

Brodovi u teretnom pomorskom prometu

Batinić, Vinko

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:599043>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Vinko Batinić

BRODOVI U TERETNOM POMORSKOM PROMETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Vinko Batinić

BRODOVI U TERETNOM POMORSKOM PROMETU

SHIPS IN MARITIME FREIGHT TRANSPORT

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

SAŽETAK:

Brodovi su ključni faktor odvijanja teretnog pomorskog prometa. U radu se prikazuje teretni transportni supstrat u pomorskom prometu, njegovi udjeli i vrste. Podjela na vrste i podvrste pomorskog tereta za prijevoz. Definirati će se vrste brodova u teretnom pomorskom prometu, njihove značajke, udjeli i značajke. Također će se prikazati i načini transporta pojedinih vrsta tereta. Opisane su tehničko-eksploatacijske značajke brodova u teretnom prometu. Tehničko-eksploatacijske značajke prijevoznih sredstava najbitnija su značajka u odabiru vozila u javnom teretnom prometu. Tehničke značajke brodova već su u postupku njegove izgradnje unaprijed određene njegovom namjenom i prema toj namjeni pojedinim vrstama transportnih usluga u javnom pomorskom teretnom prometu. Obavljene su određene usporedbe i analize, te izneseni grafovi eksploatacijsko-tehničkih značajki pojedinih brodova, s obzirom na postojeće stanje i trendove u pomorskom prometu. U zaključku su iznesene spoznaje do kojih se došlo prilikom obrade teme.

KLJUČNE RIJEČI: Tehničko eksploatacijske značajke, prijevozna sredstva, brodovi, pomorski teretni promet

SUMMARY:

Ships are a key factor in the development of maritime freight transport. This paper presents the contributions and types of the freight transport substrate in maritime transport. Division into types and subtypes of maritime cargo for transport. The types, features, contributions and characteristics of maritime freight ships will be defined. The modes of transportation of individual types of cargo will also be shown. The technical exploitation features of cargo ships are described. Technical exploitation features of means of transport are the most important features in the selection of vehicles in public freight transport. Technical features of ships are predefined for its purpose already in the process of its construction and for that purpose certain types of transport services in public maritime freight transport. Certain comparisons and analyses were made, as well as graphs

of the technical exploitation features of individual ships, given the current state and trends in maritime transport. In the conclusion, the lessons learned during the course are presented.

KEY WORDS: Technical exploitation features, means of transport, ships, maritime freight traffic

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. TERETNI TRANSPORTNI SUPSTRAT U POMORSKOM PROMETU | 2 |
| 2.1. Suhi tereti | 2 |
| 2.1.1. Opći ili generalni teretni supstrat | 2 |
| 2.1.2. Rasuti teretni supstrat | 4 |
| 2.1.3. Teški teretni supstrat..... | 6 |
| 2.1.4. Rashlađeni teretni supstrat | 8 |
| 2.2. Tekući tereti..... | 11 |
| 2.2.1. Sirova nafta i naftni derivati | 12 |
| 2.2.2. Ostali tekući tereti | 12 |
| 3. VRSTE BRODOVA U TERETNOM TRANSPORTU | 13 |
| 3.1. Opća podjela brodova u pomorskom prometu | 13 |
| 3.2. Brodovi za prijevoz generalnog tereta | 15 |
| 3.3. Brodovi za prijevoz kombiniranog tereta..... | 16 |
| 3.4. Brodovi za prijevoz kontejnera | 17 |
| 3.5. RO - RO brodovi | 20 |
| 3.6. Brodovi za prijevoz tekućeg tereta | 21 |
| 3.6.1. Tankeri za prijevoz nafte | 21 |
| 3.6.2. Tankeri za prijevoz kemikalija..... | 22 |
| 3.6.3. Tankeri za prijevoz plina | 23 |
| 3.7. Brodovi za prijevoz rasutog tereta | 25 |
| 3.7.1. Brod za prijevoz rudače | 25 |
| 3.7.2. Brod za prijevoz sipkog tereta | 25 |

| | |
|---|----|
| 3.7.3. Brod za cement..... | 26 |
| 3.7.4. Brod za mješoviti teret..... | 26 |
| 3.8. Brodovi za posebne namjene..... | 26 |
| 3.8.1. Brodovi za vuču | 27 |
| 3.8.2. Jaružala | 27 |
| 3.8.3. Brodovi za prijevoz teških tereta..... | 30 |
| 4. EKSPLOATACIJSKO-TEHNIČKE ZNAČAJKE BRODOVA U TERETNOM POMORSKOM PROMETU | 31 |
| 4.1. Kontejnerski brodovi | 33 |
| 4.1.1. Definicija i klasifikacija kontejnerskih brodova | 33 |
| 4.1.2. Konstrukcijske značajke kontejnerskih brodova..... | 35 |
| 4.2. Tankeri | 36 |
| 4.2.1. Definicija i klasifikacija tankera | 37 |
| 4.2.2. Konstrukcijske značajke tankera..... | 37 |
| 4.3. Tankeri za prijevoz tekućeg tereta..... | 38 |
| 4.3.1. Definicija i klasifikacija tankera za prijevoz tekućeg tereta | 38 |
| 4.3.2. Konstrukcijske značajke tankera za prijevoz tekućeg tereta | 39 |
| 4.4. Brodovi za izvanredni prijevoz | 46 |
| 4.4.1. Definicija i klasifikacija brodova za izvanredni prijevoz | 47 |
| 4.4.2. Konstrukcijske značajke brodova za izvanredni prijevoz | 47 |
| 4.5. Usporedba brodova prema glavnim eksploatacijsko tehničkim značajkama..... | 47 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 49 |
| LITERATURA | 51 |
| POPIS SLIKA..... | 53 |
| POPIS TABLICA | 54 |

1. UVOD

Brod je po definiciji plovno sredstvo sposobno za kretanje po moru, rijekama i jezerima koje služi najčešće za prijevoz robe i putnika. Prvi poznati brodovi potječu iz neolita prije oko 10 000 godina. Služili su za lov i ribolov.

Prije samih otkrića novih kontinenata Sredozemno more je bilo središte pomorskog trgovačkog svijeta. *Živjeti se ne mora, ploviti se mora (Navigare necesse est, vivere non est necesse)* izreka je znamenitoga rimskog državnika i vojskovođe Gneja Pompeja Velikoga. Njome je oslikana važnost plovidbe Sredozemljem u antici. Za ondašnje tehničke mogućnosti i znanja plovidba je bila vrlo zahtjevan i nimalo bezopasan pothvat. Iz toga nastaje i problem ovoga rada, ako je plovidba zahtjevna nastavno tome problem rada sastoji se u izučavanju različitih vrsta brodova kojima se obavlja pomorski promet.

Predmet rada slijedi iz prethodnog problema u kojem se izučavaju bitne eksploatacijsko-tehničke značajke za svaku od vrsta u današnjem pomorskom prometu. Svrha se sastoji u prikazu osnovnih vrsta brodova u teretnom pomorskom prometu s ciljem ukazivanja na bitne eksploatacijsko-tehničke značajke. Doprinos rada nalazi se pregledu vrlo složene problematike u odnosu na promet na jednom mjestu. Metodologija rada sastoji se u korištenju i izučavanju dostupne literature, knjiga, časopisa i internetskih izvora. Dosadašnja istraživanja su vrlo opširna i isto predstavljaju određeni problem jer ih je potrebno sintetizirati. S obzirom na usmjerenost autora na logističko područje usmjereno je bilo izučavanje bitnih značajki za logistički process.

Struktura ovog rada prikazana je na sljedeći način, naveden je teretni transportni supstrat u pomorskom prometu, vrste brodova u teretnom transportu, isto tako i eksploatacijsko-tehničke značajke brodova u teretnom pomorskom prometu, naročito kontejnerskih brodova, tankera, tankera za prijevoz tekućeg tereta i brodova za izvanredni prijevoz.

2. TERETNI TRANSPORTNI SUPSTRAT U POMORSKOM PROMETU

Teretni transportni supstrat u pomorskom prometu je svakojak. Različiti oblici tereta iziskuju različite konstrukcije brodova za prijevoz kako bi teret ostao neoštećen i nepromijenjen, te što lakše i brže prevezen. Teretni supstrat u pomorskom prometu dijelimo na suhi i tekući. Suhi teretni supstrat dijelimo na opći ili generalni, rasuti, teški, i rashladni. Opći ili generalni teret su vreće, sanduci, bačve, bale, kartonske kutije, krletke, svežnjevi, automobili, strojevi i alati. Rasuti tereti su ugljen, žitarice, koks, rudače, sol, šećer, pijesak, šljunak kamen. Teški tereti su lokomotive vagoni, tvornički dijelovi, elektrane, mostovi, tenkovi, oklopna vozila. Rashlađeni tereti su meso, riba, voće i povrće.

Dok tekuće terete dijelimo na sirovu naftu i naftne derivate i ostale tekuće terete.

2.1. Suhi tereti

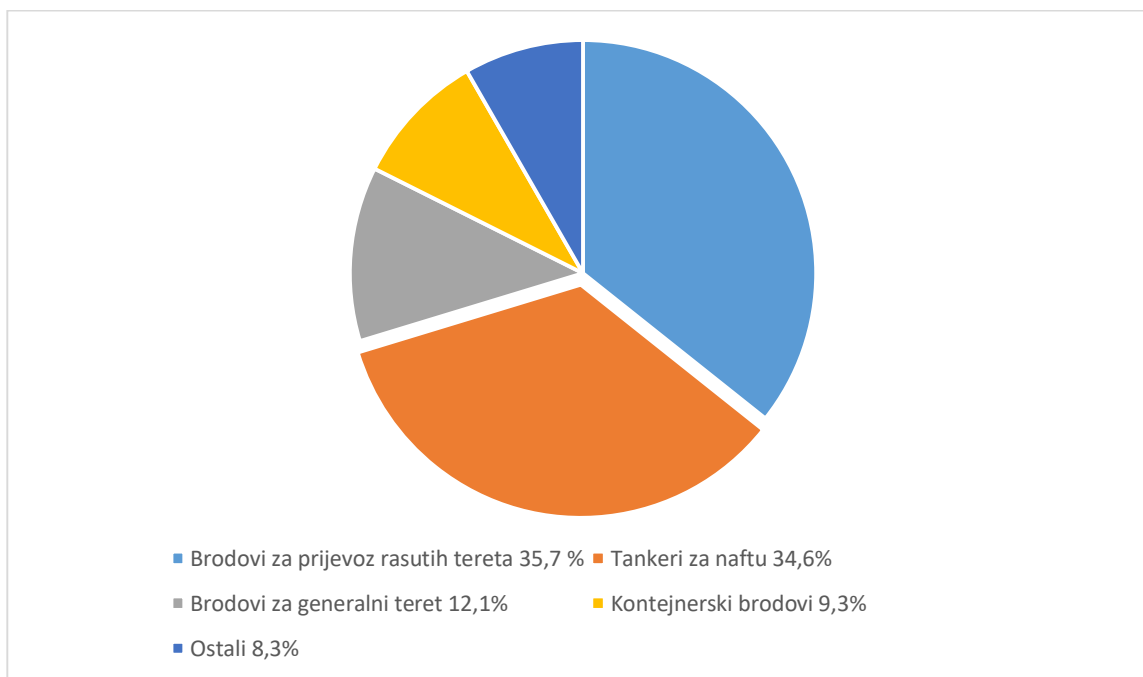
Suhi tereti su svi tereti koji se krcaju ili slažu u brodski skladišni prostor i na palubu broda.

