

# Tehnologije prijevoza teških tereta morem

---

**Komljenović, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*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:187:930863>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-19**



**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**

**FILIP KOMLJENVIĆ**

**TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA TEŠKIH TERETA MOREM**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**

**POMORSKI FAKULTET**

**TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA TEŠKIH TERETA MOREM  
TECHNOLOGIES OF HEAVY CARGO TRANSPORTATION  
BY SEA**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Rukovanje teretom II

Mentor: prof.dr.sc. Renato Ivče

Student: Filip Komljenović

Studentski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112081973

Rijeka, 2023.

Student: FILIP KOMLJENOVIC

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112081973

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA TEŠKIM TERETA MOREM  
(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

prof. dr. sc. RENATO IVČE  
(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 spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno 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

Komljenovic  
(potpis)

Filip Komljenović

---

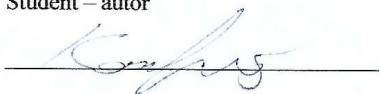
Student: FILIP KOMLJENOVIC'  
Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa  
JMBAG: 0112081973

IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student – autor



(potpis)

## **SAŽETAK**

U ovome završnom radu detaljno će se opisati što je to teški teret, u koje se kategorije teški teret dijeli te koji su postupci i pravila koja se moraju poštivati da bi se prijevoz ovakih tereta odvio s maksimalnom uspješnošću i sigurnošću za sve sudionike tog pothvata. Opisane su vrste brodova koji se koriste za prijevoz teških tereta koje dijelimo u dvije kategorije, namjenski i nenamjenski. Prvo su opisani nenamjenski brodovi pod koje spadaju konvencionalni višenamjenski brodovi, konvencionalni Ro-Ro brodovi, teglenice i poluuronjivi brodovi, a zatim namjenski brodovi u koje se ubrajaju brodovi Ro-Ro, Lo-Lo i Flo-Flo tehnologija. Za kraj ovog rada prikazana su pristaništa, odnosno terminali za prekrcaj teškog tereta.

Ključne riječi: teški teret, brod, Ro-Ro, Flo-Flo, Lo-Lo, prijevoz tereta.

## **SUMMARY**

This final paper will describe in detail what heavy cargo is, into which categories it is divided, and what are the rules and procedures that we have to follow in order for the transport of such cargo to be carried out with maximum efficiency and safety for all participants in the undertaking. The types of ships used for transporting heavy cargo are described and divided into two categories, dedicated and non-dedicated. First, non-purpose ships are described, which include conventional multi-purpose ships, conventional Ro-Ro ships, barges and semi-submersible ships, and then special ships, which include Ro-Ro, Lo-Lo and Flo-Flo technology ships. At the end of this paper, docks, or terminals for transshipment of heavy cargo, are shown.

Keywords: heavy cargo, ship, Ro-Ro, Flo-Flo, Lo-Lo, cargo transport.

## SADRŽAJ

<b>SAŽETAK .....</b>	<b>I</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. POVIJESNI RAZVOJ PRIJEVOZA TEŠKOG TERETA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. TEŠKI TERET .....</b>	<b>4</b>
<b>4. PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA.....</b>	<b>9</b>
4.1. PLANIRANJE PUTOVANJA .....	9
<b>4.2 .UKRCAJ TERETA[6/1] .....</b>	<b>11</b>
<b>4.3. OPREMA ZA MANIPULACIJU TERETA[4] .....</b>	<b>12</b>
4.4. POSTAVLJANJE TERETA NA BBROD[4/7].....	12
<b>4.5. UČVRŠĆIVANJE TERETA[4/7] .....</b>	<b>13</b>
4.5.1. Oprema za učvršćivanje teških tereta[4] .....	15
<b>5. BRODOVI ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA.....</b>	<b>20</b>
5.1. KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA[1/2].....	20
5.2. NENAMJENSKI BRODOVI ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA.....	20
5.2.1 Konvencionalni višenamjenski brod .....	20
5.2.2. Konvencionalni RO-RO .....	21
5.2.3. Teglenica[2] .....	22
5.3. NAMJENSKI BRODOVI ZA PRIJEVOZ TERETA.....	22
5.3.1. Brodovi Lo-Lo tehnologije.....	23
5.3.2. Brodovi Ro-Ro tehnologije.....	25
5.3.3. Brodovi Flo-Flo tehnologije[1/2/14].....	32
5.3.4. NAJVEĆI BRODOVI ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA .....	33
<b>6. TERMINALI [15] .....</b>	<b>37</b>
6.1. OPREMA ZA LO-LO PREKRAJNU TEHNOLOGIJU.....	40
6.2 TERMINALNA OPREMA ZA RO-RO PREKRAJNU TEHNOLOGIJU [13].....	43
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>47</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>48</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>49</b>





## 1. UVOD

Od rane ljudske povijesti pristuna je trgovina, a samim time i potreba za prijevozom proizvoda od proizvođača do kupaca. Proizvode u procesu prijevoza nazivamo teret, a prijevoz tereta se može odvijati na nekoliko načina, cestovnim, željezničkim, zrakoplovnim ili pomorskim putem. U današnje vrijeme, u doba globalizacije, pomorski prijevoz se pokazao kao najjednostavnij i najisplativiji način prijevoza robe diljem svijeta. Za razliku od kopnenog i zrakoplovnog prijevoza u pomorskom prometu gotovo da nema ograničenja u vrsti težini i dimenzijama tereta brodovima je moguće prevoziti od najmanjih stvari poput čavli i vijaka, tekućina kao što su nafta ili ukapljeni plin, rasuti teret pa sve do velikih, glomaznih, teških i nestandardiziranih konstrukcija. Ovaj rad baviti će se problematikom prijevoza zadnje spomenutih tereta koji se jednostavno nazivaju teškim teretima.

Pod pojam teški teret spajaju različite vrste tereta. Obuhvaćeni su tereti poput automobila i prikolica na kamionima za čije potrebe su se razvili brodovi Roll-on/Roll-off tehnologije, koju skraćeno nazivamo Ro-Ro. Nadalje u teške terete ubrajamo i veće djelove nekih postrojenja koje moraju biti dovedene kupcu u jednome komadu, odnosno ne smiju biti u dijelovima. Za ovakve primjere tereta osmislila se Lift-on/Lift-off tehnologija kojom se takvi tereti ukrcavaju na brodove te prevoze na konačna mjesta. Postoji još i Float-on/Float-off tehnologija koja se specijalizirala za iznimno teške terete koji se već nalaze na moru ili rijeci. Brodove koji koriste ovu tehnologiju nazivamo poluuronjivim brodovima. Za iskrcaj teškog tereta postoje terminali u lukama koji su specijalizirani za pojedinu tehnologiju prijevoza teškog tereta.

## 2. POVIJESNI RAZVOJ PRIJEVOZA TEŠKOG TERETA

Još od davnih dana, za vrijeme civilizacija poput Egipćana, Grka i Feničana korišteni su brodovi za trgovinu i prijevoz robe. U to vrijeme koristili su se jedrenjaci te brodovi pogonjeni ljudskom snagom, odnosno veslima. Takvim brodovima se prevozilo maslinovo ulje, hrana, metali, prehrambeni proizvodi te između ostalog i teški teret. Teškim teretom smatrali su se veliki drveni trupci, kameni blokovi za razne spomenike, hramove i utvrde itd. Industrijskom revolucijom u 18. i 19. stoljeću dolazi do napretka u pomorskom prijevozu. Tehnološkim razvojem došlo je do izgradnje sve većih i čvršćih brodova koji su mogli prevoziti veće i teže količine tereta. Parobrodi su postepeno zamjenjuju jedrenjake i povećavaju su kapaciteti i brzina prijevoza tereta. Krajem 19. stoljeća i početkom 20. stoljeća dolazi do specijalizacije brodova za određenu vrstu tereta. Razvijaju se brodovi za prijevoz rasutog tereta koji su bili dizajnirani za prijevoz rasutog i nepakiranog tereta, poput željezne rudače, žitarica, ugljena itd. Takvi brodovi razlikovali su se od običnih teretnih brodova toga vremena po tome što su imali velika skladišta te poboljšanu mehanizaciju za prekrcaj, čime se postigao učinkovitiji prijevoz teškog tereta. Sredinom 20. stoljeća dolazi do kontejnerizacije tereta te se grade prvi kontejnerski brodovi. Kontejnerski brodovi su bili posebno konstruirani za prijevoz velikih količina standardiziranih kontejnera, pojednostavljujući rukovanje i prekrcaj tereta između brodova i luka. Teški teret, uključujući strojeve, vozila i razne opreme, sada se mogao sigurno i učinkovito prevoziti u kontejnerima. S vremenom, standardizacije teškog tereta su se mijenjale, odnosno rasle i teški teret se više nije mogao prevoziti na svim vrstama brodova. Iz tog razloga su se počeli razvijati specijalizirani brodovi kojima je isključiva namjena prijevoz glomaznog i teškog tereta.

Potreba za izgradnjom specijaliziranih brodova pojavila se sa razvojem željezničkih mreža izvan Europe i Sjeverne Amerike. Razvojem željeznica u Južnoj Americi, Africi, Aziji i Australiji najveći problem je bio doprema opreme i željezničkih tračnica i samih željezničkih vozila (lokomotiva i vagona), budući da je sve trebalo dopremiti iz Europe i SAD. Sva oprema koja se prevozila morala je prvo biti rastavljena te zatim nanovo sastavljena na krajnjem odredištu. Nijedno plovilo toga doba nije bilo sposobno ukrcati lokomotivu ili vagon u jednom komadu. Rješenje za taj problem osmislio je Kapetan Christen Smith 1918. godine. Već za dvije godine, 1920. godine na tržištu se pojavila nova vrsta brodova kojima je on počeo prevoziti lokomotive i željezničke vagone u jednom komadu. Kapetan Christen Smith je naručio šest brodova nove vrste.

