teretu i brodskoj konstrukciji kao i tjelesnu povredu i smrt ne samo tijekom transporta već i prilikom ukrcaja ili iskrcaja tereta.

Kodeks o sigurnom slaganju i učvršćivanju tereta najvažnije je uputstvo izdano za prijevoz teških tereta morem, izdano od strane IMO-a. Prilog 13, ovog priručnika, daje podatke o maksimalnoj nosivosti opreme za učvršćivanje tereta kao i metodu pomoću kojih se utvrđuje je li sistem koji se planira upotrijebiti dostatan za sprječavanje pomicanja i proklizavanja tereta tijekom putovanja.

Maksimalna sigurna nosivost (MSL) je izraz koji se koristi za definiranje dopuštenog opterećenja opreme za učvršćivanje i osiguravanje tereta na brodu. Vrijednost maksimalne sigurne nosivosti ovisi o prekidnoj čvrstoći određene opreme. U nastavku je priložen tablica koja prikazuje MSL vrijednosti opreme kao što škopci, sintetička užad, čelična užad i sl.

Tablica 3. Maksimalna nosivost pojedine opreme

| | |
|--|--------------------------|
| Shackles, rings, deckeyes, turnbuckles of mild steel | 50% of breaking strength |
| Fibre rope | 33% of breaking strength |
| Web lashing | 50% of breaking strength |
| Wire rope (single use) | 80% of breaking strength |
| Wire rope (re-useable) | 30% of breaking strength |
| steel band (single use) | 70% of breaking strength |
| chains | 50% of breaking strength |

Izvor: Sven L. Mathiesen og Verner Nielsen: Marstal Navigationsskole, 2004., p. 57.

6. TERMINALI ZA TEŠKE TERETE

6.1. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA TERMINALA ZA PREKRAJ TEŠKIH TERETA

Prekrcaj teških i vangabaritnih tereta u luci može se izvoditi na:

- a) konvencionalnom pristanu za generalni teret
- b) posebnom pristanu za prekrcaj teških tereta
- c) specijaliziranom terminalu za prekrcaj teških tereta
- d) sidrištu

Na konvencionalnom pristanu za generalni teret prekrcaj se izvodi u uvjetima kada u luku rijetko pristižu teški tereti, a najčešće ih čine jedan ili više koleta u ukupnoj strukturi generalnog tereta. Za prekrcaj se mogu koristiti brodske dizalice, ploveća dizalica ili lučka mobilna dizalica velike nosivosti.

U lukama gdje se pojavljuju veće količine teškog tereta, koje još uvijek ne zahtijevaju izgradnju specijaliziranog terminala, oprema se poseban pristan za prihvat teškog tereta. Na takvom pristanu obično se postavlja lučka obalna dizalica veće nosivosti ili se prekrcaj izvodi lučkom mobilnom ili plovećom dizalicom. Na operativnoj površini uz pristan moguće je i kraće ili duže zadržavanje tereta prije njegove otpreme.

Uzrokom većeg prometa izgrađuju se posebno specijalizirani terminali za prekrcaj teškog tereta. Na takvom terminalu postavljen je i veći broj obalnih dizalica velikih nosivosti. Ukoliko se na istom terminalu prekrcajavu proizvodi crne metalurgije i staro željezo obalne dizalice opremljene su s različitim zahvatnim sredstvima (noseće grede, magneti, polip grabilice i sl.). Ovi terminali imaju i posebno uređena i obrađena skladišta koja se nalaze neposredno uz pristan. Roba se u njima sortira po vrstama i pravcima otpreme: limovi u balama, čelična strugotina, ljevano željezo, čelični profili, cijevi, strojni dijelovi, konstrukcije, kameni blokovi, prešani automobili itd.

Prekrcaj teškog tereta može se izvoditi i na sidrištu luke, upotrebom ploveće dizalice ili brod dizalice. U tom slučaju moguće su prekrcajne operacije: brod-brod, brod-ploveća dizalica, ploveća dizalica-brod.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad daje fokus na razumijevanje teških tereta njegovih značajki kao i na karakteristike, konstrukciju i podjelu brodova za prijevoz ove vrste tereta. Osvrće se i na opremu koja se koristi za rukovanje teškim teretom te na terminale za njihov prekrcaj.

Od davnina se teški tereti prevoze morem, krenuvši sa dijelovima tvorničkih postrojenja, lokomotivama i vagonima u današnje vrijeme se došlo do platformi enormnih veličina koje se prevoze na iznimno velikim udaljenostima specijaliziranim brodovima za prijevoz teških tereta. Ovi brodovi su, od svojih početaka, doživjeli velike promjene, kako u teretu koji se prevozi tako i u samim karakteristikama broda. Današnji moderni brodovi za prijevoz teških tereta zahtijevaju stručnu i kvalificiranu posadu. Za rad na njima potreban je širok spektar znanja, od navigacije do pravilne manipulacije teretom. Upravo zbog toga su, osim posade, potrebni i ljudi na kopnu da bi pomorski pothvat bio uspješan.