2.1.1. Opći ili generalni teretni supstrat

Generalni teret predstavlja bilo koji teret koji se prevozi morem, a danas se takav teret uglavnom prevozi kontejnerima. Brodovi za generalni teret najstarija su vrsta trgovačkih brodova. Generalni teret čine: razne vreće rasutog tereta, kutije, kašete, predmeti u drvenim okvirima, bale, role i slični predmeti.

Generalni teret nikada ne može idealno popuniti skladišni prostor te ga treba vrlo pažljivo rukovati i pričvršćivati kako ne bi došlo do pomicanja tereta prilikom prijevoza. [1]

U današnje vrijeme udio brodova za generalni teret po dwt unutar ukupne svjetske trgovačke flote iznosi svega 10%, a prisutan je pad – 2002. godine udio spomenutih brodova iznosio 12.1 %.



Slika 1. Prikaz udjela brodova za generalni teret 2002. Godine

Izvor: <https://www.scribd.com/doc/26431410/Tereti-u-pomorskom-prometu-sa%C5%BEetak-predavanja> (3.7.2019.)

Pod generalni teret se svrstava još drvena građa i trupci na nenamjenskim brodovima, metalni proizvodi (čelični limovi (ravni i koluti), cijevi, žice i profili), dijelovi mostova, industrijskih postrojenja, strojeva i vozila (koja se ukrcavaju brodskim ili lučkim dizalicama, slažu se u skladištima ili glavnoj palubi, a učvršćuju specijalnom opremom i varenjem), papir i teret u balama, sirovine i proizvodi prehrambene i tekstilne industrije, tekućine i plinovi u prijenosnim tankovima. [2]

2.1.2. Rasuti teretni supstrat

Rasuti teret je nepakiran homogen teret koji se prevozi u rasutom stanju. Može biti više ili manje usitnjen, čak i u gromadama. [2]

Brod za prijevoz rasutih tereta je brod s jednostrukom ili dvostrukom oplatom namjenjen prvenstveno za prijevoz suhog rasutog tereta, obično građen s jednom palubom, uzvojnim i potpalubnim bočnim tankovima u skladištima terete, a uključuje vrste brodova kao što su brod za rudaču, brod za cement i brod za rasuti teret koji može prevoziti sipki teret. [2]

U skupinu rasutih tereta spadaju: krupniji rasuti tereti (ugljen, rude i kamen u gromadama), sitniji rasuti tereti (ugljena prašina, koks, sumpor, cement, sol, šećer, pijesak, šljunak, i dr.), žitarice (pšenica, raž, ječam, proso, kukuruz u zrnu, laneno sjeme, soja i dr.). [2]

Rasuti terete mogu pod određenim okolnostima (utjecaj vlage ili temperature) ili zbog presipavanja postati opasni tereti. Rasuti teret pakiran u vrećama spada u skupinu općih tereta. Krcaju se u brodska skladišta i međupalubni prostor. Prevoze se u posebnim brodovima za prijevoz rasutog tereta (bulk carrier). Manipulacija teretom je gotovo potpuno automatizirana, što skraćuje vrijeme boravka broda u luci. [2]



Slika 2. Pšenica na brodu

Izvor: <https://html2-f.scribdassets.com/5dexasfl8gh5uno/images/33-c862a9cce5.jpg> (3.7.2019)

Na slici 2. je prikazana pšenica utovarena na brod zajedno sa opremom za utovar i istovar. Slika prikazuje na koji način se prevozi rasuti teret, u ovom slučaju žitarice.

Brodovi za prijevoz rasutog tereta nemaju međupalube, imaju široka grotla skladišta, mogu i ne moraju imati vlastita sredstva za ukrcaj/iskrcaj. Veličina im varira ovisno o području plovidbe. Stjenke skladišta imaju takav oblik da spriječe (smanje) pomak tereta. Opremljeni su visokim i balastnim tankovima. Postoje i brodovi za kombinirane terete. [2]



Slika 3. Brod za prijevoz rasutih tereta

Izvor: <https://cargocruisemagcro.wordpress.com/category/prijevoz-razsutog-tereta/page/2/>
(8.7.2019)

Brod na slici broj 3. služi za prijevoz krupnijih rasutih tereta. Prikazani brod je namjenjen za prijevoz ugljena. Prikazani brod može nositi do 88 000 DWT. Opremljen je širokim snopom i plitkim gazom.

2.1.3. Teški teretni supstrat

Pod teški teret spadaju svi komadni i glomazni tereti koji se ne mogu smatrati generalnim teretom. Karakterizira ih veličina oblik i težina. U skupinu teških terete spadaju dizalice, i lokomotive,

željeznički vagoni, dijelovi tvorničkih postrojenja, hidrocentrala i mostova, vojni tereti (tenkovi, topovi, oklopna vozila), glomazni komadni tereti, čelični profili i slično. [3]

Najčešće se prevoze specijaliziranim brodovima koji su za to posebno ojačani i opremljeni samaricama i dizalicama velike nosivosti. Brodovi za teške terete moraju imati mogućnost regulacije stabiliteta tankovima.

Kritični moment ukrcaja je podizanje teškog tereta sa tla. Podizanje i spuštanje terete na tlo može se postići pražnjenjem ili punjenjem tankova.

Danas se koriste nove metode ukrcaja teških tereta, a to su RO- RO, LO- LO I FLOAT ON- FLOAT OFF. RORO ili Roll on/roll off brodovi su brodovi za prijevoz tereta koji se može uvesti i izvesti iz broda, te je time eliminirana potreba za dizalicama na samom brodu ili u luci. Primarna im je namjena prijevoz kamiona i automobila, te čine važnu kariku u intermodalnom prijevozu. Prevoziti se mogu kompletne jedinice (kamion i trajler) ili samo trajler, nakon što je dovezen u luku. Kompletne se jedinice najčešće prevoze kada brod ima pramčanu i krmenu rampu. [24]

LO-LO brodovi (*Lift on- Lift off*) su pogodni za multimodalni transport te svoj sadržaj, kontejnere ukrcavaju s posebnim dizalicama na za to predviđenom terminalu. Mogu se krcati u potpalubni prostor i na palubu. LO-LO ima "pričvršćivače" kojima se kontejneri mogu slagati u više katova (jedan na drugi). [5]

FLOAT ON- FLOAT OFF metoda je metoda u kojoj brod ima sustav tankova koji mu služe za postavljanje na vodnu liniju zahtijevanu za ukrcaj. Nakon postavljanja broda na vodnu liniju teret se pozicionira tegljačima na transportnu palubu. Nakon pozicioniranja brod prazni sustav tankova i postavlja se na odgovarajuću vodnu liniju.

Kod ukrcaja i iskrcaja teških tereta nekoliko bitnih elemenata uzimamo u obzir. Elementi su dimenzije i težina tereta, nosivost teretnog uređaja, vremenske prilike, pozitivna stabilnost broda, gustoća vode u luci ukrcaja/iskrcaja, balastiranje/debalastiranje broda, plan putovanja sa teškim teretom, utrošak goriva tijekom putovanja, brzina i vrijeme dolaska, metoda iskrcaja terete, mogućnosti i oprema za iskrcaj tereta, dokumentacija za ukrcaj, konzultacije stručnjaka za takav teret.

Prije samog ukrcaja teškog tereta potrebno je primjeniti određene postupke. Potrebno je izraditi proračun stabiliteta broda, pažljivo provjeriti teretni uređaj, kao i sve njegove elemente i opremu za dizanje, provjeriti i učvrstiti vez broda postaviti osoblje na vez broda, ukloniti sve zapreke na teretnoj palubi i postaviti odgovarajući zaštitni materijal, udaljiti svo nepotrebno osoblje od mjesta ukrcaja, konzultirati sve relevantne osobe u vezi terete prije iskrcanja, pravodobno upoznati lučke vlasti o ukrcaju teškog tereta, koristiti određene točke podizanja i teret podizati vrlo polagano.

2.1.4. Rashlađeni teretni supstrat

Rashlađeni teretni supstrat čine tereti koji se zbog svojih prirodnih svojstava trebaju prevoziti pri određenoj temperaturi u posebno za to građenim brodovima – hladnjačama. [2]

Postoje dvije vrste hladjenih terete:

- 1) Tereti koji se prevoze u zamrznutom stanju – meso i riba
- 2) Tereti koji se za vrijeme prijevoza moraju hladiti da ostanu svježi – voće, povrće, jaja i mliječni proizvodi

Prva skupina tereta obično se prevozi na temperaturi od -8°C do -25°C .

Druga skupina tereta je osjetljivija, pa joj treba posvetiti više pozornosti tijekom prijevoza.

Tereti se hlade freonom (Freon 12, ili 22) ili kroz otvore kroz koje strujihladni zrak ili tekućim dušikom (uz mogućnost podešavanja sastava zraka).

Prevoze se brodovima hladnjačama (vrlo skupi specijalizirani brodovi, danas gotovo ekonomski neisplativi osim Banana ships), rashladnim (frigo) kontejnerima, RO-RO rashladnim jedinicama.

Brodovi za prijevoz hladjenih tereta imaju međupalube. Također imaju posebne uređaje za održavanje potrebne temperature u skladištima.

Za pojedine vrste terete grade se i posebni brodovi. Zbog što manje promjene temperature tijekom ukrcaja imaju uska grotla. Brodovi uglavnom pokušavaju dostići što veću brzinu da bi proizvod čim prije bio dopremljen odnosno putovanje se skratilo.