Specifičnost za te brodove su bile samarice na samom brodu, koje su sada bile u mogućnosti podizati velike težine, do tada nezamislive. [5]

Ideja kapetana Christena Smitha predstavlja prekretnicu u specijalizaciji brodova za teški teret. Razvojem tehnologije rasla je potreba za prijevoz velikih i teških tereta. Primjerice u naftnoj industriji. Radi značajne uštede u cijeli i vremenu, a i radi laške tehnološke izvedbe, velike konstrukcije kao naftne platforme su sastavljene na kopnu te prevezene do mjesta za crpljenje nafte. Rješenje za takav problem nalazio se u teglenicama. Kako raste potreba za prijevozom opreme za naftnu industriju, rastu i potreba i mogućnosti teglenica. Najveći zahtjev bio je u povećanju veličine i težine tereta koji se može prenjeti. Tada je razvijen prvi model uronjive teglenice. Nizozemska kompanija „WIJSMULLER“ je 1976. godine ušla u tržište sa prvim tipom uronjivih teglenicama s nosivosti do 24000 tona teglenicom „Ocean Servant“. [5]

Kompanija „WIJSMULLER“ odlučila je ići korak dalje te je nakon 3 godine predstavila prvi poluuronjivi brod „Super Servant“. Brod je konstruirani su na način da koristi prekrcajnu metodu „Float on-Float off“. 1983. godine ulazi nova klasa poluuronjivih brodova u flotu zvana „Mighty Servant“. Ti brodovi su slični „Super Servant“ klasi, no znatno su veći, radne palube 5600 m<sup>2</sup>, a posebnost su balastni tankovi na krmu, koji imaju mogućnost micanja, da bi se optimizirao teretni prostor. [5]

Uz kompaniju „WIJSMULLER“ i njihove klase poluuronjivih brodova dolazi nova klasa poluuronjivih brodova s različitim dizajnom brodova. Norveški brodovlasnik „MEANWHILE“ izgradio je četiri broda pod klasu zvanu „Swan“. Poluuronjivi brodovi klase „Swan“ su veći brodovi od 170 metara i novivosti od 25000 dwt, a razlikuju se od „Mighty Servanta“ po njihovom dizajnu. „Swan“ brodovi imaju strojarnicu i prostoriju za posadu na krmu, ovakav smještaj pojednostavljuje konstrukciju i izgradnju broda. [5]

Danas najveći poluuronjivi brod na svijetu je „BOKA Vanguard“ (prijašnjeg imena „Dockwise Vanguard“ kojeg je naručila kompanija „Dockwise“. Brod je porinut 2012. godine te može podignuti 110 000 tona na svojoj 275 metara dugačkoj te 70 metara širokoj palubi.

### 3. TEŠKI TERET

Teškim teretom se smatra skupina tereta koja se ističe svojim specifičnim svojstvima u pogledu težine, veličine, osjetljivosti i geometrije. Najčešće se pod teškim teretom smatraju veći strojni kompleksi, dijelovi tvornica, teška mehanizacija, vojna oprema (tenkovi, topovi), lučke dizalice, lokomotive, brodski motori, teglenice, sustavi za Off-shore naftnu industriju, pa i sami brodovi itd. Možemo također reći da je teški teret, onaj teret koji prelazi standardne mjere i granice transportnih mogućnosti nespécializiranih brodova. Neke države imaju različite zahtjeve i mjere koje određuju koji se teret smatra teškim i vangabaritnim.

Teški ili vangabaritni tereti su razvrstani u 8 kategorija ovisno o mogućnostima fiksiranja, težine i osjetljivosti tereta, a označene su slovima od A do H. [2/4]

#### Kategorija A

U ovu kategoriju ubrajamo teški cjelovit teret koji stoji uspravno na vlastitom predviđenom postolju. Tereti koji spadaju u ovu kategoriju mogu biti veliki električni generatori i transformatori.



**Slika 1. Podizanje generatora**  
Izvor: Rickmers standards 4<sup>th</sup> edition

## 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 2. Prijevoz cjevastog tereta**  
Izvor: Rickmers standards 4th edition

## Kategorija C

U kategoriju C spadaju otvorene čelične konstrukcije s točkama zahvata. Najčešći primjeri ove kategorije budu čelični sanduci koji prenose s dijelove industrijskih postrojenja. Za vrijeme prijevoza ovakve vrste tereta postoji mogućnost klizanja, a to se sprječava korištenjem drvenih podloga, odnosno čeličnih stopera.



**Slika 3. Kategorija C**  
Izvor: Rickmers standards 4th edition

## **Kategorija D**

Kategorija D uključuje sve osjetljive terete velike težine bez predviđenih naprava za podizanje. Takvi tereti budu prekriveni su drvenom oplatom ili laganim, tankim limom. Teret kategorije D nema točke zahvata, a primjeri ove kategorije su dijelovi strojeva smješteni u drvenim sanducima i namotaji kablova.



**Slika 4. Kategorija D**

Izvor: Rickmers standards 4th edition

## **Kategorija E**

Kategoriju E čine golemi, otvoreni i nepravilno oblikovani tereti koji imaju relativno malenu masu u odnosu na svoju veličinu koji nemaju određene površine nalijeganja i posebne naprave za podizanje ili točke zahvata. Najčešći primjeri su krakovi dizalica, rešetkasti mostovi i rešetkasti nosači.

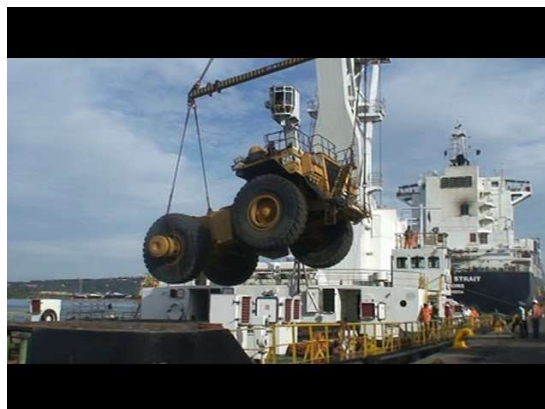


**Slika 5. Kategorija E**

Izvor: Rickmers standards 4th edition

### **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 lokomotive, tenkovi i sl. Za podizanje i spuštanje tereta koristi se Spreader, napravljen posebno za ovu vrstu tereta.

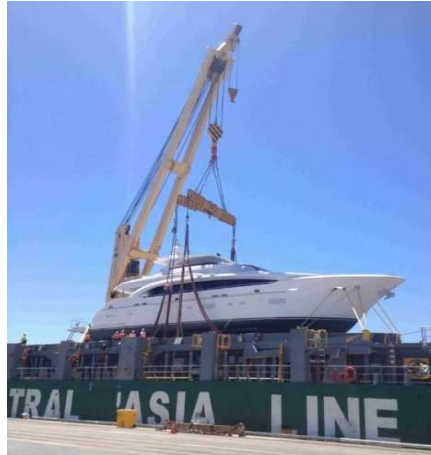


**Slika 6. Podizanje s Spreaderom**

Izvor: Rickmers standards 4th edition

### **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 7. Podizanje manjeg broda**  
Izvor: Rickmers standards 4th edition

## **Kategorija H**

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



**Slika 8. Glomazni teret**  
Izvor: Rickmers standards 4th edition



## **4. PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA**

Transport teškog tereta u pomorstvu predstavlja specifičan način prekrcaja i prijevoza tereta. Teški tereti dolaze u različitim dimenzijama i oblicima, prevoze se u dijelovima ili kao jedna cijelina. Odabir broda za prijevoz, te način ukrcaja i iskrcaja tereta ovisi o brojnim faktorima koji su bitni za transport. Ti faktori uključuju veličinu, težinu, geometrijski oblik, volumen, centar gravitacije, inerciju i stabilnost tereta.

Kako bi se osigurao pravilan i siguran transport teškog tereta trebaju se poznavati određeni faktori koji utječu na troškove transporta i osiguranju transporta. Moraju ih poznavati svi vezani za prijevoz teškog tereta čak i sam vlasnik tog tereta. Faktori koji utječu na troškove i osiguranje su:

- Odgovarajuće transportno vozilo s obzirom na masu i veličinu
- Ekološki kriteriji
- Područje plovidbe
- Kategorija i osjetljivost tereta
- Stabilnost tijekom transporta
- Stabilnost tijekom prekrcajnih operacija
- Troškovi transporta i osiguranja
- Pričvršćivanje i osiguranje tereta

### **4.1. PLANIRANJE PUTOVANJA**

Planiranje prijevoza teškog tereta je dugotrajan proces, ali detaljno isplaniran radi velike opasnosti tijekom prijevoza tereta zbog specifičnih svojstava teškog tereta. Cilj plana je siguran prijevoz, u smislu da putovanje prođe bez komplikacija i bez ikakvih nezgoda, na primjer oštećenje tereta ili strukture broda, lučkih instalacija i dizalica, te ozljeda ili smrti člana posade broda ili radnika u luci, nekontrolirano pomicanje terta, zakašnjenje u luku i slično. Završni plan trebaju odobriti i raspraviti svi članovi vezani za transport uključujući i vlasnika tereta, lučku kapetaniju i osiguravatelja tereta. [1]

Plan putovanja se izvodi postepeno, prati redosljed operacija počevši od same pripreme. Tako da nam se plan dijeli na:

1. Opće i specifične radnje prije početka ukrcaja
2. Opće i specifične radnje tijekom ukrcaja tereta
3. Radnje tijekom prijevoza tereta
4. Radnje tijekom iskrcaja tereta
5. Radnje nakon iskrcaja tereta

Plan putovanja mora obuhvaćati sljedeće stavke:

- **Kalkulaciju rizika** – obavlja se uzevši u obzir inicijalni plan
- **Komunikacijske metode** – VHF kanali; sekundarne metode- kontakt sa savjetnikom, obalnom stražom, Vessel traffic service (VTS), meteorološki uredi, agenti, medicinski planovi, hidrografski uredi
- **Procedure krcanja** – razne tehnologije; Roll On-Roll Off, Float On-Float Off, Lift On-Lift off, asistencije tegljača, remorkera, pilota, osoblje za operacije prekrcaja
- **Osiguravajuća procedura** – osoblje i oprema, inspekcija od strane projektnog menadžera
- **Procjena sigurnosti** – količina slobodnih radnika, testiranje navigacijske opreme, testiranje strojeva, dugoročna vremenska prognoza
- **Planirane rute** – vrijeme, luke, sidrenje, UKC, širine kanala, opasnosti u navigaciji, autoritet zapovijednika, fokusne točke prometa
- **Plan B** – komunikacija za hitne slučajeve, postupci u slučaju kvarova vezani za upravljanje, mehaničkih kvarova, uporabe sidra
- **Raspored** – brzina pokreta, Charter Party, datum dostave, penali za kašnjenje, operacije nadledanja i praćenja
- **Procedure iskrcaja** – upravljanje opremom s obale, sekundarni transporti, specijalizirano osoblje i oprema
- **Potrebno osoblje** – nadgledatelji, specijalisti, raznorazni radnici na određeno vrijeme
- **Dokumentacija** – dozvole od carine, špedicija, eksportne dozvole
- **Specijalizirana oprema** – područja s ledom

- **Smještaj ljudi** – aerodromi, hoteli
- **Sigurnost** – pirati, cestovni promet dok se nalaze u luci, na moru, policija, vojska
- **Trošak** – procjena tržišta, političke prilike

## 4.2 .UKRCAJ TERETA [6/1]

Prije ukrcaja potrebno je napraviti plan slaganja i ukrcaja tereta. Nakon šta su nam poznati detalji o teretu, njegove dimenzije, masa i oblik, časnici bi trebali biti svjesni sljedećih mjera opreza i procedura s kojim bi trebali izvesti plan ukrcaja:

- Stabilnost broda mora biti sigurna, te maksimalni kut nagiba mora biti prihvatljiv, svi utjecaji slobodnih površina trebaju biti eliminirani kontrolom balasta
- Potrebno je odraditi detaljan pregled dizalica koje će se koristiti u ukrcaju, i pregledati i obratiti veliku pozornost na opremu manipulacije i učvršćenja (lanci, blokovi, čelik-čela, užadi i konopi)
- Vez broda mora biti napet, te osigurati da su ljudi uključeni u operaciju ukrcaja spremni za operaciju i na odgovarajućim pozicijama, most za prolaz ljudi od kopna na brod i obrnuto mora biti osiguran i spojen s kopnom
- Prostor na koji će se poleći teret mora biti čist i bez neželjenih opstrukcija te se teret mora pravilno rasporediti
- Dokumentacija u svezi s MSL (maksimalno dozvoljeno opterećenje) palube mora biti dostupna i treba se provjeravati da ne dođe do preoterećenja broda
- Osoba zadužena za rad s dizalicama mora biti osposobljena i sposobna za rad. Ostalo osoblje bi se trebalo maknuti s područja operacije da nebi došlo do ozljede
- Svi predmeti koji stoje na putu tereta trebaju se skloniti dok bi sve teglenice spojene na brod trebalo otpustiti u trenutku početka radova
- Konopi koji osiguravaju teret moraju biti zavezani i osigurani tijekom ukrcaja
- Svi sudionici vezani uz operaciju prekrcana moraju biti upozoreni s početkom radova

- Voditi računa o naznačenim točkama upozorenja pri ukrcaju, ukrcaj voditi polako i sigurno i nakon ukrcaja provjeriti jeli teret spušten sigurno i na dobru poziciju

#### **4.3. OPREMA ZA MANIPULACIJU TERETA [4]**

Osnovne metode za podizanje, opasivanje i osiguravanje teških tereta na brodu:

- Metoda uporabe jedne kuke ili jedne dizalice sa čelik čelima ili lancima koji su zahvaćeni za teret pomoću škopca
- Metoda uporabe jedne ili dviju kuka sa dvije dizalice koristeći i čelik čela ili lance koji su direktno zahvaćeni za teret
- Metoda uporabe jedne ili dviju kuka sa čelik čelima ili lancima koji su provučeni ispod tereta
- Metoda uporabe jedne ili dviju kuka s jednim ili dva gredna nosača i lanaca koji su za teret zakvaćeni pomoću škopca
- Metoda uporabe jedne ili dviju kuka s jednim ili dva gredna nosača i lancima koji su direktno zakvaćeni za teret
- Metoda uporabe jedne ili dviju kuka sa jednim ili dva gredna nosača i lancima koji su provučeni ispod tereta
- Metoda uporabe jedne ili dviju kuka s jednim ili dva gredna nosača i sintetičkih pasaca koji su provučeni ispod tereta
- Metoda uporabe jedne kuke sa sintetičkim pascem koji je provučen ispod tereta

#### **4.4. POSTAVLJANJE TERETA NA BROD [4/7]**

Postoje dva uvjeta koja se moraju zadovoljiti za smještaj tereta na brodu. Prvi uvjet je da površina na koju će se postaviti teret mora biti dovoljno čvrsta da bi mogla podnijeti opterećenje tog tereta. Drugi uvjet je da se teret na postavljenoj poziciji osigura i učvrsti u skladu s propisima.

Tijekom postavljanja tereta važno je da se postigne čim veće trenje između površine brodske strukture i tereta, kako bi se smanjila količina potrebne opreme za učvršćivanje.

Prije postavljanja tereta na određenu poziciju na brodu moramo obratiti posebnu pozornost na položaj i smjer pružanja pojedinih strukturnih elementa (nosača, rebara, podveza itd.). O rasporedu, smjeru i udaljenosti tih elementa ovisiti će dopušteno opterećenje određene površine na brodu tj. PSL (Permissible Surface Load) izražen u  $t/m^2$ . U obzir treba uzeti i dodirnu površinu samog tereta, budući da se povećanjem dodirne površine tereta na palubu smanjuje opterećenje na brodsku strukturu.

Postoje slučajevi gdje teret zbog svoje dimenzije zahtijeva da se postavi na poklopac skladišta, u tom slučaju moramo obratiti posebnu pozornost na strukturu poklopca i palube jer je tu dopušteno opterećenje izrazito malo tj. najmanje je od svih dijelova brodske strukture. Ukoliko teret na poklopcu skladišta prelazi i preko palube potrebno je postaviti drvene grede kao podupirače koji će služiti kao dodatna točka za prijenos težine na strukturu broda. Najbolje točke za prijenos težine na strukturu broda su pregrade i mjesta gdje se pregrade sijeku sa uzdužnim palubnim podvezima.

#### **4.5. UČVRŠĆIVANJE TERETA[4/7]**

Učvršćenje i osiguravanje tereta na brodu je obavezna radnja na svakom brodu, s ciljem sprječavanja prevrtanja ili proklizavanja tereta. Opasnost od proklizavanja i prevrtanja može biti problematična i za sigurnost broda, kao i za samu posadu. Može uzrokovati poremećaj u stabilnosti, štetu na drugom teretu ili na brodskoj konstrukciji, gubitak tereta, tjelesne ozljede ili smrt. Opasnost nije prisutna samo tijekom prijevoza, već i tijekom operacijama ukrcaja i iskrcaja.

Radi velike opasnosti od neispravnog učvršćavanja i slaganja tereta IMO (Međunarodna pomorska organizacija) je izdao Kodeks o sigurnom slaganju i učvršćenju tereta, u kojem se nalazi niz uputa i rezolucija koje se bave sigurnim slaganjem i učvršćenjem. Najvažniji dio kodeksa CSS (eng. Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing) za teški teret je Prilog 13.

Prilog 13. CSS kodeksa nam daje podatke za učvršćenje nestandariziranog tereta i upute za izradu broskog priručnika za učvršćavanje tereta (eng. Cargo Securing Manual). U ovom

prilogu je zapisana maksimalna nosivost opreme za učvršćenje tereta, faktor trenja i metode pomoću kojih se utvrđuje dali sistem koji se namjerava upotrijebiti zadovoljava uvjete za sprečavanje prevrtanja i pomicanja tereta tijekom putovanja. Postoje dvije metode; Rule of Thumb i Advanced Method.

MSL (Maximum Securing Load) ili Maksimalna siurna nosivost je izraz koji se koristi za definiranje dopuštenog opterećenja opreme za učvršćivanje tereta na brodu. Vrijednost MSL-a osivi o prekidnoj čvrstoći pojedine opreme. Za proračun u kojem su prtebni podaci vrijednosti MSL-a uvijek se uzima vrijednost MSL-a najslabijeg elementa, iz razloga da je pojedini element koji se koristi za učvršćenje nekog tereta jak samo onoliko koliko je jak najslabiji element.

### **Metoda Rule of Thumb**

Ova metoda je jednostavna metoda koja ne uzima u veličinu broda, stanje stabilnosti, poziciju tereta, nakrcanost broda, period u kojem brod plovi (ljetno ili zima) i područje plovidbe. Prepostavlja se da kod ove metoda kut između opreme i palube na kojoj je teret složen nije veći od  $60^\circ$ , te da je teret osiguran od proklizivanja. U slučaju da je kut opreme i palube veći od  $60^\circ$  on se ne smije koristiti u računanju. U CSS kodeksu je navedeno da „Ukupna vrijednost MSL-a na svakoj strani tereta mora biti jednaka težini tog tereta.“ [8]

### **Metoda Advanced Method**

Advanced Method je precizniji način izračuna u odnosu na prethodni budući da se u obzir uzima veći broj podataka kao npr. veličina broda, pozicija tereta na brodu, opterećenost broda, brzinu broda, područje plovidbe itd. Ako se izračunom ustanovi da su vrijednosti vanjskih sila koje utječu na teret veće od zbroja sila koje djeluju na opremu i silu trenja, nužno je dodatno osigurati (fiksirati) teret i/ili povećati površinu trenja između brodske konstrukcije i tereta. Ova metoda podijeljena je u četiri koraka.[4/9]

- Prvi korak: utvrđuju se potrebne vrijednosti za izračun – dimenzije, oblik i masa tereta, udaljenost težišta broda od najniže točke težišta tereta, pozicija tereta na brodu u uzdužnom

i vertikalnom smjeru. Informacije koje moramo znati o brodu su; dužina, širina, metacentarska visina i brzina.

- Drugi korak: računaju se vanjske sile; uzdužna, poprečna i vertikalna sila / sila uzrokovana vjetrom / sila uzrokovana zapljuskivanjem mora
- Treći korak: utvrđivanje potrebne snage i efikasnosti opreme kojom će se teret učvrstiti. CS (Calculated Strength) tj. izračunata jačina, se dobija tako da MSL najslabije komponente podijelimo sa sigurnosnim faktorom od 1.5.
- Četvrti korak: Prema formulama navedenim u Prilogu 13. CSS kodeksa računa se jačina i efikasnost opreme za osiguranje i učvršćivanje tereta.

#### **4.5.1. Oprema za učvršćivanje teških tereta[4]**

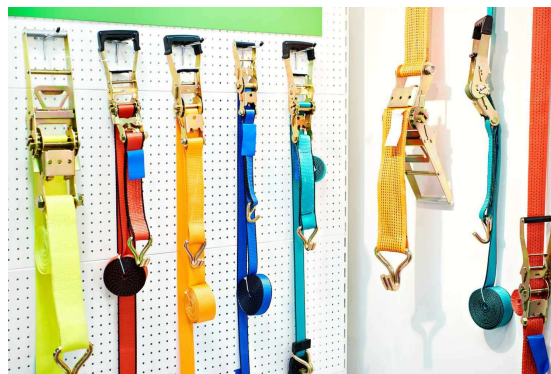
Oprema za učvršćivanje teških tereta koja će se nalaziti na brodu najviše ovisi o teretu kojeg prevozi. Veličina i oblik tereta imaju veliku ulogu u tome koja oprema će se koristiti. No, standardna oprema koju imaju svi ili većina brodova za prijevoz teškog tereta je; žičana užad, škopci (gambeti), kuke, drvene grede i gumene podloge, sintetički pasci (brage), D prsten, stegača, itd.

Oprema se treba dobro održavati i mora se pregledavati prije i nakon svake uporabe, da bi se na vrijeme utvrdila moguća oštećenja, i u slučaju oštećenja moraju se odmah zamijeniti sa novom opremom. Oštećenja koja mogu nastati su pucanje opreme ili korozija kod metalnih materijala. Svu metalnu opremu treba premazivati zaštitnim materijalom, kako bi se izbjegla korozija, dok se sintetički pasci moraju isprati slatkom vodom ukoliko dođu u doticaj s morskom (slanom) vodom.