Kod prijevoza teških i vangabaritnih tereta morem vrlo je bitno poznavati te razlikovati vrste ovog tereta da bi se njime moglo pravilno manipulirati. Također je potrebno detaljno razraditi plan prekrcaja i prijevoza da bi se kasnije teret ispravno osigurao po Kodeksu o sigurnom slaganju i učvršćivanju tereta.

Transport teških tereta donosi nesvakidašnje transportne izazove. Ova vrsta transporta ima velik utjecaj na gospodarski razvitak u svakoj zemlji, no i dalje je vrlo drugačije organizirana u različitim zemljama. Teški tereti mogu biti transportirani cestom, željeznicom, unutarnjim plovnim putovima, zrakom i morem. Upravo je transport morem taj pri kome dimenzije ovih tereta dostižu i do stotine metara, a težine prelaze stotine pa i tisuće tona. Stoga je vrlo bitno uzeti u obzir svojstva tereta kao što su raspodjela težine tereta, težišta, središta inercije, poprečni momenti, vibracije te stabilnost samog broda. Ovi problemi su karakteristični isključivo za transport teških tereta morem te se zato ovoj vrsti transporta pristupa drugačije nego drugima.

8.LITERATURA

1. Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 3rd edition 2003.
2. Sven L. Mathiesen og Verner Nielsen: Marstal Navigationssskole, 2004.
3. https://www.researchgate.net/figure/Thunder-Horse-Platform-in-the-Gulf-of-Mexico-is-the-largest-offshore-installation-of-its_fig1_234720138
4. Galor, A., Galor, W., & Kryzan, A.: "Oversize Cargo in Sea Transport in South Baltic Region
5. Marine Operations Specialty Symposium
6. Shipping Inovation; Niko Wijmolst, Tor Wergeland
7. <https://serveporto.com.br/heavy-lift-ship-submerging-types-flo-flo/>
8. <https://www.roll-group.com/rolldock-heavy-shipping/fleet/s-class/>
9. <http://www.smmdb.org/understanding-deepsea-ro-ro-shipping/>
10. <https://maritime-executive.com/article/understanding-deepsea-ro-ro-shipping>
11. <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-ro-ro-ships/>
12. <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/One-step-at-a-time.html>
13. <https://trid.trb.org/view/46883>
14. <http://www.argonautics.com/Semi-Submersible%20Heavy-lift%20Ships%20in%20Operation.pdf>
15. file:///C:/Users/Martina/Downloads/4_Lovric.pdf
16. Project Cargo and Heavy Lifts by A. Peterse
17. <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/flo-flo.htm>
18. Thorsten Wuest, Jakub Mak-Dadanski, Björn Kaczmarek, Klaus-Dieter Thoben. Challenges of Heavy Load Logistics in Global Maritime Supply Chains

POPIS SLIKA:

| | |
|---|----|
| Slika 1. Dockwise Vanguard..... | 4 |
| Slika 2. Sektori industrija s potražnjom za transport teškog tereta..... | 5 |
| Slika 3. Transformator pri ukrcaju na brod | 7 |
| Slika 4. Teret kategorije B postavljena na palubi broda | 7 |
| Slika 5. Teret kategorije C postavljen u brodsko skladište | 8 |
| Slika 6. Teret kategorije D bez točaka zahvata | 8 |
| Slika 7. Nosač velike dizalice na palubi broda..... | 9 |
| Slika 8. Bageri u brodskom skladištu | 9 |
| Slika 9. Ukrcaj jahte na palubu broda | 10 |
| Slika 10. Transport kontejnerskih dizalica na brodu za teške terete | 10 |
| Slika 11. Pet kategorija višenamjenskih brodova..... | 14 |
| Slika 12. Karakteristike ro-ro broda S-klase Rolldock kompanije | 17 |
| Slika 13. Karakteristike broda za teški teret LONE kompanije SAL..... | 21 |
| Slika 14. Blue Marlin prevozi platformu Thunder Horse | 24 |
| Slika 15. Metoda a) i b) za ukrcaj teških tereta | 25 |
| Slika 16. Metoda c) i d) za ukrcaj teških tereta | 25 |
| Slika 17. Metoda e) i f) za ukrcaj teških tereta | 26 |
| Slika 18. Metoda g) i h) za ukrcaj teških tereta..... | 26 |

POPIS TABLICA:

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Top 5 operatora konvencionalnih ro-ro brodova | 15 |
| Tablica 2. Top 5 najvećih operatora za prijevoz vozila | 20 |
| Tablica 3. Maksimalna nosivost pojedine opreme | 29 |

1. Literatura