Brodovi hladnjače su vrlo skupi pa ih danas zamjenjuju kontejnerski i RO-RO brodovi. [2]

Tablica 1. Prikaz tehnoloških zahtjeva određenog povrća za teretni pomorski prijevoz

| | Mrkva | Krumpir | Salata | Luk | Rajčica |
|------------------------------|---|--|-------------------------------------|---|---|
| Temperatura prijevoza | Oko 0 °C | Konzumni oko 10°C Sjemeni oko 5 °C | Od 0 do 1 °C | Od 0 do 8 °C | Od + 10 do +12 °C |
| Točka zamrzavanja | -1,2°C | -1°C | -0,5°C | -0,3°C | -0,5°C |
| Vrijeme skladištenja | 5 - 9 mjeeci | - | 3 - 5 tjedana | 2 - 8 mjeseci | 2 – 3 tjedna |
| Dopušteni CO | 0,5 % | -- | 0,5 do najviše 1% | 2% | 0.5 % |
| Sadržaj vode | 88 % | 85 % | 95 % | 87 % | 93 % |
| Pakiranje | Pakiranje u kartonske kutije ili sanduke | Jutene vreće | Vakumska pakovanja | Vreće ili kutije | Omotati u papir I tako u kartonske kutije ili sanduke |
| Ventiliranje | Da | Da | - | - | Da |
| Posebna napomena | Treba stalno kontrolirati temperaturu. Jedanput smrznutom teretu, kasnije povećana temperature može izazvati pojavu plijesni. | Prije dolaska u luku potrebno postepeno prilagođavati temperature u skladištu vanjskoj temperature, da se spriječi | Prevozi se neposredno nakon branja. | Zbog intenzivnog mirisa ne skladištiti. Prevelika temperatura i visoka relativna vlaga uzrokuju klijanje. | Beru se i prevoze zelene ili nešto prije potpune zrelosti. Pravilno skladištenje na određenoj temperaturi omogućava |

| | | | | | |
|--------------------------|---|--|--|---|------------------------------------|
| | | kondenzacija na teretu. | | | process dozrijevanja. |
| Najčešće kvarenje | Oštećena mjesta na mrkvi i na korjenu mrkve pogodna su za stvaranje plijesni. | Ne slagati više od 9 vreća po visini. Skladišta držati zamračenim. | | Prehlađene lukovice su oštećene i izgledaju prazne. | Osjetljive na mehanička oštećenja. |

Izvor: Izradio autor prema [1]

Tablica 2. Prikaz tehnoloških zahtjeva za prijevoz jaja i mliječnih proizvoda u pomorskom prometu

| | SIREVI | MASLAC | JAJA |
|------------------------------|--|---|---|
| Temperatura prijevoza | Oko 0 | Oko 0 | Od 0 do -1 |
| Točka zamrzavanja | Ovisi o vrsti | -1 | -2 |
| Vrijeme skladištenja | Od 2 mjeseca do 2 godine | 4 – 6 tjedana | 4 – 6 mjeseci |
| Sadržaj vode | Ovisi o vrsti | Oko 16% | Oko 66% |
| Pakiranje | U kartonske kutije ili sanduke | Pergament papir i alu-folija. Pakiranje mora biti kvalitetno zbog oksidacije i promjenje boje | Kartonski kalupi unutar kartonskih kutija. |
| Ventiliranje | Da | Da | Da |
| Posebna napomena | Sireva ima mnogo vrsta(između 600 i 700) tako da se uvjeti | Osim neprikladnim pakiranjem, promjena boje može biti uzrokovana | Jaja preko ljuske apsorbiraju mirise, pa skladišta moraju zadovoljavati |

| | | | |
|--------------------------|--|--|---|
| | dogovaraju s naručiteljem. | dehidracijom i infekcijom od plijesni i bakterija. | određene higijenske uvjete. Veći postotak vlažnosti zraka uzrokuje pojavu plijesni koja preko porozne ljuske uzrokuje kvarenje. |
| Najčešće kvarenje | Ne mješati pojedine vrste sireva, jer različite vrste zahtjevaju različit tretman. | Zbog apsorpcije mirisa ne slagati s jabukama, jagodama, limunom, sirom i sličnim. Skladišta držati zamračena. | Prije iskrcaja pri visokoj vanjskoj temperature moguća je kondenzacija, što može biti uzrok kvarenja. |

Izvor: Izradio autor prema [1]

U tablicama 1. i 2. prikazani su tehnološki zahtjevi za pojedine namirnice. Prikazane su najvažnije tehnološke značajke za mrkvu, luk, krumpir, salatu, rajčicu, sir, jaja i maslac. Za pomorski prijevoz je bitna temperatura prijevoza, točka zamrzavanja pojedine namirnice, vrijeme skladištenja namirnica, pakiranje u kojima se prevozi teret, te posebne napomene vezane za posebne uvjete koje svaka namirnica zahtjeva za sebe kako bi se spriječili gubici.

2.2. Tekući tereti

Tekući tereti su tereti koji se prevoze u tankovima broda posebno građenim za prijevoz tekućih terete – tankerima. Brod za prijevoz tekućih tereta je brod s jednostrukom ili dvostrukom oplatom i strukturnim tankovima za prijevoz ulja u razlivenom stanju, koji obuhvaća i vrste brodova kao što su tanker za kemikalije kada prevozi ulje (kao teret ili dio terete) u razlivenom stanju, tanker za sirovo ulje i tanker za prerađevine.

Zbog velikih količina tekućih tereta, osobito nafte, grade se brodovi velike nosivosti. Tekućim teretima se najbrže rukuje.

2.2.1. Sirova nafta i naftni derivati

Prva skupina tekućih tereta su nafta i naftni derivati, teško ulje, plinsko ulje, benzin i kerozin.

Trup tankera podijeljen je u teretne prostore –tankove. Veličina i položaj tankova moraju biti usklađeni sa odredbama MARPOL-a. Ukrcaj i iskrcaj se obavlja pumpama velikog kapaciteta.

Zbog sprječavanja onečišćenja mora IMO propisuje da tankeri moraju imati dvostruko dno i dvostruku oplatu, odvojene balastne tankove, sustav za pranje tankova sirovom naftom (COW – crude-oil washing) i sustav inertnog plina (inert gas system). Tankovi su opremljeni i uređajem za grijanje, kako bi se omogućio iskrcaj po hladnom vremenu. Kako je rasla potražnja za naftom tako je rasla i veličina i broj tankera. Tankeri se mogu (prema nosivosti) podijeliti na: Panamax (65 do 70000 DWT), Suezmax (cca 147000 DWT~1.000.000 barela nafte), VLCC (Very Large Crude Carrier –200 do 300.000DWT), ULCC (Ultra LCC –više od 300.000 DWT). [6]

2.2.2. Ostali tekući tereti

Drugu skupinu tekućih tereta čine benzol, kreozol, biljna ulja, alkohol, vino, voćni sokovi i voda.

3. VRSTE BRODOVA U TERETNOM TRANSPORTU

Brodovi se mogu podijeliti na više načina, a najčešće od njih su podjela prema namjeni broda, prema području plovidbe, prema materijalu od kojeg su izgrađeni i prema vrsti pogona. [7]

3.1. Opća podjela brodova u pomorskom prometu

Podjela prema namjeni:

- 1) Trgovački brodovi-namijenjeni za prevoz putnika i robe:
 - teretni brodovi
 - putnički brodovi
 - putničko-teretni
- 2) Ratni brodovi - namijenjeni za pomorsko ratovanje i pomorske operacije.
 - glavni ratni brodovi: krstarice, razarači, podmornice, monolovci, torpedni čamci, patrolni brodovi, desantni brodovi...
 - pomoćni ratni brodovi: brodovi tankeri, matični brodovi, brodovi radionice, prateći brodovi...
 - specijalni brodovi: ribarski brodovi, ledolomci, trajekti, jahte, jedrilice, brodovi dizalice...

Također podjela brodova moguća je prema području plovidbe:

- 1) Brodovi za plovidbu morem
- 2) Brodovi za plovidbu unutrašnjim vodama

Sljedeća podjela brodova je prema materijalu od kojeg su izgrađeni:

- 1) Drveni
- 2) Čelični
- 3) Kompozitni
- 4) Betonski
- 5) Od aluminijuma i njegovih legura
- 6) Od plastičnih masa

Podjela brodova prema vrsti pogona:

1. Jedrenjaci-za pogon koriste vjetar koji djeluje na jedra,
2. Parobrodi -za pogon koriste parni stroj,
3. Motorni brodovi-brodovi sa Diesel motorom ili brodovi sa parnim il plinskim turbinama,
4. Brodovi na električni pogon - za pogon korist elektromotore (npr. podmornice),
5. Brodovi na diesel električni pogon. [7]

U ovom radu razmatrane će biti isključivo vrste brodova u teretnom transportu.

Tablica 3. Stanje pojedinih vrsta brodova u svjetskoj pomorskoj teretnoj floti u razdoblju od 2015. do 2017. godine

| | APSOLUTNI BROJ 2015 | APSOLUTNI BROJ 2016 | APSOLUTNI BROJ 2017 |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Brodovi za generalni teret | 16318 | 16433 | 16246 |
| Brodovi za rasuti teret | 11289 | 11614 | 11748 |
| Tankereri za sirovu naftu i kemikalije | 12721 | 13222 | 13431 |

| | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|
| Tegljači | 17374 | 18199 | 18510 |
| Kontejnerski brodovi | 5174 | 5107 | 5202 |
| RO – RO | 1489 | 1487 | 1493 |
| LNG | 1807 | 1921 | 1979 |
| Ukupno | 66172 | 67983 | 68609 |

Izvor: <https://www.statista.com/statistics/264024/number-of-merchant-ships-worldwide-by-type/> (22.8.2019.) i <http://www.emsa.europa.eu/equasis-statistics/items.html?cid=95&id=472> (1.1.2019.), izradio i prilagodio autor prema podacima

U tablici 3. navedeno je stanje pojedinih vrsta brodova u svjetskoj pomorskoj teretnoj floti u razdoblju od 2015. do 2017. godine. Što se tiče ukupne brojke teretnih brodova za razmatrano razdoblje od 2015. do 2017. broj teretnih brodova je veći za gotovo 2500 brodova. Brojčano najveći pojedinačni porast imaju tegljači, zatim tankeri za sirovu naftu i kemikalije, te brodovi za rasuti teret. Jedina vrsta teretnih brodova kojoj se brojka smanjuje su brodovi za generalni teret.

3.2. Brodovi za prijevoz generalnog tereta

U smislu prijevoza tereta morem, ovi brodovi spadaju u najstariju vrstu trgovačkih brodova. Generalni teret predstavlja bilo koji teret koji se prevozi morem, a danas se takav teret uglavnom prevozi kontejnerima. Takav teret čine:

- razne vreće rasutog tereta;
- kutije, kašete, predmeti u drvenim okvirima;
- bale, role i slični predmeti;
- pojedini predmeti poput limenki, bačava i sl. [1]

Nekadašnji brodovi za prijevoz generalnog tereta su imali karakterističan izgled: trup s nadgrađem na sredini broda (kasnije po krmi), ispred i iza nadgrađa nekoliko skladišta s međupalubljem, razne samarice ili dizalice za ukrcaj i iskrcaj tereta i stroj na sredini trupa broda.