Sva oprema mora imati jasno istaknute deklaracije o kvaliteti koja zadovoljava određene standarde propisane CSS kodeksom.

#### **SINTETIČKI PASCI (BRAGE)**

Sintetički pasci ili brage, koriste se rukovanje i učvršćivanje tereta koji ne sadrže točke za učvršćivanje. Napravljeni su od sintetičkih vlakna, u koja se dodaju karbonska vlakna radi povećanja nosivosti. Karakteristike sintetičkih pasaca (braga) su: mala težina, fleksibilnost, jednostavni su za rukovanje, dobro naliježu na strukturu tereta, imaju veliki faktor trenja. Jedini nedostatak im je to što se mogu lako oštetiti ili puknuti ako su nategnuti preko oštrijih dijelova na teretu. Za održavanje i očuvanje od oštećenja oštrim rubovima koriste se različiti tipovi podloga. Pasci ili brage za učvršćivanje nikada ne smiju biti povezani u čvor ili biti uvijeni. Za zatezanje sintetičke pasaca koriste se različiti tipovi zatezača. Sva oprema koja se oštetila mora biti izbačena iz uporabe.



**Slika 9. Sintetički pasci**

Izvor: <https://www.agriculture.com/machinery/tools/cargo-strap-purchase-tips>

## **ŽIČANA UŽAD**

Žičana užad je slična vlaknastoj, ali se radi uplitanjem metalnih žica. Ovisno o metalu koji se koristi za izradu razlikujemo željeznu užad, čeličnu užad ili barkenu užad. Za učvršćivanje i manipulaciju tereta koristi se isključivo čelična užad odnosno takozvana čelik-čela. Konstrukciju čelik-čela karakterizira promjer užeta, prekidna čvrstoća, način uplitanja vrsta središnje žice, broj strukova, izvedba struka, itd.

Poznavanje elementa užadi od kojih zavisi kvaliteta čelik-čela je od posebnog značaja. Najčešće se upotrebljava užad sa 6 strukova, rijede sa 8 ili 7 strukova. Promjer i duljina užeta mora biti usklađen s dimenzijama i masom tereta kojeg se podiže ili učvršćuje.



Čelična užad se sastoji od većeg broja tanjih žica koje su upletene u strukove koji su nakon toga upleteni između sebe. Debljina, broj žica i strukova su čimbenici koji utječu na čvrstoću, ali i cijenu užadi. Najčešće su u uporabi desno-pletena čelik-čela, lijevo-pletena se rijetko koriste. Ovisno o materijalu, načinu uplitanja i debljini, za svako čelično uže postoji poseban izračun za MSL (Maximum Securing Load). Ako je na čelik-čelu oštećeno više od 10% žica mora se zamijeniti.



**Slike 10. i 11. Konopi**

Izvor: <https://www.ropeassemblies.co.uk/products/wire-rope/galvanised-wire-rope-fibre-core/>

## LANCI

Lanci se koriste za podizanje i učvršćivanje tereta i proizvode se u raznim debljinama sa različitim prekidnim silama. Prednost lanca je što su otporni na oštećenja i manje se rastežu pod opterećenjem zbog čega imaju dulji vijek trajanja. Nedostatak lanca je da su teži za rukovanje i teže se prilagođuju obliku tereta koji se na rubovima mora zaštititi raznim podloškama jer može doći do oštećenja tereta. Nisu pogodni za terete s mekanom strukturom. Najčešće se koriste za učvršćivanje većeg i teškog tereta. Završetkom prijevoza lanci ostaju na brodu ili se prenošenjem na kopno, nakon uporabe vraćaju na brod. Za prijevoz vrijednih tereta, osiguranje lancima smatra se izgubljenom opremom za osiguranje i pomoć kod učvršćivanja tereta (Lost Load Securing Aid). Za njihovo skraćivanje i pritezanje koriste se pritezne kuke. Pritezne kuke (poluge) ne smiju biti pod kutom od 90°, nego pod kutem od manjim od 45°, ako nisu pod pravilnim kutem može doći do pucanja, savijanja ili će se otkinuti.



**Slike 12. i 13. Lanci i pritezne luke**

Izvor: <https://www.kingtrade.hr/lanci-sajle-konopi-i-pribor-0806/79/>

## ŠKOPCI (GAMBETI)

Škopci ili gambeti izrađuju se lijevanjem ili kovanjem željeza ili čelika. Postoji više oblika i veličina skopca. Najčešće se koriste: škopci u obliku slova D i škopci čiji se struk širi prema vrhu u obliku grčkog slova omega. Svi škopci na donjem dijelu imaju provrte na obje strane struka namjenjene za prolaz svornjaka. Svornjak može imati navoj ili rupicu kroz koju se provlači sigurnosni klin (pin). Osnovna zadaća škopca je ta da spaja kraj čeličnog užeta ili lanca sa brodskom konstrukcijom.

Za učvršćivanje tereta najčešće koristimo sidrene škopce (Anchor Shackles) koji se zbog svojeg oblika dobro prilagođavaju smjeru iz kojeg djeluje sila. Sigurno radno opterećenje ovisi o veličini i obliku škopca, ali neki mogu imati SWL i do 1000 tona.



**Slike 14. Škopci**

Izvor: <https://www.kingtrade.hr/lanci-sajle-konopi-i-pribor-0806/79/>

## STEGAČI

Stegači se koriste za spajanje čelik-čela i lanca ili za spajanje dva kraja lanca ili čeličnog užeta za neku nepomičnu točku. Dizajnirani su na način da im je s jedne strane kuka sa navojem, a sa druge strane prsten koji također ima navoj, ali u suprotnom smjeru, rotacijom središnjeg dijela kuka i prsten se približavaju i na taj način se zatežu lanci ili užad koja je spojena na stegač. U pravilu se proizvode tako da ima otvoreni središnji dio kroz koji se provlači obična metalna šipka kao poluga za rotiranje (pritezanje) zatezača.



**Slika 15. Stegači**

Izvor: <https://www.kingtrade.hr/lanci-sajle-konopi-i-pribor-0806/79/>

## DRVENI I ŽELJEZNI STOPERI

Drveni i željezni stoperi se upotrebljavaju kao pomoćna sredstva kod učvršćivanja teških i velikih tereta, kombinirajući ih sa drugom opremom. Zbog zaštite tereta i strukture broda, drveni stoperi se namještaju između dva tereta ili između tereta i površine ili stijenke skladišta.

Željezni stoperi se varenjem fiksiraju za brodsku strukturu, a po potrebi i za sam teret. Stoperi se ne smiju zavarivati za brodske dijelove koji su izloženi jačim naprezanjima, kao što su palubne podveze, okvirna rebra i slično kako nebi došlo do oštećenja na brodskoj strukturi. Zato se treba prije ukrcaja na brod dobro odrediti točna pozicija na kojoj će ležati teret, kako bi se teret mogao pravilno učvrstiti. U potpunosti je zabranjeno zavarivanje na pokrov tanka goriva, osim u slučaju da je tank u potpunosti prazan i izventiliran, kako bi se uklonila mogućnost eksplozije.

## **5. BRODOVI ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA**

### **5.1. KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA[1/2]**

Brodovima za prijevoz teškog tereta se smatraju brodovi koji prevoze teške ili glomazne komadne terete (30 tona ili više). Brodovi za prijevoz teškog tereta dijele se na nenamjenske i namjenske brodove.

Uobičajeno, brodovi za teški teret manjih su dimenzija u odnosu na brodove za prijevoz suhih tereta; duljine im mogu biti od 80 do 150 metara, brzina im je obično oko 12 do 13 čv, a nosivost im ovisi o teretu za koji su namjenjeni prevoziti. Teret im se prevozi na otvorenoj palubi ili u prostornim skladištima. Brodovi odgovarajućih konstrukcijskih značajki su opremljeni potrebnim teretnim uređajima i opremom, kao na primjer dodatno ojačana paluba i teške samarice/dizalice nosivosti 35 tona i više.

Često se svrstavaju kao brodovi posebne namjene, razlog tome je što su određeni brodovi konstruirani za transport naftnih platformi, drugih plovila, dijelova za industrijska postrojenja i ostalih velikih i širokih tereta koji ne mogu biti smješteni u skladišni prostor. Stabilnost im je vrlo osjetljiva, posebno kod iskrcaja ili ukrcaja teških tereta s tim se treba obratiti posebna pozornost tijekom manipulacije tereta.

### **5.2. NENAMJENSKI BRODOVI ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA**

Pod nenamjenskim brodovima koji prevoze teški teret podrazumijevamo konvencionalne višenamjenske brodove, brodove za prijevoz teglenica i konvencionalne Ro-Ro brodove.

#### **5.2.1 Konvencionalni višenamjenski brod**

Pod konvencionalnim višenamjenskim brodom podrazumijeva se brod koji je namjenjen za prijevoz više vrsta tereta. U praksi postoje pet kategorija višenamjenskih brodova:

- Obalni brodovi (Coaster ships) su manja plovila s plitkim gazom za plovidbu između luka istih regija, u nekim slučajevima prevoze se i rijekama i kanalima. Obalni brodovi prevoze generalni i rasuti teret. Samo šestine brodova je opremljeno dizalicom nosivosti do 25 tona.[10]
- Brodovi za suhi generalni teret (General dry cargo ships) obično nemaju dizalice, veći su od 5000 dwt dizajnirani za prijevoz svih vrsta generalnog tereta koji nije u kontejnerima, na primjer čelik ili drvo, nepakirani rasuti teret, bačve ,vreće ili kutije.[10]
- Višenamjenski brodovi (Multi-purpose vessels) su brodovi za prijevoz suhog tereta, opremljeni dizalicama s kombiniranim kapacitetom do 100 tona. Služe za prijevoz teškog tereta, lomljivog i suhog tereta uključujući bale i često prevozi i kontejnerizirani teret. [10]
- Multi-purpose project carriers nazivaju se još i višenamjenski brodovi za teška opterećenja (MVP) i premium MPV vozila. Dizajnirani za prijevoz projektnog tereta, obično imaju jedan ili dva teretna prostora u obliku kutije i nekoliko dizalica. MPV brodovi imaju kombinirani kapacitet podizanja od 100 do 250 tona, premium projektni nosači imaju i više.[10]
- Open-hatch general dry cargo ships su veliki brodoviza suhi teret s nekoliko U-shaped skladišnih prostora dizajnirani za prijevoz drva i papira. Tradicionalno opremljeni dizalicama i u novije vrijeme sa Jib dizalicama.[10]

### 5.2.2. Konvencionalni RO-RO brodovi

Konvencionalni Ro-Ro brodovi mogu primiti teret obzirom na maksimalno dozvoljeno opterećenje i osovinsko opterećenje vučnog vozila. Teret se smješta na palube koje je su povezane za iskrcajno-ukrcajnu rampu. Najveći konvencionalni Ro-Ro operater je Grimaldi, incl. ACL sa 38 brodova ukupne nosivosti 1,182,000. [2]

### 5.2.3. Tegljenica[2]

Tegljenica je plovni objekt bez vlastitog pogona, služi za prijevoz različitog teškog tereta i prevozi se rijekama, kanalima i morem. Nakon ukrcanja tereta se tegljačima vuče do iskrcajnog mjesta. Nosivost im ovisi o području plovidbe, ali uobičajena nosivost je između 600 tona do par tisuća tona. Razlikujemo tegljenice sa vertikalnim načinom prekrcaja (LASH sustav) i sa horizontalnim načinom prekrcaja (SEABEE sustav).