Generalni teret nikada ne može idealno popuniti skladišni prostor te ga treba vrlo pažljivo rukovati i pričvršćivati kako ne bi došlo do pomicanja tereta prilikom prijevoza.

Danas se brodovi za generalni teret vrlo malo koriste, eventualno na nekim priobalnim područjima i na kraćim relacijama. [1]

3.3. Brodovi za prijevoz kombiniranog tereta









Brodovi za prijevoz kombiniranog tereta su oni koji mogu istovremeno prevoziti generalni teret i teret koji je npr. paletiziran ili spremljen u kontejnerima. Prvi brodovi koji su prevozili kontejnere su zapravo bili kombinirani brodovi koji su u određenim skladištima imali prostor pripremljen za ukrcaj kontejnera. Takvi brodovi često imaju i rampe, tj. mogućnost ukrcaja tereta i pomoću prikolica ili kamiona. Tako razlikujemo:

- Djelomični ili polukontejnerski brodovi (*partial container ships* ili *semi-container ships*) koji se upotrebljavaju djelomično za prijevoz kontejnera i djelomično za klasični generalni teret.
- RO-RO brodovi s horizontalnim ukrcajem kontejnera s kamionske prikolice ili željezničkog vagona na brod ili s broda na prikolicu odnosno vagon.
- Sistemi *LASH*, s podvrstama *Seabee* i *BACAT*, koji u svojim teglenicama prevoze i kontejnere.
- Konvertibilni kontejnerski brodovi (*convertible container ships*), u kojima se dio broda ili čitav brod može upotrijebiti za smještaj bilo kontejneriziranog ili konvencionalnog tereta, s uredajima koji omogućuju preuređenje broda od putovanja do putovanja [1]

Izraz kombinirani prijevoz se u pomorstvu koristi i za teret koji se istovremeno prevozi sa dva različita sredstva:

- prijevoz kamiona brodovima ili vlakovima;
- prijevoz vlakova brodovima i sl.

Isti izraz se koristi i za primjenu više različitih prometnih sredstava za jedan teret u sustavu door-to-door, tj. od vrata do vrata pri čemu se jedan teret složi na paletu ili u kontejner te se npr. kamionom prenese do željezničke postaje, dalje vlakom do luke i u nastavku brodom itd. Teret se može prevesti i na jednom djelu puta zrakoplovom. [1]

| | | Length | Draft | TEU |
|-----------------------|--|----------------|---------------------|--------------------|
| First (1956-1970) |  Converted Cargo Vessel | 135 m | < 9 m < 30 ft | 500 |
| |  Converted Tanker | 200 m | < 9 m < 30 ft | 800 |
| Second (1970-1980) |  Cellular Containership | 215 m | 10 m 33 ft | 1,000 – 2,500 |
| Third (1980-1988) |  Panamax Class | 250 m | 11-12 m 36-40 ft | 3,000 |
| |  Panamax Class | 290 m | 11-12 m 36-40 ft | 4,000 |
| Fourth (1988-2000) |  Post Panamax | 275 – 305 m | 11-13 m 36-43 ft | 4,000 – 5,000 |
| Fifth (2000-2005) |  Post Panamax Plus | 335 m | 13-14 m 43-46 ft | 5,000 – 8,000 |
| Sixth (2006-) |  New Panamax | 397 m | 15.5 m 50 ft | 11,000 – 14,500 |

Slika 4. Generacije kontejnerskih brodova

Izvor: <https://www.container-transportation.com/container-ships.html> (8.7.2019.)

Slika 4. je vizualni prikaz napretka kontejnerskih brodova od prvih generacija do danas. Kontejnerski brod danas je udvostručio svoju duljinu naspram onog prve generacije. Širi je za 4.5 metara. Nosivost današnjih brodova je neusporedivo veća, do 30 puta.

3.4. Brodovi za prijevoz kontejnera

Kontejnerski brod (*Brod za prijevoz spremnika*) je vrsta teretnog broda koji sav svoj teret prevozi u kontejnerima u skopu tehnike nazvane kontejnerizacija, što je uobičajeno sredstvo

intermodalnog prijevoza tereta. Na engleskom neformalno poznati i kao *box boats* (brodovi za kutije), kontejnerski brodovi prevoze većinu svjetskog suhog tereta, tj. tvorničkih proizvoda. Po vrsti ukrcaja dijele se na kontejnerski brod s vertikalnim vodilicama, i kontejnerski brod za horizontalno ukrcavanje, dok se prema namjeni dijele na velike oceanske, i manje *feedere* koji opskrbljuju veće brodove u središnjim kontejnerskim lukama. [8]

Postepeno se razvilo nekoliko tipova brodova za prijevoz kontejnera, od kojih su najznačajniji:

- Potpuni kontejnerski brodovi (*full container ships*) s ćelijama za smještaj kontejnera u unutrašnjosti broda (*cellular type*) i u više redova na palubi.
- Obalni kontejnerski brodovi (*feeder service*), manji brodovi s ravnom palubom uređenom za smještaj kontejnera, koji dovoze kontejnere iz manjih luka u glavnu kontejnersku luku radi ukrcavanja na prekomorski brod ili ih iz te luke razvoze u druge, manje luke. [8]

Tablica 4. Najveći kontejnerski brodovi na svijetu

| Izgrađen | Ime | Dužina o.a. | Širina | Kapacitet TEU | BRT | Vlasništvo | Zastava |
|----------|---------------------|----------------|------------|------------------|---------|-------------|-----------|
| 2006. | Emma Mærsk | 397,7 m | 56,4 m | 15 200 | 151 687 | Maersk Line | Danska |
| 2009. | MSC Danit | 365,50 m | 51,20 m | 14 000 | 153 092 | MSC S.A. | Panama |
| 2009. | MSC Beatrice | 366 m | 51 m | 14 000 | 151 559 | MSC S.A. | Panama |
| 2008. | CMA CGM Thalassa | 346,5 m | 45,6 m | 10 960 | 128 600 | CMA CGM | Cipar |
| 2005. | Gudrun Mærsk | 367,3 m | 42,8 m | 10 150 | 97 933 | Maersk Line | Danska |
| 2002. | Clementine Mærsk | 348,7 | 42,6 m | 6600 | 96 000 | Maersk Line | Danska |
| 2006. | COSCO Guangzhou | 350 m | 42,8 m | 9450 | 99 833 | COSCO | Grčka |
| 2006. | CMA CGM Medea | 350 m | 42,8 m | 9415 | 99 500 | CMA CGM | Francuska |
| 2003. | Axel Mærsk | 352,6 m | 42,8 m | 9310 | 93 496 | Maersk Line | Danska |

| | | | | | | | |
|-------|-----------------|---------|--------|------|---------|------------------------|----------|
| 2006. | NYK Vega | 338,2 m | 45,6 m | 9200 | 97 825 | Nippon Yusen Kaisha | Panama |
| 2005. | MSC Pamela | 336,7 m | 45,6 m | 9178 | 90 500 | MSC S.A. | Liberija |
| 2006. | MSC Madeleine | 348,5 m | 42,8 m | 9100 | 107 551 | MSC S.A. | Liberija |
| 2006. | Hannover Bridge | 336 m | 45,8 m | 9040 | 89 000 | K Line | Japan |

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Kontejnerski_brod (8.7.2019)

U tablici 4. navedeni su najveći kontejnerski brodovi na svijetu. Najveći kontejnerski brod u trenutku usporedbe je bio Emma Maersk koji plovi pod Danskom zastavom. Dug je 397,7 metara, širok 56,4 metra.

Osnovna značajka po kojoj se kontejnerski brodovi razlikuju od brodova za generalni teret, skladišta su s posebnim ćelijama za svaki kontejner i automatskim slaganjem. Kontejnerski brod je, isto kao i sam kontejner, vrlo jednostavne strukture. Nema međupalublja, nema posebnih otvora na palubi ni dizalica, osim u izuzetnim slučajevima, a nema ni druge opreme za prekrcaj jer se uređaji za ukrcavanje i iskrcavanje nalaze na lučkim obalama.

Tablica 5. Najprometnije kontejnerske luke u svijetu 2005. godine

| Poredak | Luka | Država | TEU (u 1000) | +/- od 2004. | % promjene od 2004. |
|---------|-------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| 1 | Singapur | Singapur | 23 192 | 1863 | 8,73 |
| 2 | Hong Kong | Kina | 22 427 | 443 | 2,02 |
| 3 | Shanghai | Kina | 18 084 | 3527 | 24,23 |
| 4 | Shenzhen | Kina | 16 197 | 2582 | 18,96 |
| 5 | Busan | Južna Koreja | 11 843 | 413 | 3,61 |
| 6 | Kaohsiung | Tajvan | 9471 | 0 | 0,00 |
| 7 | Rotterdam | Nizozemska | 9287 | 1006 | 12,15 |
| 8 | Hamburg | Njemačka | 8088 | 1085 | 15,49 |
| 9 | Dubai | Ujedinjeni Emirati Arapski | 7619 | 1190 | 18,51 |
| 10 | Los Angeles | SAD | 7485 | 164 | 2,24 |

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Kontejnerski_brod#Najprometnije_luke (8.7.2019.)

U tablici 5. navedene su najprometnije kontejnerske luke na svijetu. Sedam od deset najprometnijih luka se nalazi u Aziji. Luka Singapur je najprometnija luka svijeta koja je 2005. godine imala promet u količini od 23 192 000 TEU.

Konvencionalni brodovi imaju prostranu i jaku palubu koja pridonosi čvrstoći broda, dok je kod kontejnerskih brodova ćelijskog tipa palubna površina ograničena samo na uske djelove između ćelijskih skladišta i bokova broda, tako da ćelijska struktura služi ujedno i za osiguranje stabiliteta broda. Kontejnerski brodovi dizajnirani su svrhom što veće optimizacije tereta. [1]

Kapacitet se mjeri u kapacitetom ukrcaja TEU (*Twenty-foot equivalent unit*), standardnog kontejnera $6.1 \times 2.4 \times 2.6$ metara, premda je većina kontejnera danas u upotrebi dugačka 12 metara. Za razliku od većih brodova, manji, s kapacitetom do 2900 TEU, često su opremljeni vlastitim dizalicama. Ovisno o veličini broda, broj posade varira od 20 do 40 ljudi. [1]

3.5. RO - RO brodovi

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

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

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

Podjela rampi po smještaju na brodu:

- Vanjske rampe – rampe koje služe za ukrcaj i iskrcaj,
- opramčane rampe u simetrali broda,

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

Unutarnje rampe – rampe koje služe za manipulaciju tereta unutar broda:

- onepomične rampe,
- opomične rampe, mogu spajati više paluba, zatvarati palubne otvore, a mogu se koristiti i za dodatno slaganje tereta.

Dok se svugdje u svijetu teret mjeri u tonama, RoRo se mjeri u mnogo prikladnijoj jedinici - Lanes in Meters (LIM-s). Izračunava se tako da se pomnoži dužina tereta u metrima sa dužinom tereta u redovima (ta dužina varira od plovila do plovila i postoje industrijski standardi). Na palubi PCC kapacitet se obično mjeri u RT ili RT43 koje se baziraju na 1996. Toyotinim ekvivalentnim jedinicama (CEU). [24]

3.6. Brodovi za prijevoz tekućeg tereta

Danas u svijetu postoji mnogo vrsta tekućina koje treba prevoziti morem, a ako se prevoze u velikim količinama, nije praktično primijeniti ikakav način pakiranja. U slučaju da se prevoze manje količine vrijednijih ili opasnijih tekućina, mogu se zapakirati u boce, bačve, limenke pa i posebne kontejnere.

3.6.1. Tankeri za prijevoz nafte

Potrebno je ukazati na razliku brodova za prijevoz sirove nafte i brodova za prijevoz naftnih derivata, koja nije značajna. Tankeri za prijevoz sirove nafte su najveći brodovi koji plove svjetskim morima, a brodovi za prijevoz naftnih derivata su manje nosivosti, ali s velikim brojem

tankova kako bi istovremeno mogli prevoziti različite vrste tekućih tereta. Gradnju tankera ponajviše uvjetuju svojstva tereta koja se njima prevoze. Visoki stupanj dostupnosti nafte na tržištu možemo definirati kao preduvjet za održavanje ekonomske stabilnosti u zemljama uvoznicama i izvoznicama prethodno spomenutih tereta. Visoke cijene nafte uzrokuju inflaciju i recesiju koja zbog čimbenika globalizacije ne pogađa samo zemlje uvoznice nafte već i ostale zemlje te vrlo brzo zbog smanjenja potražnje i same izvoznice. Stabilnost svjetskog gospodarskog sustava u takvim uvjetima ne predstavlja samo cilj najrazvijenijih zemalja već i onih u razvoju te posebno zemalja izvoznica nafte. [17]

3.6.2. Tankeri za prijevoz kemikalija

Kemikalije koje se mogu prevoziti morem u razlivenom stanju su uglavnom tekućine koje imaju posebna svojstva te mogu nepovoljno utjecati na okolinu.

Ovisno o vrsti i svojstvima kemikalija, brodovi se dijele na tri tipa:

Tip 1

- maksimalne preventivne mjere u slučaju sudara i nasukanja
- u stanju izdržati znatna oštećenja na bilo kojem mjestu uzduž njegove dužine
- udaljenost od tereta do oplata na vodenoj liniji mora biti najmanje $B/5$ (B-širina broda)
- tankovi ne smiju nigdje biti bliži oplati od 760mm
- maksimalna veličina tanka može biti 1250 m³

Tip 2

- stroge preventivne mjere
- manji od 150 m - po cijeloj dužini dvostruka oplata osim kod područja stroja

Tip 3

- srednje mjere predostrožnosti
- veći od 225 metara po cijeloj dužini dvostruka oplata
- 125 – 225 po cijeloj dužini osim stroja
- manji od 125 metara po cijeloj dužini osim iza strojarnice

- građeni sa većim brojem pregrada
- veći od 150 m kao i kod tipa 1
- Maksimalni kapacitet tankova 3000 m³

Prilikom krcanja takvog tereta treba voditi računa o propisima *IMDG kodeksa* u kojem su opisane sve poznate kemikalije i način kojim se one smiju prevoziti, pakirati, separirati, koje su kompatibilnosti ili nekompatibilnosti među njima, na koliko metara najau biti međusobno udaljeni, koje su posljedice izlivanja i kontakta sa zrakom itd. [1]

3.6.3. Tankeri za prijevoz plina

U prirodnom stanju plinovi zauzimaju veliki volumen pa se za njihovo transportiranje moraju ukapljiti. Brodovima – tankerima za prijevoz plina se prevoze:

- LPG – liquefied petroleum gas – butan, propan, propilen
- LNG – liquefied natural gas – metan



Slika 5. LNG brod

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/LNG_brod (20.8.2019)

Na slici broj 5. Prikazan je LNG brod sa samonosivim spremnicima. Spremnici samonosivih sustava nisu dio broskog trupa, ne prenose sile na njega i ne utječu na njegovu čvrstoću. Na slici su vidljiva četiri spremnika.

Tzv. plinaši su brodovi koji se mogu izvesti sa sfernim tankovima ili su to membranski brodovi, ovisno o tehnologiji ukapljivanja plina. Ukapljivanje plina se postiže na sljedeće načine:

- smanjivanje volumena 600 x
- ohlađivanje na -162°
- kombinacija tlaka i niske temperature

te su za to potrebni posebni kompresori, kondenzatori, tekućinski spremnik, ekspanzivni ventili i ostala oprema. Ovi brodovi često kao pogon imaju plinske turbine a kao gorivo koriste plin koji prevoze, iako se danas polako napušta ovaj princip. [1]

Tablica 6. Podjela brodova za ukapljeni prirodni plin prema veličini skladišnog prostora

| Veličina skladišnog prostora (10^3 m^3) | 18-50 | 65-90 | 120-135 | 137-145 | 209– 217 (Q-flex) | 255 – 266 (Q- max) |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|
| Bruto nosivost (10^3 t) | 10 - 22 | 50 – 60 | 67,5 – 73 | 68,6 – 76,2 | ~101 | ~122 |
| Duljina broda (m) | 130,0 – 207,0 | 216,0 – 250,0 | 280,5 – 293,5 | 276,0 – 290,0 | ~315 | ~345 |
| Širina broda (m) | 26,0 – 29,5 | 34,0 – 40,0 | 41,5 – 43,5 | 42,5 – 46,6 | 50,0 | 55,0 |
| Gaz broda (m) | 7,0 – 9,5 | 9,5 – 10,5 | 11,0 – 12,0 | 11,0 – 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| Maksimalna brzina (čv) | 14,5 – 16,5 | 17,5 | 18,5 | 18,5-19,5 | ~19 | ~19 |
| Količina isparenog plina (% volumena/dan) | 0,26 – 0,24 | 0,21 – 0,18 | 0,25 – 0,15 | ~0,15 | - | - |

| | | | | | | |
|---------------------|---------|-----|---------|---------|-----|-----|
| Broj članova posade | 16 - 22 | ~27 | 28 – 34 | 28 - 34 | ~34 | ~34 |
|---------------------|---------|-----|---------|---------|-----|-----|

Izvor: Prilagodio i izradio autor prema[22]

U tablici 7. napravljena je podjela brodova za ukapljeni prirodni plin prema veličini skladišnog prostora. Prikazana je bruto nosivost, duljina, širina, gaz broda, maksimalna brzina, količina isparenog plina i broj članova posade nasparam veličine skladišnog prostora.

3.7. Brodovi za prijevoz rasutog tereta

Bulk carrieri su brodovi u kojima se prevoze sipki tereti u rasutom stanju. Oni su obično s jednostrukom ili dvostrukom oplatom namijenjeni prvenstveno za prijevoz suhog rasutog tereta. Obično su s jednom palubom, dvodnom, uzvojnim i potpalubnim bočnim tankovima u skladištima tereta. [1]

3.7.1. Brod za prijevoz rudače

To je brod za rasuti teret namijenjen za prijevoz rudače u rasutom stanju u centralnim skladištima tereta, građen s jednom palubom, dvodnom i dvije uzdužne pregrade u skladištima tereta. Rudača je specifičan teret kod kojeg treba voditi računa o postotku vlage, jer se može dogoditi da se višak vlage kondenzira na dnu pri čemu se teret pri valjanju broda počinje pomicati i poremećuje stabilnost broda. Osim toga, rudače stružu i korodiraju stjenke skladišta pa tome treba pridati posebnu pažnju. [1]

3.7.2. Brod za prijevoz sipkog tereta

To je brod koji udovoljava zahtjevima iz SOLAS 74 za prijevoz sipkog tereta. Sipki teret se u nekim situacijama ponaša kao tekućina što također može nepovoljno djelovati na stabilnost broda pa treba o tome voditi računa, npr. separiranjem, postavljanjem ne/pomičnih pregrada i sl.

U sipke terete se ubrajaju i žitarice. [1]

3.7.3. Brod za cement

Zbog svojih specifičnosti grade se i brodovi za prijevoz rasutog cementa. Cement je specifičan jer ne smije nikako doći u dodir s tekućinom, tj. potrebno je stalno prikladno ventilirati kako se ne bi ovlažio, a s druge strane je sipki poput tekućina. [1]

3.7.4. Brod za mješoviti teret

To je poseban brod koji može prevoziti naftu i suhe rasute terete, s tim da se oni ne prevoze istovremeno (iznimka je ulje u taložnim tankovima). Dvije uobičajene kombinacije su:

- Ore-oil – za rudaču-ulje (brod s jednom palubom, dvodnom, i dvije uzdužne pregrade u skladištima tereta, namijenjen za prijevoz rudače u centralnim skladištima tereta i za prijevoz ulja u centralnim i bočnim skladištima tereta),
- Ore-bulk-oil – za rudaču/rasuti teret/ulje (brod s jednostrukom ili dvostrukom oplatom, jednom palubom, dvodnom, uzvojnim i potpalubnim bočnim tankovima u skladištima tereta, namijenjen za prijevoz ulja i suhog rasutog tereta, uključujući i rudaču u rasutom stanju).

Ovakvi brodovi su rijetki te se primjenjuju na područjima u kojima se u jednom smjeru prevozi npr. nafta, a u suprotnom smjeru npr. nekakva rudača, dakle potrebno je da obje luke budu u područjima koja izvoze nekakve sirovine. Vanjskim izgledom su najsličniji brodovima za rasuti teret. [1]

3.8. Brodovi za posebne namjene

Brodovi posebne namjene su plovila kojima je funkcija obavljanje nekog pomorsko-plovidbenog posla, ali najčešće ne i prijevoz tereta ili putnika. U tu kategoriju su uključeni:

- brodovi za vuču (tegljači)

- jaružala
- brodovi za prijevoz teških tereta
- brodovi za rad na područjima gdje se traži ili crpi nafta
- brodovi za polaganje kablova i cjevovoda
- *Jack-up* brodovi
- Semisubmersible
- ledolomci – icebreakers
- istraživački brodovi
- ribarski brodovi

3.8.1. Brodovi za vuču

Osnovna namjena brodova za vuču odnosno tegljača (remorkera) je pomaganje u lukama prilikom pristajanja i odlaska brodova iz luke. Karakteriziraju ih jaki motori i male brzine, budući da se snaga motora iskorištava za povlačenje ili potiskivanje plovnih objekata. Dije se na lučke i na oceanske tegljače. Osim temeljne namjene povlačenja i potiskivanja, često su opremljeni i uređajima za gašenje požara i opremom za sprječavanje zagađivanja mora. [1]

3.8.2. Jaružala

Jaružala su brodovi koji se najčešće koriste za produbljivanje luka i kanala, ali se posljednjih desetljeća sve češće koriste i za izgradnju novih obala, otoka i obalnih konstrukcija, a najbolji primjer je izgradnja *Otoka palmi* u Dubaju. Danas postoji više vrsta jaružala.