- LASH sustav (Lighter Aboard Ship) radi ukrcaj/iskrcaj pomoći dizalice (kapacitet do 375 tona). Na način da dizalica zahvaćenu tegljenicu digne do visine glavne palube, a zatim se pomiče zajedno sa teglenicom do mjesta gdje se spusti u skladišni prostor.
- SEABEE sustav radi ukrcaj/iskrcaj pomoću platforme (kapaciteta do 2000 tona; negdje i više). Na način da se pomična platforma spušta niže od gaza teglenice (2 metra ili više) i kad tegljenica doplovi iznad platforme podiže je do željene visine, a zatim platforma spušta tegljenicu na drugo transportno sredstvo koje je prenosi do skladišnog prostora.

Uz ove brodove imamo još dvije vrste važne spomenuti; BACAT (Barge Aboard Catamaran) gdje se tegljenice (150 tona) uz pomoć elevatora kapaciteta 400 tona dižu na odgovarajuću visinu; i CAPRICORN brodovi koji su slični LASH brodovima, ali su manjih dimenzija.

## 5.3. NAMJENSKI BRODOVI ZA PRIJEVOZ TERETA

Namjenski brodovi mogu se razvrstati kao specijalni brodovi za prijevoz teškog tereta, koje dijelimo prema prekrcajnoj tehnologiji. [1/2]

Prema tehnologiji prekrcaja možemo ih podijeliti na tri osnovne tehnologije:

- Lo/Lo (Lift on/Lift off, podignuti – spustiti)
- Ro/Ro (Roll on/Roll off, dokotrljaj – otkotrljaj)
- Flo/Flo (Float on/Float off, uplovi – isplivi)

Uz tri osnovne tehnologije važno je napomenuti i:

- Miami (tehnologija slična Ro/Ro tehnologiji, uz razliku u tome što se teret utovaruje na palubu putem dvostrukih tračnica i podložnih kolica)
- Fork-lift (viličar – koji koristiti vilicu kao alat za podizanje tereta)
- Riggy-Back (ukrcaj platformi i opreme podstavljanjem broda ispod tereta)

### **5.3.1. Brodovi Lo-Lo tehnologije**

Prvi brodovi za prijevoz teškog tereta su bili brodovi sa prekrcajnom tehnologijom. Lift on/Lift off odnosno Lo-Lo prekrcajna tehnologija (podignuti-spustiti) odnosi se na prekrcaj tereta prema vertikalnim smjerom. Lo-Lo brodovi, namijenjeni za multimodalni transport, ukrcavaju teret s posebnim dizalicama, a teret se krca u skladišni prostor i na palubu. Najčešće su opremljeni s jednom ili više dizalica koje su smještene na bokovima broda radi povoljnijeg ukrcaja i manipulacije glomaznog tereta. Najveće dopušteno opterećenje dizalice ne prelazi 800 tona. Nosivost brodova je rasla tijekom novih generacija brodova. Prvim brodovima nosivost nije prelazila 700 TEU jedinica, a u današnje vrijeme nosivost, na nekim brodovima, može preći i 5000 TEU jedinica. Skladišni prostori Lo-Lo brodov imaju podesivo međupalublje, dok je nadgrađe smješteno na pramčanom dijelu broda.[1/2]

Karakteristike Lo-Lo brodova:

- Kada se brodovi tovaru kontejnerima može se postići učinkovita iskoristivost kapaciteta, ali kapacitet broda će biti smanjen zbog ugrađenog sustava za istovar
- Lo-Lo brodovi imaju mogućnost istovara bilo koju vrstu terminala

- Obzirom da imaju vlastitu opremu za podizanje tereta, nije im potrebna infrastruktura na lučkom terminalu
- Mogućnost prekrcaja tereta sa broda na drugi brod.

Ciljevi Lo-Lo tehnologije :

- Optimizacija iskoristivosti lučke infrastrukture i prometne suprastrukture ostalih grana prometa
- Mogućnost sigurnog, brzog i racionalnog vertikalnog ukrcaja, prekrcaja i iskrcaja svih vrsta tereta koji se prevoze, sa svim sredstvima prijevoza i na svim terminalima
- Kvalitativa i kvantitativna optimizacija tehnoloških, organizacijskih i ekonomskih učinaka prometne usluge
- Maksimizacija učinka u radu svih sudionika u sustavu transpota Lo-Lo tehnologijom

Prednost Lo-Lo tehnologije je to šta dolazi do uštede u troškovima prijevoza i vremenskog trajanja samog prekrcaja. Nedostatci Lo-Lo tehnologije su veliki troškovi kod ulaganja u brod i u lučku prekrcajnu tehnologiju. [11]



**Slika 16. Brod Lo-Lo tehnologije**

Izvor: <https://www.vesseltracker.com/en/Ships/Lolo-Gate-I70621.html>



### 5.3.2. Brodovi Ro-Ro tehnologije

Roll on – Roll off odnosno Ro-Ro prekrcajna tehnologija (dokotrljaj – otkotrljaj) odnosi se na prekrcaj u horizontalnom smjeru. Definicija Ro-Ro broda prema Kodeksu donesenom od strane IMO-a (International maritime organization) glasi „*ro-ro brod je takav brod koji ima jednu ili više zatvorenih paluba koje nisu podijeljene i najčešće se protežu cijelom duljinom broda. U njemuse 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 posudama*“ [12]

Karakteristike brodova Ro-Ro tehnologije jesu da imaju relativno mali gaz, slaganje tereta se vrši u skladišne prostore i palubu ili samo palubni prostor, pogodni su za luke koje nemaju prekrcajna sredstva jer su opremljeni s ukrcajno-iskrcajnim rampama s dovoljnim dozvoljenim osovinskim opterećenjem. Ro-Ro brodovi se razvrstavaju prema njihovoj veličini, gasu, namjeni ili vrsti tereta za čiji su prijevoz građeni. Sedamdesetih godina bilo je ključno odrediti na kojim će udaljenostima određeni Ro-Ro brodovi moći obavljati prijevoz. Tada se razvila podjela temeljena na dužini relacije na kojima brod plovi. Tijekom vremena počele su se spominjati tri generacije brodova; brodovi podijeljeni prema svojoj nosivosti, prema dužini plovidbe, i prema vremenu u kojem su sagrađeni. [3]



**Slika 17. Brod Ro-Ro tehnologije**

Izvor: <https://www.bahri.sa/en/fleet/roconplus/>

### 5.3.2.1. Podjela Ro-Ro brodova prema gazu

Međunarodna komisija za standarizaciju dala je uputu da dubina veza uz obalu, uzimajući u obzir činjenicu da je većina brodova Ro-Ro tehnologije imala gaz manji od 6 metara u to vrijeme, da se vezovi grade s dubinom pristaništa od 6.1 metar. Tijekom prolaska vremena i gradnje novih i većih Ro-Ro brodova s većim gazom, Ro-Ro brodovi su se podijelili u dvije grupe:

- Skupina A – brodovi koji imaju gaz manji od 6 metara
- Skupina B – brodovi koji imaju gaz veći od 6 metara

Podjela Ro-Ro brodova prema gazu u danas nije toliko značajna iz više razloga. Prevenstveno zbog toga što se u današnje vrijeme rijetko grade brodovi gaza manjeg od 6 metara, tako da u Skupinu A ulazi mali broj brodova, a brodovi predviđeni za kraće relacije koji bi trebali spadati u Skupinu A su velikih dimenzija i nosivosti što im povećava gaz na veličinu koja ih svrstava u Skupinu B. Unatoč velikoj razlici brodova unutar skupina i ne funkcionalnosti ove podjele ona je još prisutna tijekom gradnje.

### 5.3.2.2. Podjela Ro-Ro brodova prema namjeni

Podjela Ro-Ro brodova prema namjeni odnosi se na podjelu ovisno o teretu koji prevoze, načinu rukovanja teretom i konstrukcijskim osobinama. [13]

Dijelimo ih u sedam skupina:

1. *RO – RO (eng. Freight Ro–Ro)* – čisti Ro-Ro brodovi namjenjeni za kraće i duže udaljenosti, koji teret koji se nalazi na kotačima mogu krcati samo u horizontalnom smjeru
2. *CAPA (Ro-pax)* – Ro-Ro brodovi koji imaju mogućnost ukrcaja više od 12 putnika (vlasnici automobila koja se prevoze ), SOLAS konvencijom, 1977. godina, se zahtjeva da CAPA Ro-Ro brodovi budu građeni izvedbom tructur jednog prostora. Ro-pax = Ro-Ro/Passenger
3. *CACA ( PCC )* – brodovi namjenjeni za duge i za kratke plovidbe, PCC= pure car carrier / PCTC = Pure car and truck carrier

4. *CONT (ConRo)* – brodovi za prijevoz kontejnera, ali s mogućnosti Ro-Ro prijelaza na određene palube, ConRo = RoCon = conteriner/Ro-Ro
5. *CONV* – Ro-Ro brodovi koji imaju opremu za prijevoz suhog tereta, ali zajedno s Ro-Ro prijelazom na ostale palube
6. *PACA (eng. Ferry)* – putnički brodovi (trajekti) za prijevoz Ro-Ro prikolica na kratkim relacijama. Odredbama SOLAS konvencije 1977. PACA brodovi trebaju biti građeni prema tructur jednog prostora
7. *HYBR* – hibridni (mješani) Ro-Ro brodovi, spoj Ro-Ro broda i brodova za prijevoz specijalnog tereta. Pod specijalni teret bih se smatrala nafta, vino, drvo, ulje, teški teret itd.

#### 5.3.2.3. Podjela Ro-Ro brodova prema duljini relacije

Ro-Ro se također dijele na brodove za duge plovidbe (eng. Deep sea Ro-Ro ships) i brodove za kratke plovidbe (eng. Short sea Ro-Ro ships).

Ro-Ro za duge plovidbe se dijele u četiri skupine :

- *R grupa* – klasični Ro-Ro brodovi namjenjeni prijevoz tereta na kotačima, kojim se može manipulirati jedino u horizontalnom smjeru (eng. *Pure Ro-Ro vessels*)
- *C grupa (ConRo)* – spoj brodova za prijevoz Ro-Ro tereta na kotačima sa horizontalnom manipulacijom tereta uporabom rampe i brodova Lo-Lo tehnologije s vertikalnom manipulacijom kontejnera, (eng. *Ro-Ro container vessel*)
- *G grupa (Ro/Ro-Lo/Lo)* – spoj brodova za prijevoz Ro-Ro tereta na kotačima s horizontalnom manipulacijom tereta i brodova s koji imaju klasičnu manipulacije Lo-Lo tehnologije za prekcaj i prijevoz generalnog tereta ( eng. *Ro-Ro general cargo vessels* )
- *H grupa* – specijalizirani Ro-Ro brodovi za ukrcaj i prijevoz teških i vangabaritnih tereta (eng. *Ro-Ro heavy lift vessel*). U ovoj grupi Ro-Ro brodova se najčešće prevoze kamioni, autobusi, vojna vozila, građevinski strojevi i slično.

Ro-Ro brodovi za kraće plovidbe su manji Ro-Ro brodovi jednostavne izvedbe koji najčešće plove istim rutama po već određenom rasporedu istih dvaju ili više luka. Plove u zemljama Mediterana, Eurpe, istočne Azije.

#### *5.3.2.4. Konstrukcijska obilježja Ro-Ro brodova*

Konstrukcija Ro-Ro brodova, zbog specifičnosti prijevoza određene vrste tereta, razlikuju se od brodova za ostale namjene pomorskog prijevoza. Prepoznatljivi su po otvorima na krmi, pramcu ili bokovima broda s kojih se vrši horizontalna manipulacija tereta pomoću rampi. Unutrašnjost broda naliči na izdužene hangare, odnosno skladišta koja nisu odjeljena nepropusnim pregradama, radi više prostora i lakše manipulacije teretima na kotačima. Podijeljeni su palubama koje su dodatno ojačane s ciljem da podnesu velike mase, prikolica, vučnih vozila, kamiona i raznih teških tereta. [3]

Kao što smo prije naveli Ro-Ro brodovi vrše horizontalni prekrecaj pomoću rampe ili čelične grede, a navedene rampe možemo podijeliti u četiri skupine:

### **AKSIJALNE RAMPE**

Aksijalne rampe se nalaze na krmi ili na pramcu broda te su smještene u smjeru uzdužnice broda. Brod mora biti okomito privezan za obalnu liniju. Prepostavlja se da je oko 90% Ro-Ro brodova za prijevoz tereta na kotačima opremljeno s aksijalnom rampom.

Karakteristike aksijalne rampe su:

- Relativno male mase
- Jednostavnija izgradnja
- Niske cijene proizvodnje
- Nepropusno se zatvara rapma uz otvor broda i to mu daje prednost jer nema potrebe za vodonepropusna vrata

Upotrebljava se u lukama gdje razlika plime i oseke nije značajna. Idealne su za trajekte u linijskim plovidbama.



**Slika 18. Aksijalna rampa**

Izvor: <https://www.bilbaoport.eus/en/news/eu-supports-finnlines-service-between-bilbao-and-antwerp-with-end-of-project-biscay-line-meeting/>

## **OTKLONJENE RAMPE**

Otklonjene rampe su postavljene na pramčanom ili krmenom dijelu broda, ali ne po uzdužnoj osi, nego tako da zatvaraju kut od 30 do 45 stupnjeva o odnosu na uzdužnu os broda. Za razliku od aksijalnih rampi, otklonjene rampe zahtjevaju obalu „L“ profila ili četverovez. Otklonjene rampe se sastoje od tri sekcije. Između prve i druge sekcije nalaze se hidraulički cilindri sa sensorima koji usklađuju položaj rampe i obale. Pozicioniranje rampe se obavlja pomoću dva hidraulička vitla koji su povezani čeličnom užadi s koloturnicima na krmi i na samoj rampi. Krmenne rampe velikih dimenzija se tijekom plovidbe sklapaju tako da se drže uspravno uz brod.



**Slika 19. Otklonjena rampa**

Izvor: <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri%3A2119/datastream/PDF/view>

## **KRMENE OKRETNE RAMPE**

Krmene okretne rampe mogu biti smještene na tri položaja: na lijevom ili desnom boku, te ravno po uzdužnici broda. Krmene okretne rampe su svojim izgledom slične otklonjenim rampama, međutim imaju i mogućnost zakretanja po vertikalnoj osi. Rampa se spušta pomoću hidrauličnih vitla do određenog kuta, a pomoću sekundarnih vitla druga sekcija se odvaja od prve. Taj položaj omogućuje zakretanje rampe na odgovarajuću stranu, ovisno o obliku pristaništa i pristupu za ukrcaj vozila.

Krmena okretna rampa, sastoji se od 4 sekcije:

- Rotirajuće sekcije koja se zakreće oko vertikalne osi, smještena je u ležaj učvršćen na strukturu broda na koju se naslanja kružni ležaj
- Sekcije učvršćene na rotirajućoj sekciji, na njoj se nalaze manevarska užad ili hidraulički cilindri za manipulaciju samom sekcijom. Na istoj sekciji su postavljeni uređaji koji omogućuju pomicanje i pozicioniranje trećom sekcijom.
- Treće sekcije, koja je učvršćena na drugu. Hidrauličkim uređajima ili sistemom užnica se automatski podešava.
- Četvrta sekcija je u stvari produžetak treće a služi za povećanje naliježuće površine na obalu radi smanjenja specifičnog opterećenja obale.



**Slika 20. Krmena okretna rampa**

Izvor: <https://www.grude-online.info/lager-najveca-pojedinacna-ispоруka-strojeva-u-jugoistocnoj-europi/lager-2/>

## **BOČNI OTVORI I RAMPE**

Bočni otvori i rampe smješteni su na boku broda i uglavnom su manjih dimenzija u odnosu na prethodno opisane. Bočne rampe se koristi za ukrcaj manjih vozila i tereta. Najčešće je opremljen dizalicom (liftom), koja ima direktan pristup na sve palube broda. Putem bočnih otvora moguće je krcati teret pomoću viljuškara, radi brzine smještaja tereta koriste se dva viljuškara jedan koji donosi teret do otvora, a drugi u samom brodu smješta teret u brodska spremišta.



**Slika 21. Bočna rampa**

Izvor: <https://www.alamyimages.fr/la-porte-rampe-cote-ouvert-sur-le-grand-port-de-traversier-de-passagers-image65350297.html>

### 5.3.3. Brodovi Flo-Flo tehnologije[1/2/14]

Float-on - Float-off (uplovi-isplovi), odnosno Flo-Flo tehnologija prekrcanja odnosi se na posebnu vrstu prekrcanja koja koristi specijalizirane brodove u svrhu prijevoza velikih i iznimno teških tereta. To su poluuronjivi brodovi koji se nazivaju Float-on – Float-off (flo-flo). Teret koji se prevozi poluuronjivim brodovima, kao što smo već naveli je velik i iznimno težak, može biti težine od 50 tona pa sve do 45 000 tona (dijelovi mosta, lučke dizalce, dijelovi rafinerija, elektrana, čak i sami brodovi itd.). Najveća prednost im je da pružaju mogućnost ukrcanja, transporta i iskrcaja velikih i glomaznih tereta bez lučke opreme koja bi se inače koristila za rukovanje teškim teretom, bitno je da teret pluta i da je gaz samog tereta u okvirima uronjivosti palube flo-flo broda. Poluuronjivi brodovi se koriste za prijevoz dijelova illi cijele Off-Shore instalacije.

Flo-Flo brodovi su konstruirani tako da njihovi tankovi balasta mogu biti poplavljeni kako bi se brod dijelomično potopio i da teretna paluba broda uroni ispod vodene površine do sigurne dubine za ukrcaj tereta koji se smješta tegljačima. Taj proces omogućuje teretu (dijelovima naftne platforme, raznim dijelovima brodova, kao i cijelim brodovima, plutajućim teretima...) pozicioniranje u položaj za ukrcaj. Kada se teret nalazi na određenom položaju prazni se voda iz balastnih tankova vodeći računa o ravnoteži broda zajedno sa teretom, tako da se ne prazne svi balastni tankovi istovremeno i u istoj mjeri. Kada se na površini pojavi paluba broda teret se učvršćuje za palubu. Prilikom ukrcanja tereta Flo-Flo tehnologijom, kut nagiba nesmije bit veći od 2.5°, niti imati veći trim od jedne stope.

Osim poluuronjivih brodova za Flo-Flo tehnologiju koriste se još i brodovi poznati kao *brod dizalca*. Po definiciji, brod dizalica je brod koji je posebno konstruiran i ima kapacitet za ukrcaj i iskrcaj iznimno teških i vangabaritnih tereta, opskrbljen je dizalicom (ili dizalicama) nosivosti preko 100 tona. Prema drugoj definiciji, to je brod za podizanje teških tereta koji je u mogućnosti potopiti teretnu palubu ispod površine vode, dozvoljavajući da drugi plovni objekti prelaze preko potopljene palube.

Karakteristika ovih brodova je da imaju dva nadgrađa postavljena na krajnjem pramcu i krmi. Na pramcu se nalaze prostorije za smještaj posade, most, uredi i ostale koje za potrebe posade, dok se na krmi se nalaze strojevi koji služe za pogon broda. Paluba se nalazi između dva nadgrađa i njena karakteristika je da je duga, široka i savršeno ravna.





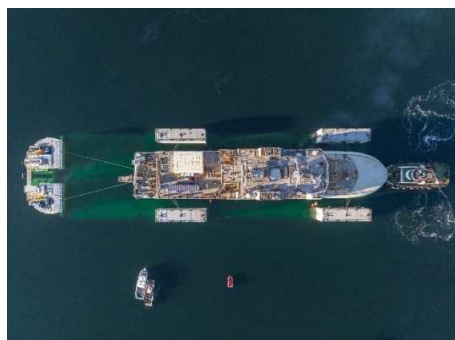
**Slika 22. Brod Flo-Flo tehnologije**

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

#### **5.3.4. NAJVEĆI BRODOVI ZA PRIJEVOZ TEŠKOG TERETA**

##### **Najveća teglenica „Boa Barge 38“**

Danas najveća teglenica je „Boa Barge 38“ od kompanije „BOA“. Poluuronjiva teglenica „Boa Barge 38“ dostupna je u Šangaju i Singapuru od prosinca 2022. S kapacitetom vodoravnog uronjenja do 21,5 metara vode iznad palube, ravnomjernom čvrstoće palube od  $35 \text{ mt/m}^2$ , i slobodnom površinom od  $5,150 \text{ m}^2$ , prekrajne tehnologije Float on-Float off, što ju čini jednom od najsposobnijim „Boa Barge“ vrste teglenice. Zbog vrlo specifičnog dizajna, teglenica će biti dragocjena imovina u godinama koje dolaze za projekte koji zahtijevaju velika opterećenja i ekstremne kapacitete uranjanja, uključujući, ali ne ograničavajući se na projekte obnovljive energije, brodogradnju i civilnu gradnju.