3.8.2.1. Jaružala koja rade na principu usisavanja

Ovi brodovi (engleski: Trailer Suction Hopper Dredger) obično na bokovima imaju dugačke „usisavače“ koje tijekom plovidbe povlače po dnu pa se pomoću jakih crpki kroz cjevovode brodska skladišta-tankovi pune mješavinom mora i materijala sa morskog dna. Kada se skladište napuni, brodovi izlaze na pučinu gdje izbacuju materijal u dublje vode. [1]



Slika 6. Jaružala koja rade na principu usisavanja

Izvor: <https://confluence.gps.nl/qinsy/latest/en/trailing-suction-hopper-dredger-tshd-object-definitions-54878709.html> (8.8.2019)

Slika 6. prikazuje jaružala koja rade na principu usisavanja. Vidljiva su dva cjevovoda pomoću kojih brod crpi morsko dno.

3.8.2.2. Jaružala koja drobe dno

Ovi brodovi (engleski: Cutter Dredger) imaju na jednom kraju konstrukciju na kojoj se nalazi cjevovod koji na kraju ima rotirajuću glodalicu koja drobi dno. Materijal se obično ne skladišti u brodski tank već se prebacuje u posebne brodove – barže. Cutteri se mogu pomoću posebnog stupa koji se zabije u morsko dno pozicionirati na jednom mjestu, a pomoću posebnih sidrenih uređaja se pokreću lijevo-desno na području jaružanja.[1]



Slika 7. Jaružala koja drobe dno

Izvor: <https://products.damen.com/en/ranges/cutter-suction-dredger/csd500/deliveries/csd-500-yn561518> (5.8.2019)

Na slici 7. prikazana su jaružala koja drobe dno sa pripadajućom konstrukcijom, cjevovodom, stupom i glodalicom.

3.8.2.3. Jaružala – bageri

To je najstarija vrsta jaružala koja danas može raditi s vrlo velikim grabalicama. Često takva jaružala nemaju vlastiti pogon, a pogodna su za radove uz samu obalu na mjestima gdje bi *Hopperi* i *Cutteri* oštećivali izgrađenu obalu. [1]

3.8.2.4. Brodovi barže

To su pomoćni brodovi koji se koriste u sustavu jaružanja na moru, a njihova je namjena prikupljanje materijala kojeg drugi brodovi vade sa dna. Za vrijeme kada rade ti brodovi imaju posebnu oznaku nadvođa, jer se tada može ukrcati više tereta nego prilikom uobičajene plovidbe. Odlaganje materijala može se vršiti na tri načina:

- pomoću posebnih poklopaca na dnu skladišta koja se otvaraju kada brod dođe na mjesto pražnjenja;
- pomoću jakih crpka koje izbacuju materijal u velikom luku (*rainbowing*);
- pomoću cjevovoda kojim se materijal odlaže na željeno mjesto koje može biti udaljeno i do 10-ak km.

Brod za betoniranje cjevovoda

Brod kojemu je namjena prekrivanje cjevovoda koji su postavljeni na dnu mora. Brod je poput velike „mješalice“ koja sa svoje platforme pomoću posebne cijevi usmjerava beton na dno mora.[1]

3.8.3. Brodovi za prijevoz teških tereta

Iako im je namjena prijevoz tereta, često se svrstavaju u brodove posebne namjene. Tzv. *Heavy lifters* su brodovi koji su konstruirani za prijevoz drugih brodova, platforma, velikih postrojenja i sličnih izrazito velikih ili teških tereta koje se ne može smjestiti u brodska skladišta. Karakterizira ih vrlo osjetljiv stabilitet broda, posebno kod ukrcanja/iskrcanja takvih tereta, pa se te operacije mogu vršiti samo u sasvim mirnim lukama.

Postoje različite izvedbe takvih brodova. Neki od njih prilikom ukrcavanja/iskrcavanja tereta urone poput dokova za popravak brodova. Neki imaju jednu ili više vrlo velikih dizalica, a često se radi balansiranja na boku broda koji je suprotan strani manipuliranja tereta nalaze posebni tankovi koji se pune morem. [1]

4. EKSPLOATACIJSKO-TEHNIČKE ZNAČAJKE BRODOVA U TERETNOM POMORSKOM PROMETU

Tehničko eksploatacijske značajke brodova najvažniji su čimbenik pri odabiru pomorskog prijevoznog sredstva. U slučaju pomorskog teretnog prometa u tehničke značajke brodova podrazumijevaju se vrste pogona brodova, dimenzije brodova te dijelovi brodova. Pod vrstom pogona smatra se vrsta motora s obzirom na pogonsko gorivo. Vrsta pogona može biti Dizelski motor, plinska turbina ili električni pogon. Električni brod je brod koji se pokreće elektromotorom, koristeći električnu energiju pohranjenu u akumulatoru ili drugim uređajima za pohranu električne energije. Iako veliku većinu brodova pogoni dizel motor, a popularni su još i benzinski motori i pogon na jedra, brodovi na električni pogon su sve učestaliji i budućnost pomorskog prometa jer koristeći solarnu energiju moguće je napraviti brod na motorni pogon sa beskonačnim dometom.[10]

Dimenzije broda dijele se na duljinu, širinu i visinu broda.

Duljina broda L (eng.: length), osnovna linearna dimenzija broda mjerena u uzdužnom smjeru trupa. Kod trgovačkih brodova postoje uglavnom tri duljine:

- 1) Duljina preko svega (L_{oa}) (eng.: length overall) je vodoravni razmak krajnjih točaka broda na pramcu i na krmi, kosnik i kormilo ne uzimaju se u obzir. Ta se duljina uzima u obzir u lukama za privez, prijevodnicama (ustavama), prolazima i dokovima s ograničenim dimenzijama itd.
- 2) Duljina između okomica - perpendikulara (L_{pp}) je vodoravni razmak između pramčane i krmene okomice (perpendikulara) na konstrukcijskoj vodnoj liniji koje prolaze kroz vanjski rub pramčane i krmene statve. Ako brod nema krmenu statvu tada okomica prolazi kroz osovinu kormila. Ta se duljina upotrebljava za računanje istisnine i za određivanje dimenzija broda prema propisima klasifikacionih društava
- 3) Duljina konstruktivne vodne linije (L_{kvl}) je vodoravni razmak između krajnjih točaka KVL. Ta je duljina mjerodavna pri proračunu brodske pretege, prodora vode i proračuna nepotonivosti, nadvođa, te kod proračuna otpora broda. [11]

Širina broda (B) (eng.:breath) je osnovna linearna dimenzija broda mjerena u horizontalnoj ravnini, okomito na uzdužnu os broda.

Širina preko svega (Ba) je najveća širina broda, mjeri se na najširem mjestu broda preko bokoštitnice ili drugih dijelova koji strše preko brodskih bokova. Ta je širina važna za ulazak u luke, dokove, prijevodnice (ustave) i za prolaz između stupova mosta.

Širina konstruktivne vodne linije (BKVL) je najveća širina KVL. Kod većine brodova ona je jednaka širini glavnog rebra i proračunskoj širini.

Baždarska širina (BKVLo) je najveća unutrašnja širina mjerena između drvene oplata na oba boka broda.

Širina na glavnom rebu (B)0() mjeri se na vanjskom rubu glavnog rebra, redovito je jednaka proračunskoj širini broda. Proračunska širina je najveća širina podvodnog dijela trupa mjerena do vanjskog ruba rebra na čeličnim brodovima, a do vanjske strane oplata na drvenim brodovima. Upotrebljava se za proračun koeficijenta glavnog rebra. [11]

Bočna visina (Hmax) je okomit razmak između osnovice (gornja strana kobilice) i gornjeg brida sponje najviše neprekinute palube, mjerena na boku broda. Važna je za proračun čvrstoće, nepotonivosti, stabilnosti i za dimenzioniranje elemenata trupa.

Konstruktivna visina (Hk) - visina mjerena od gornjeg ruba kobilice do donjeg ruba oplata mjereno na glavnom rebu broda

Dubina prostora (Pd) se mjeri na različite načine i služi za izmjeru broskog prostora. To je dubina unutrašnjeg prostora u sredini broda od najviše točke dvodna, odnosno pokrova dvodna do gornjeg ruba sponje krovne palube. Dubina prostora daje informaciju časniku prilikom ukrcanja glomaznih tereta. Tada se računa do donjeg ruba sponje ispod koje dolazi teret.

Gaz (T) (eng.: draft) jest mjera za dubinu do koje je brod uronjen u vodu, mjeri se od vodne linije VL do najniže točke tijela broda kobilice, prema , Tmax, odnosno njegovih izdanaka (kormila, vijaka, kuka). Gaz je vrlo važan za brodove koji plovo u lukama, rijekama, jezerima kanalima ograničene dubine. Za oznaku gaza stavljaju se propisani znakovi, zagaznice na vidljivom mjestu broda (pramac, krma i na sredini). Razlikuju se pramčani gaz (Ta), gaz na sredini i krmeni gaz (Tk). Aritmetička sredina između gaza na pramcu i gaza na krmi daje srednji gaz (Ts). Od toga

gaza treba razlikovati konstrukcioni gaz koji je vertikalna udaljenost od osnovke, do KVL. Primjenjuje se za proračun istisnine. [11]

Nadvođe (Fb)(eng.: freeboard) je vertikalni razmak mjeran na boku broda na polovicu njegove duljine (Lpp), od KVL do gornje strane čeličnog palubnog opločenja, ako se preko čeličnog opločenja nalazi i drvena oplata, onda se nadvođe mjeri do gornje strane te palube.

Zakrivljenost ili skok palube je okomit razmak ruba palube na prednjem (sp), odnosno stražnjem (sk) perpendikularu iznad najniže točke palube.

Preluk palube (s) je okomit razmak od sredine sponje do ruba palube, na najširem mjestu palube. Omogućava brže otjecanje vode s brodske palube. [11]

4.1. Kontejnerski brodovi

Kontejnerski brodovi su konstruirani tako da mogu prevoziti velike količine tereta i zato je bitno optimizirati konstrukciju kako bi se smanjila masa i krutost. Kapacitet im se mjeri u TEU (engl. Twenty foot Equivalent Unit) koja odgovara standardnom 20-stopnom kontejneru. Pravilno projektiran kontejnerski brod ukrcat će najveći mogući broj kontejnera unutar određenog prostora u brodskom trupu. Da bi se to postiglo, konačne mjere broda, forme trupa i konstrukcije, moraju se vrlo pažljivo uskladiti. [12]

4.1.1. Definicija i klasifikacija kontejnerskih brodova

Postoje različite definicije kontejnera, ali najuobičajenija je ona Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO). Kontejner je transportno spremište pravokutnog presjeka slijedećih obilježja: [13]

- 1) trajnog oblika, otporan na višestruku upotrebu,
- 2) konstruiran da omogućuje prijevoz robe s jednim ili više transportnih sredstava bez pretovara svog sadržaja,
- 3) opremljen uređajima za lako i brzo rukovanje,
- 4) lako se puni i prazni,

5) mora biti izrađen sa zapreminom od najmanje 1 m³.

Klasifikacija kontejnera prema Vranić, D.; Kos, S.; Morska kontejnerska transportna tehnologija 1., Rijeka, 2008. može biti:

- a) Prema namjeni: univerzalni kontejneri i specijalni kontejneri.
- b) Prema korisnoj nosivosti: laki kontejneri (mali i srednji) i teški kontejneri.
- c) Prema vrsti materijala: drveni, čelični, gumeni, plastični, aluminijski, olovni, kontejneri izrađeni od legura.
- d) Prema konstrukcijskim obilježjima: sklopivi, nesklopivi i kontejneri sa ili bez uređaja za samostovar.
- e) Prema vrsti tereta: univerzalni zatvoreni kontejneri s vratima na čelu ili boku za prijevoz pakirane komadne i paletizirane robe, kontejneri s krovom koji se mogu otvarati vratima na čelu ili boku za prijevoz tereta u pakiranom ili rasutom stanju različite granulacije, otvoreni kontejneri s pokrivačem ili bez njega za prijevoz ugljena, šljunka, koksa, granuliranog kamena, raznih vrsta proizvoda metalne industrije i ostale robe koja podnosi atmosferske utjecaje, kontejneri cisterne za prijevoz tekućina, tekućeg plina itd., kontejneri cisterne za prijevoz praškastih materijala i ostale sitno-zrnaste robe, kontejneri sa niskim stranicama za prijevoz teških vozila, kontejneri platforme za prijevoz izvan-gabaritnih tereta, kontejneri za prijevoz stoke.

Kontejnerski brodovi se prema namjeni dijele u dvije skupine:

- Brodove matice
- Feeder brodove

Brodovi matice su veliki brodovi, prosječnog kapaciteta od 10000 TEU-a, koje razvoze teret samo između velikih čvorišta, obično i na većim udaljenostima, dok manji, feeder brodovi dalje razvoze teret između glavnih i sporednih luka, te obratno. [14]

Feeder brodovi obično imaju vlastitu opremu za rukovanje kontejnerima jer pristaju u luke koje nemaju vlastitu. Imaju kapacitet između 300 TEU i 3000 TEU te plove po ustaljenom rasporedu. Feeder usluga je bitna karika u logističkom procesu jer je brza, učinkovita i fleksibilna te je znatno utjecala na rast proizvodnje i distribucije. [14]

4.1.2. Konstrukcijske značajke kontejnerskih brodova

Osnovna karakteristika kontejnerskih brodova su skladišta s posebnim ćelijama za svaki kontejner. Jednostavne su strukture te nemaju međupalube ni otvore. Manji, feeder2 brodovi su opremljeni sa vlastitim dizalicama dok veliki kontejnerski brodovi nemaju vlastitu opremu za rukovanje teretom kako bi se prostor mogao iskoristiti za smještaj što više kontejnera. Svi kontejnerski brodovi su otvorene konstrukcije kako bi se omogućio slobodan ukrcaj/iskrcaj kontejnera. [15] Jedan od najbitnijih dijelova konstrukcije je geometrija trupa. Prosječna brzina kontejnerskih brodova je 24 čvora. Da bi se ta brzina postigla, otpor trupa se treba svesti na minimum, odnosno trup mora imati mali koeficijent plovnosti koji je u rasponu od 0.6-0.7. To se postiglo konstrukcijom sa dvije oplata (dva trupa). Veliki balastni tankovi su neophodni na ovim brodovima jer sprječavaju pregib3 i progib4 broda. [16]

Većina površine palube je prekrivena masivnim grotlima koji služe kao potpora složenim kontejnerima. Grotla na palubi zauzimaju i do 80% širine broda u koja se mogu smjestiti tri do četiri reda kontejnera. Na kontejnerskim brodovima se koriste podizni čelični pontoni koji se postavljaju i skidaju sa brodskim ili obalnim dizalicama. Pontoni su poklopci grotala koji ih pokrivaju bez dodatnih nosača. Za smještaj kontejnera bitno je da je gornja ploha poklopca grotla ravna. [16]

Danas se neki kontejnerski brodovi grade bez poklopaca grotla skladišta što je omogućilo ekonomičnije rukovanje teretom. Umjesto toga su se uvele čelične vodilice. Njihovom se primjenom unaprijedio kapacitet broda, brzina ukrcaja i iskrcaja te učinkovitost. Ovi brodovi su opremljeni laganim čeličnim krovovima koji štite i brod i kontejnere od velikih kiša. Osim čeličnih krovova, opremljeni su i kaljužnim pumpama koje crpe vodu iz otvorenih skladišta. [10] Pri konstrukciji broda još se jedan faktor mora uzeti u obzir, a to je vidljivost s broskog mosta. Kontejneri koji se nalaze na palubi moraju biti složeni na način da ne utječu na vidljivost s mosta. Nadgrađa na kontejnerskim brodovima su visoka i uska kako bi se optimizirao teretni prostor. Suvremeni kontejnerski brodovi odmiču nadgrađa od krme prema sredini broda jer su takva nadgrađa osjetljiva na vibracije uzrokovane radom propelera, a upravo zbog pomaknutih nadgrađa kontejneri se mogu slagati do njihove pune visine. [16]

Tablica 8. Generacije kontejnerskih brodova

| | 1.generacija Konvertirani | 2.gen. Celularni | 3. gen. Panamax | 4.gen. PostPanamax | 5.gen. PostPanamax Plus | 6. gen. Post New Panamax |
|--------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Kapacitet (TEU) | Do 1000 | 1000 - 2500 | 2500 - 4500 | 4500 - 8000 | 800 - 12000 | >12000 |
| Duljina (m) | 150 | 155 - 200 | 200 - 280 | 305 - 335 | 335 - 400 | 400 - 470 |
| Širina (m) | 17 – 23 | 23 - 30 | 30 – 32 | 37 - 43 | 43 - 52 | 52 - 60 |
| Brzina (čv) | 17.5 | 18 - 21 | 22 – 24.5 | 25 | 25.5 | 25.5 |
| DWT (t) | 5000 – 13500 | 14000 - 26000 | 30000 - 55000 | 55000 - 93000 | 95000 - 137000 | 14 000 – 24 000 |
| Gaz (m) | Do 9 | 9 – 11.5 | 11.5 – 12 | 12.5 – 13.6 | 14.8 | 15 - 18 |

Izvor: Izradio i prilagodio autor, prema izvoru [21]

U tablici 7. navedene su generacije kontejnerskih brodova. Šesta posljednja generacija kontejnerskih brodova ima više od dvanaest puta veći kapacitet izražen u TEU od prve generacije. Brodovi iz šeste generacije su tri puta dulji od kontejnerskih brodova iz prve generacije. Također su i tri puta širi u prosjeku, te imaju duplo veći gaz. Brod iz šeste generacije je za 8 čvorova brži od prosječnog broda iz prve generacije kontejnerskih brodova.

4.2. Tankeri

Tanker je brod koji služi prijevozu tekućeg tereta, a teretni prostor u trupu mu je podijeljen na nekoliko nepropusnih odjeljaka. Najviše se koristi za prijevoz sirove nafte i naftnih preradevina, ali i kemikalija, melase, ukapljenog plina, vina, vode i dr. Kao pogon mu služe Dieselovi motori i jedan brodski vijak, u iznimnim slučajevima dva, a opremljen je crpkama velikoga kapaciteta. One su smještene u crpnim stanicama ili uronjene u teretnim tankovima. Tankovi su opremljeni

cjevovodima za isušivanje, cjevovodom velikoga promjera za iskrcaj tereta, cjevovodima za inertni plin te odušnim i protupožarnim sustavima. [17]

4.2.1. Definicija i klasifikacija tankera

Tankere možemo podijeliti prema vrsti prijevoznog supstrata:

- Brodovi za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata
- Brodovi za prijevoz kemikalija
- Tankeri za prijevoz ukapljenog plina

Tankere možemo podijeliti na: obalne, tankere manje nosivosti, srednje nosivosti, supertankere i mamut-tankere. Tankerima srednje tonaže pripadaju i tankeri posebne konstrukcije i nosivosti kako bi mogli ploviti posebnim pomorskim kanalima i prolazima s obzirom na gaz. [17]

4.2.2. Konstrukcijske značajke tankera

Gradnju tankera zapravo uvjetuju svojstva tereta koja se prevoze istim. Sekcije koje služe za prijevoz tekućeg tereta u više tankova dijele uzdužne i poprečne pregrade. Kod malih tankera se nalazi jedna uzdužna nepropusna pregrada, dok srednji i veliki tankeri imaju dvije kojima se cijeli prostor trupa dijeli na centralne, lijeve i desne bočne tankove. Po sredini broda, na pramcu i krmi nalaze se uski prazni prostori koji služe za odvajanje tankova tereta od pramčanog i strojarškog prostora, a središnji prazni prostor koristi se kao prostor za pumpe.

Tankeri su danas opremljeni:

- Sustavima za protupožarnu zaštitu
- Sustavom pranja tankova sirovom naftom
- Sustavom inertnog plina.

Radi veće sigurnosti tankeri moraju udovoljavati propisima:

- Ugradnja dvostrukog dna po cijeloj dužini broda
- Ugradnja tankova za balast koji su odvojeni od tankova tereta ili ugradnja tankova za čisti balast
- Ugradnja dvostruke oplata trupa. [19]

Koncepcija dvostrukog trupa takva je konstrukcija gdje su tankovi tereta odvojeni od vanjske oplata broda prostorom koji ima svrhu da štiti tankove tereta od izlivanja i oštećenja.