### **Slike 23. i 24. Boa Barge 38**

Izvor: <https://www.boa.no/newbuilt-boa-barge-38-prompt-available-in-singapore/>

#### **Najveći Ro-Ro brod „MV Tonsberg“**

Danas najveći Ro-Ro brod je „MV Tonsberg“ od kompanije „Wallenius Wilhelmsen“ u Norveškoj. Ukupni teretni kapacitet broda je 138 000 m<sup>3</sup>. Temeljen na novoj „Mark V“ tehnologiji, njegov trup je nizak i ima dvostruko dno tako da plovi glatko u nemirnim morima. Brod ima ukupnu dužinu od 265 m, širinu od oko 32 m i gaz od 11 m. Bruto tonaža broda je 75.251 tona i sastoji se od 6 paluba za prijevoz teškog, kotrljajućeg i nekontejnerskog tereta, rasutog tereta i automobila. Unutarnje rampe su fiksne, ali se mogu podići što omogućuje lak utovar i istovar Ro-Ro vozila bez upotrebe obalnih dizalica. Vanjska rampa može primiti 450 tona tereta, dok se unutarnja rampa palube bavi kontejnerima, dijelovima vjetrenjača i jahtama.



#### **Slika 25. Wallenius Wilhelmsen**

Izvor: <https://www.ship-technology.com/projects/mv-tonsberg-ro-ro-vessel/>

#### **Najveći poluuronjivi brodovi „BOKA Vanguard“**

Nova generacija poluuronjivih brodova za podizanje teških tereta, izgrađen u Južnoj Koreji trenutno pod zastavom Curacao. Dužina broda je 275 metara, širine od 70 metara, trenutno je najveći brod svoje vrste. Dizajniran je za prijevoz i premještanje velikih platformi, struktura, i raznih brodova, i može se koristiti i kao Off-Shore dry dock tj. može služiti i kao suhi dok za popravke drugih brodova. Bruto tonaža mu je 91 700 tona zahvaljujući jednostavnom dizajnu koji ne

uključuje pramčani dio, i ima maksimalni kapacitet tereta od 116 000 tona. Ima dva motora na brodu od kojih oba proizvode ukupno 35 400 konjskih snaga, što omogućuje brzine do 12 čvorova.



**Slika 26. BOKA Vanguard**

Izvor: <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/dockwise-vanguard>

### **Najveći katamaran „Pioneering Spirit“**

Trenutno je najveći višenamjenski građevinski brod na svijetu.

Pioneering Spirit je katamaran u vlasništvu All Seas Group s sjedištem u Švicarskoj. Dizajniran je za podizanje i premještanje Off Shore platforme te za izgradnju cjevovoda velike težine. Katamaran je sposoban podizati čitave gornje dijelove platforme do 48 000 tona u jednom komadu. Opremljen je posebnim horizontalno postavljenim gredama kojima se sa dvije strane obuhvaća teret, na krajevima greda su pomične podloge koje kompenziraju njihanje broda i platforme tijekom podizanja tereta. Plovilo je dugo 477 metra, široko 124 metra, a bruto tonaža mu je 403 342 tona.

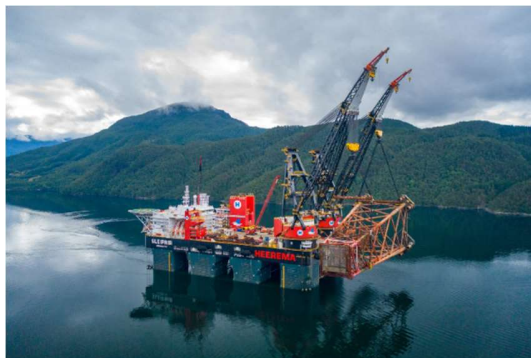


**Slika 27. Pioneering Spirit**

Izvor: <https://gcaptain.com/giant-pioneering-spirit-sets-world-lifting-record-with-removal-of-the-brent-delta-platform/>

### **Najveći brod dizalica „SSCV Sleipnir“**

Ovaj brod ima dvije okretne dizalice, i svaka dizalica ima nosivost od 10 000 tona. Ime je dobila po mitološkom konju boga Odina s osam nogu. Specifičnost ovog broda dizalice je ta što je prvi brod svoje kategorije koji koristi ukapljeni plin (LNG) kao gorivo. Opremljen je s osam potisnika koji mu omogućavaju brzinu višu od 12 čvorova. Zajedničkim radom obadvije dizalice uspješno je podignut teret od 15300 tona.



**Slika 28. SSCV Sleipnir**

Izvor: <https://www.heerema.com/heerema-marine-contractors/fleet/sleipnir>

## 6. TERMINALI [15]

Prekrcaj teških i vangabaritnih tereta se može vršiti u različitim lukama zbog same vrste tereta i načina prekrcajne tehnologije. Radi toga terminali koji imaju mogućnost prekrcaja teškog tereta najčešće su namjenjeni za prekrcaj nekog drugog tereta (kontejnerizirani teret, teret na kotačima, generalni teret itd).

Prekrcaj teških i vangabaritnih tereta izvodi se putem:

- Konvencionalnih pristaništa za generalni teret
- Posebnih pristaništa prilagođenih za prekrcaj različitih vrsta teških tereta
- Specijaliziranih terminala za prekrcaj određenih vrsta teških tereta
- Sidrišta

### **Konvencionalno pristanište za generalni teret**

U lukama gdje se teški teret dovozi relativno rijetko, a najčešće su to jedan ili više komadnih tereta u ukupnoj strukturi generalnog tereta. Na takvim terminalima za prekrcaj se koriste lučke mobilne dizalice velikih nosivosti, brodske dizalice ili ploveće dizalice.

### **Posebno pristanište za prekrcaj teškog tereta**

Luke gdje se dopremaju veće količine različitih vrsta teškog tereta, ali ne u toj mjeri da bi se izgradila specijalizirana oprema na terminalu. Na ovakvom pristanu obično se ugrađuje lučka obalna dizalica s velikom nosivosti ili se ukrcaj i iskrcaj izvodi lučkom mobilnom dizalicom isto velike nosivosti.



**Slika 29. primjer posebnog pristana**

Izvor: <https://www.portofsandiego.org/maritime/cargo-and-trade>

### **Specijalizirani terminali za prekrcaj teških tereta**

Specijalizirani terminali za prekrcaj teških tereta grade se u slučajevima kada se u luku doprema određena vrsta teških tereta npr. kamionski terminali, ili naprimjer uz brodogradilišta koja proizvode dijelove i opremu za off-shore industriju. Na terminalima specijaliziranim za prekrcaj teškog tereta ugrađen je veći broj obalnih dizalica velikih nosivosti, koje su prilagođene vrsti tereta.. Zbog raznolikosti u vrsti tereta koja se može prekrcevati na takvim terminalima (prekrcaj starog željeza, crne metalurgije...), obalne dizalice su opremljene s različitom zahvatnom opremom kao što su noseće grede, magneti, polip grabilice i slično. Specijalizirani terminali imaju specifično ugrađena i uređena skladišta koja se nalaze neposredno uz pristan. Roba koja se nalazi u skladištima mora biti sortirana po vrsti tereta i prevcima opreme. Tereti koji su razvrstani su npr. limovi u balama, ljevano željezo, kameni blokovi, strojni dijelovi, cijevi, čelična strugotina, čelični profili, prešani automobili itd.





**Slika 30. primjer specijaliziranog terminala**

Izvor: <https://www.rhenus.group/nl/en/supply-chain-solutions/port-logistics/project-cargo-and-heavy-lift/>

## Sidrište

Prekrcaj teškog tereta se izvodi pomoću brodova dizalica ili plovnih dizalica na moru bez kontakta sa obalom. Prekrcaj se može izvesti sa broda na drugi brod, sa broda na plovnu dizalicu (i obratno), ili smještaj plovećeg objekta na polu-uronjeni brod.



**Slika 31. Brod-brod**

Izvor: <https://www.kestrel.it/en/flo-flo-capabilities-en.html>

## 6.1. OPREMA ZA LO-LO PREKRAJNU TEHNOLOGIJU

Prednost Lo-Lo prekrcajne tehnologije je što Lo-Lo brodovi imaju vlastite dizalice, s tim da Lo-Lo brodovi mogu obavljati ukrcaj i iskrcaj na bilo kojim terminalima. Terminal na kojem se obavlja prekrcaj tereta može, ali ne treba imati opremu za prekrcaj tereta. Za Lift on/Lift off brodove koristimo već spomenute dizalice ili samarice kao prekrcajna sredstva. Samarice ili dizalice služe za ukrcaj raznog tereta (najčešće kontejneri), ali za teške terete koristimo dvije vrste samarica, a to su „Jumbo derricks“ i „Stuelecken derricks“. Važno je napomenuti i plovne dizalice i brodove dizalce kao prekrcajna sredstva koja se isto mogu koristiti za prekrcaj teških i glomaznih tereta.

### Jumbo samarice

Jumbo samarice su tako dizajnirane samarice (dizalice) da mogu podizati teški teret do 150 tona, na nekim novijim brodovima mogu podizati i do 200 tona, ali radi maksimalnog dopuštenog opterećenja podiže se do 150 tona. Jumbo dizalice imaju posebno dizajnizirani teretni jarbol, čime je omogućen prekrcaj sa dvije samarice istovremeno. Na brodu se nalaze jedna ili više Jumbo samarica.[1/2]



**Slika 32. Jumbo derrick**

Izvor: <https://www.energyfacts.eu/jumbo-maritime-offshore-projects-compilation/>



### **Stuelcken samarice**

Ove samarice su tako dizajnirane da teški teret podižu pomoću četiri vitla. Ovom vrstom moguće je ukrcavati teret u 2 skladišta istovremeno. Njihovo maksimalno dopušteno opterećenje iznosi 250 tona.[1/2]



**Slika 33. Stuelcken derrick**

Izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Derrick>

### **Plovne dizalice**

Plovne dizalice, odnosno plutajuće dizalice su dizalice koje se koriste najčešće u „Off Shore“ industriji. To su plovni objekti koji su opremljeni balastnim sustavom, imaju prostranu palubu koja se može koristiti za smještaj tereta. Koriste se usluge tegljača za plovidbu, a neke mogu biti i opremljene sa vlastitim pogonom. Obično su nešto manje nosivosti od dizalica iste svrhe koje su postavljene na kopnu. Plovne dizalice se uglavnom upotebljavaju za prekrcaj teških strojeva, lokomotiva, vagona, teških vozila, brodskih limova, dijelova industrijskih pogona i slično. Međutim mogu se koristiti i za „dregging“ (jaružanje riječnog ili morskog dna, ili za vađenje pijeska).. [1/2]



**Slika 34. Plovne dizalice**

Izvor: <https://dailyboats.com/hr/boat-types/power-floatingcrane>

### **Brodovi dizalice**

Brodovi dizalice su specijalizirana plovila s vlastitim pogonom, namijenjena za prekrcaj teškog tereta. Konstrukcijski brod mora biti prilagođen teretnom uređaju i nije opremljen skladišnim prostorima. Brodovi imaju dobru manevarsku sposobnost i mogućnost pozicioniranja, a najveći brodovi dizalice su najčešće katamaranski i poluuronjivi objekti, jer time dobivaju povećanu stabilnost, osim toga zbog česte uporabe na otvorenom moru koriste se i DPS (Dynamic positioning system) sustavima za pozicioniranje. Nosivost dizalica može preći i iznad 10000 tona. Mogu se upotrebljavati i za transport i montiranje teških tereta te rekonstrukciju Off shore postrojenja.[1/2]



### **Slika 35. Brod dizalica**

Izvor: <https://www.heavyliftnews.com/heerema-modifying-ssev-thialf-to-enable-work-in-the-baltic/>

Ovisno o vrsti, veličini i namjeni brodske dizalice se dijele na dvije veće skupine : nepokretne (fiksirane) i na pokretne dizalice. Nepokretne dizalice mogu biti smještene između brodskih skladišta, mogu biti udvojene, zakretne na zajedničkoj platformi, ili udvojene između skladišta. Pokretne se mogu pomicati uzduž osi broda, ili sa boka na bok između dva skladišta ili po nosaču i uzduž osi broda.

Nepokretna dizalica ugrađena je između skladišta. Radi čvrstoće konstrukcije fiksirana je od palube, do dvodna broda. Koristi se za prekrcaj tereta u jedno ili dva brodska skladišta. Ponekad se na isto postolje ugrađuju dvije dizalice tako da svaka posluhuje jedno skladište, ili po potrebi zajednički premještaju teret koji težinom prelazi dopuštenu nosivost jedne same dizalice.

## **6.2 TERMINALNA OPREMA ZA RO-RO PREKRCAJNU TEHNOLOGIJU [13]**

Kod Ro-Ro prekrcajne tehnologije teret se prekrcava horizontalno preko brodskih rampi kojima se brodski teretni prostor povezuje sa operativnom obalom. Prihvat i smještaj tereta na Ro-Ro brod i sa broda obavlja se

- Terenskim ili cestovnim vozilima na vlastiti pogon
- Prikolicama za cestovni promet ali bez pogonskog vozila
- Ro-Ro prikolicama (sastavni dio brodske opreme)
- Viljuškarima i drugim tipovima transportnih sredstava specijaliziranim prema karakteristikama tereta.

## Cestovna vozila s vlastitim pogonom

Ovaj način ukrcanja na brod se najčešće primjenjuje kod ukrcanja na Ro-Ro brod. Ro-Ro brodovi prevoze sve vrste cestovnih vozila, ali radi lakšeg i bržeg manipuliranja prekrcaja i bolje iskoristivosti skladišnog prostora Ro-Ro brodovi su prilagođeni određenoj vrsti vozila. Prednost ovog načina prekrcaja je mogućnost ukrcanja i iskrcanja vozila direktno bez korištenja drugih prijenosnih sredstava (teret se sam ukrcava).



**Slika 36. Ro-Ro za određenu vrstu vozila**

Izvor: <https://www.mersinport.com.tr/en/port-services/detail/ro-ro-cargo/302/1033/0>

## Prikolice koje se koriste u cestovnom prometu

Cestovne prikolice sa teretom, koje vuče cestovno pogonsko vozilo (šleperi) se ostavljaju na određenom dijelu luke i odvajaju od cestovnog vučnog vozila, posebnim lučkim vozilom se ukrcavaju i smještaju na brod. Na taj način se značajno štedi prostor i omogućuje prijevoz veće količine tereta budući da su na brodu smještene samo prikolice s teretom, a bez pogonskih vozila.



**Slika 37. Prikolice u cestovnom prometu**

Izvor: <https://www.cargomaxintl.com/service/ro-ro-services/>

### **Ro-Ro prikolice koje su često dio brodske opreme**

Razlika između prikolica koje se koriste u cestovnom prometu i Ro-Ro prikolica koje su dio brodske opreme je u njihovoj namjeni i vrsti tereta koja se krca na njih. Ro-Ro prikolica je najčešće namijenjena prijevozu kontejneriziranog tereta i lakših koleta. Prijevoz je sličan prijevozu cestovnih prikolica bez vozila. Slažu se na palubi ili u skladište pomoću vučnog vozila, a koleti i kontejneri ostaju na prikolici tijekom prijevoza (u skladištu, na palubi ako je tako određeno). Nakon iskrcaja teret se premješta na cestovne prikolice.



**Slika 38. Prikolica kao dio brodske opreme**

Izvor: <https://www.walleniuswilhelmsen.com/insights/5-reasons-why-ro-ro-is-perfect-for-your-heavy-breakbulk>

## Viljuškari i razne vrste transportnih prijevoznih sredstva

Koriste se za prekrcaj tereta s kopna na brodu i za smještaj tereta unutar samog broda. Viljuškar je namijenjen za manipulaciju paletiziranim teretom, ali se postavljanjem dodatne opreme mogu prilagoditi za prijenos drugih vrsta tereta. Važnu ulogu u Ro-Ro prekrcajnoj tehnologiji za prekrcaj tereta maju vučna vozila. Vučnim vozilima se obavljaju većina načina prekrcaja tj. vučnim vozilima odvozimo i dovozimo teret na kotačima i prikolice.



**Slika 39. Viljuškar**

Izvor:

<https://nowlearn.net/mod/glossary/showentry.php?courseid=24&eid=2281&displayformat=dictionary>

## 7. ZAKLJUČAK

U ovome završnom radu je razrađena i opisana tema prijevoza teških tereta morskim putem. U radu se osvrnulo na vrste, podjelu i karakteristike brodova namjenjenih za prijevoz teških tereta. Obradena je i tema u kojoj se govori o opremi koja se koristi tokom prijevoza te karakteristike prekrcajnih terminala za velike, nesvakidašnje teške terete.

Svaki prijevoz teškog tereta je sam po sebi jedinstven. Ovisno o vrsti tereta koji se prenosi, odakle i gdje te u kakvim uvjetima se proces odvija pristupa se različitim metodama. Za uspješnost ovakvih tehnološki zahtjevnih pothvata potrebna je izuzetno dobra koordinacija i komunikacija između svih sudionika procesa.

Danas se prijevoz teškog tereta morem se nastavlja razvijati uz stalni napredak u dizajnu brodova, infrastrukturi i logistici. Brodarska industrija nastoji zadovoljavati zahtjeve svjetske trgovine razvojem učinkovitosti specijaliziranih plovila za teškog i glomazni tereta preko mora i oceana.

## LITERATURA

- [1] Ivče R. : Prijevoz teških tereta morem, Sveučilište u Rijeci (Prezentacija predmeta Rukovanjem teretom 2)
- [2] Mohović D. : Tehnologija prijevoza teških i vangabaritnih tereta morem, Sveučilište u Rijeci (Prezentacija iz predmeta Tehnologija prijevoza rasutih i specijalnih tereta)
- [3] Komadina P. : Brodovi multimodalnog transportnog sustava, Rijeka 1998.
- [4] Rickmers standard for stowage and securing of project cargo, 4<sup>th</sup> edition 2009.
- [5] <https://www.belships.com/history/>
- [6] <https://marinegyaan.com/what-are-precaution-when-loading-a-heavy-lift/>
- [7] CSS- Annx 05 stowage and securing of heavy cargo items such as locomotives, transformers, etc. [https://puc.overheid.nl/nsi/doc/PUC\\_2092\\_14/3/](https://puc.overheid.nl/nsi/doc/PUC_2092_14/3/)
- [8] <https://www.imorules.com/GUID-34077495-9F8D-4FDF-A8F7-69CBC3600AB8.html>
- [9] [https://www.imorules.com/CSS\\_ANN13.7.html](https://www.imorules.com/CSS_ANN13.7.html)
- [10] <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/One-step-at-a-time.html>
- [11] <https://www.container-xchange.com/blog/ro-ro-lolo-difference/>
- [12] [https://puc.overheid.nl/nsi/doc/PUC\\_2092\\_14/3/](https://puc.overheid.nl/nsi/doc/PUC_2092_14/3/)
- [13] Ivče R. : Prijevoz tereta Ro-Ro brodovima, Sveučilište u Rijeci (Prezentacija predmeta Rukovanje teretom 2)
- [14] [https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/flo-flo.htm?utm\\_content=cmp-true](https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/flo-flo.htm?utm_content=cmp-true)
- [15] Tehnologija luka i terminala, Lučki terminali, 1. Uvod u terminale <https://studentski.hr>



## POPIS SLIKA

Slika 1. Podizanje generatora .....	4
Slika 2. Prijevoz cjevastog tereta .....	5
Slika 3. Kategorija C.....	5
Slika 4. Kategorija D.....	6
Slika 5. Kategorija E.....	7
Slika 6. Podizanje s Spreaderom .....	7
Slika 7. Podizanje manjeg broda .....	8
Slika 8. Glomazni teret .....	8
Slika 9. Sintatički pasci.....	16
Slike 10. i 11. Konopi .....	17
Slike 12. i 13. Lanci i pritezne luke.....	18
Slike 14. Škopci.....	18
Slika 15. Stegači.....	19
Slika 16. Brod Lo-Lo tehnologije.....	24
Slika 17. Brod Ro-Ro tehnologije .....	25
Slika 18. Aksijalna rampa .....	29
Slika 19. Otklonjena rampa .....	30
Slika 20. Krmena okretna rampa .....	31
Slika 21. Bočna rampa.....	31
Slika 22. Brod Flo-Flo tehnologije.....	33
Slike 23. i 24. Boa Barge 38 .....	34
Slika 25. Wallenius Wilhelmsen.....	34
Slika 26. BOKA Vangard .....	35
Slika 27. Pioneering Spirit.....	36
Slika 28. SSCV Sleipnir .....	36
Slika 29. primjer posebnog pristana .....	38
Slika 30. primjer specijaliziranog termiala .....	39
Slika 31. Brod-brod.....	39
Slika 32. Jumbo derrick .....	40

<b>Slika 33. Stuelcken derrick.....</b>	<b>41</b>
<b>Slika 34. Plovne dizalice .....</b>	<b>42</b>
<b>Slika 35. Brod dizalica .....</b>	<b>43</b>
<b>Slika 36. Ro-Ro za određenu vrstu vozila.....</b>	<b>44</b>
<b>Slika 37. Prikolice u cestovnom prometu.....</b>	<b>45</b>
<b>Slika 38. Prikolica kao dio brodske opreme .....</b>	<b>45</b>
<b>Slika 39. Viljuškar.....</b>	<b>46</b>