4.3. Tankeri za prijevoz tekućeg tereta

Tekući tereti danas se prevoze posebno građenim brodovima – tankerima. Tanker je brod za prijevoz tekućih tereta kojemu je čitav prostor za teret podijeljen uzdužnim i poprečnim pregradama na nepropusna odjeljenja, koja se nazivaju tankovima. Za ukrcavanje i iskrcavanje tekućeg tereta iz pojedinih tankova tankeri imaju poseban sustav cjevovoda i crpnih uređaja. Prvi tankeri su se pojavili krajem 19. stoljeća i prevozili su naftu iz Meksičkog zaljeva za Englesku. Otađ pa do danas, tankeri su prisutni na svim morima svijeta. Tankere možemo podijeliti po veličini i po vrsti tereta koji prevoze. Svjetskim tržištem tankera danas se prevoze milijuni tona nafte, naftnih derivata, ukapljenih plinova i različitih kemikalija.

4.3.1. Definicija i klasifikacija tankera za prijevoz tekućeg tereta

Brodovi za prijevoz tekućeg tereta su oni koji prevoze taj teret u razlivenom stanju, te su za to posebno konstruirani. Neki problemi koji se javljaju kod tih brodova su:

- održavanje stabilnosti broda radi slobodnih površina u tankovima za tekućinu;
- moguće ishlapljivanje otrovnih i štetnih plinova;
- korozija na stijenkama tankova.

Tankeri, po pravilu, imaju manje nadvođe od ostalih teretnih brodova, ali pregrade i stabilitet u slučaju prodora vode moraju udovoljavati posebnim zahtjevima, propisanim u Međunarodnoj konvenciji o teretnim linijama, Loadline 66, i u SOLAS-u..

Tankeri se grade za prijevoz određene vrste tereta, najčešće sirove nafte ili njezinih derivata. Postoje i tankeri za druge vrste tekućih tereta, koji ponekad iziskuju posebnu konstrukciju i opremu. Međutim, tipičnim tankerom smatra se onaj što prevozi sirovu naftu, koji i po tonaži i po broju brodova nadmašuje sve ostale vrste tankera.

Značajke svih tankera su:

- čitav prostor za teret podijeljen uzdužnim i poprečnim pregradama na nepropusna odjeljenja, koja se nazivaju tankovima;
- poseban sustav cjevovoda i pumpa za ukrcavanje i iskrcavanje tekućeg tereta;

Osnovna podjela tankera je prema vrsti tereta koju prevoze. To mogu biti tankeri za prijevoz:

- sirove nafte
- naftnih derivata
- ukapljenog prirodnog plina
- raznih kemikalija
- pitke vode
- posebnih tekućih tereta (vino, sok) [1]

4.3.2. Konstrukcijske značajke tankera za prijevoz tekućeg tereta

Konstrukcijske značajke tankera za prijevoz tekućeg tereta ovise o vrsti samog supstrata. To može biti nafta i naftni derivati, ukapljeni plin ili kemikalije.

4.3.2.1. Tankeri za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata

Tankeri za prijevoz nafte i naftnih derivata dijele se prema veličini teretnog prostora, odnosno prema tonama nosivosti:

- 10,000 - 60,000 dwt - Manji tanker (najčešće za prijevoz derivata)
- 60,000 - 80,000 dwt - Panamax
- 120,000 - 200,000 dwt - Suezmax do 350 m
- 200,000 - 315,000 dwt - VLCC do 350 m
- 320,000 - 550,000 dwt - ULCC do 450 m

Izraz AFRAMAX proizlazi iz Average Freight Rate Assessment. To predstavlja najidealniju veličinu broda u toj kategoriji za trenutno stanje na tržištu (najisplativiji brod).

Neke od specifičnosti tankera za naftu su:

- gradnja prema propisima SOLAS-a i MARPOL-a
- prostor ispod palube podijeljen je jednom ili s dvije uzdužne i nekoliko poprečnih pregrada u više tankova,
- u poprečnom smjeru postoje lijevi i desni bočni i po jedan središnji tank; broje se od pramca prema krmi
- između tankova postoje uski prazni prostori ili tzv. koferdami za odvajanje tankova tekućeg tereta od pramčanog i strojarskog prostora; služi i za prolaz cjevovoda za krcanje i iskrcavanje tereta
- središnji koferdam služi kao prostor za pumpe
- u većini supertankera i mamut-tankera u poprečnom smjeru postoje dva bočna i dva središnja tankova;

Svaki tanker za prijevoz sirove nafte od 20,000 tona nosivosti i više mora biti opremljen za pranje tankova tereta sirovom naftom (COW – Crude Oil Washing). Za sve tankove tereta te slop tankove potreban je sistem inertnog plina (IGS – Inert Gas System). *Slop tankovi* su sabirni tankovi za ostatke pranja sirovom naftom u kojima se sakuplja i pohranjuje “prljavština” do dolaska u luku gdje se može isprazniti.

Svi današnji tankeri za prijevoz nafte i naftnih derivata moraju imati tzv. dvostruko dno koje se sastoji od dvije oplata između tereta i mora, u svrhu sprječavanja istjecanja tereta u more prilikom proboja vanjske oplata brod. Taj prostor između oplata broda u trenucima kada se ne prevozi nafta služi za ukrcaj balastnih voda koje daju stabilnost praznom brodu. [23]

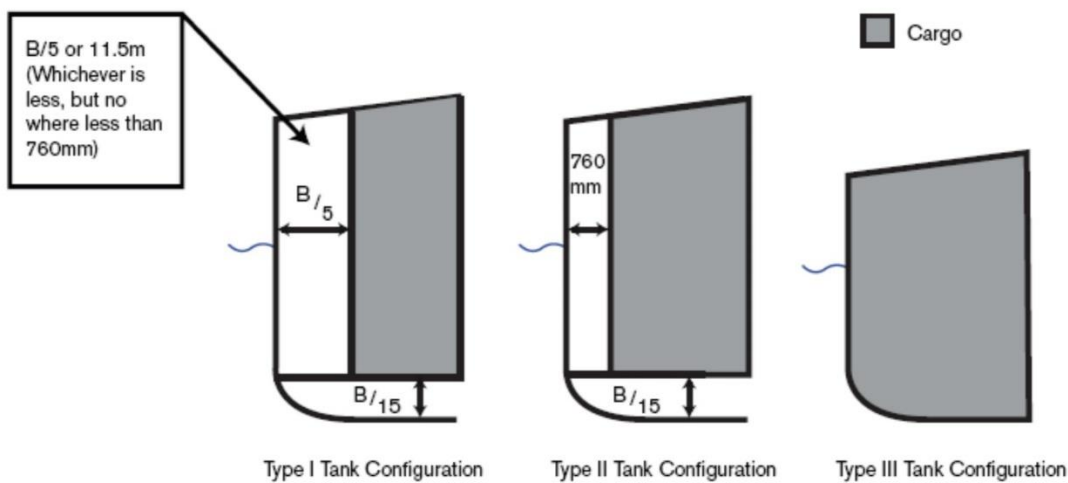
4.3.2.2. Tankeri za prijevoz ukapljenog plina

Gradnja broda za prijevoz plina u tekućem stanju vrlo je složena i skupa. Takvi su brodovi tri do četiri puta skuplji od klasičnog tankera. Ipak, svi brodovi za prijevoz ukapljenih plinova imaju i zajedničke elemente o kojima, uglavnom, ovisi njihova cijena izgradnje i to: dvostruke oplatae, teret se krca u nekoliko odvojenih tankova i tankovi se izoliraju posebnim izolacijskim materijalima. Budući da LNG zauzima samo 1/600 dio volumena prirodnog plina u plinovitom stanju, to stanje je pogodno za transport u tankerima po cijelom svijetu. Terminal za ukapljeni plin je postrojenje za punjenje, odnosno pražnjenje tankera koji prevoze taj energent. Tankeri za prijevoz LNG-a mogu biti dugi i više od 300 metara, a minimalna dubina vode mora biti veća od 12 metara kad su potpuno puni. Također, ti tankeri moraju imati dvostruku oplatu i specijalno su dizajnirani da podnose niske temperature LNG-a.⁶ Flota tankera za prijevoz ukapljenih plinova ima 1.318 brodova nosivosti 30.2 milijuna dwt-a, što je jednako 48.2 milijuna m³. Poslije tankera za prijevoz nafte i njenih derivata, tankeri za prijevoz ukapljenih plinova pokazuju najveći rast tonaže u ukupnoj tankerskoj floti. U razdoblju od 2004. do 2008. zabilježen je rast od prosječno 10.9% godišnje (na osnovi m³). U 2008. godini porinuta su još 63 LNG i LPG broda ukupne nosivosti 9.8 milijuna m³. Prosječna starost LNG i LPG tankera je 15.8 godina. [17]

4.2.2.3. Tankeri za prijevoz kemikalija

Brodovi za prijevoz kemikalija mogu se podijeliti u tri tipa. Brod tipa 1 – propisane su maksimalne preventivne mjere. Brod mora biti u stanju izdržati znatna oštećenja od sudara ili udarca na bilo kojemu mjestu njegove dužine. Tankovi za prijevoz tereta moraju se nalaziti izvan mogućnosti znatnog oštećenja. Na vodenoj liniji tankovi tereta moraju se nalaziti na B/5, ali na udaljenosti ne manjoj od 760 mm na mjestima gdje se pojavljuju suženja oplatae broda. Brod tipa 2 – određene su stroge preventivne mjere. Brod dužine do 150 metara ili kraći mora biti u stanju izdržati znatnija oštećenja u sudaru ili nasukavanju, osim ako je oštećena pregrada koja odvaja strojni prostor s krmene strane. Brod dužine preko 150 metara mora biti u stanju izdržati znatnija oštećenja bilo gdje na njegovoj dužini kod sudara ili nasukavanja. Tankovi u kojima je teret moraju se nalaziti

van područja mogućnosti znatnijeg oštećenja i ne smiju biti bliži oplati od 760 mm. Brod tipa 3 – primjenjuju se srednje mjere predostrožnosti kako bi bio u stanju izdržati manja oštećenja zbog sudara ili nasukavanja na bilo kojem mjestu na njegovoj dužini (osim ako je oštećenje na pregradi koja odvaja strojni prostor s krmene strane). Brod tipa 3 manji od 125 metara dužine mora biti u stanju izdržati manja oštećenja po čitavoj dužini koja su posljedica sudara ili nasukavanja, osim ako su oštećenja u strojnom prostoru. Sposobnost da izdrži poplavu strojnog prostora treba odrediti odgovorni klasifikacijski zavod. Za tankove ne postoje posebni zahtjevi premda su brodovi s jednom oplatom, građeni su s većim brojem pregrada. [18]



Slika 8. Smještaj tankova tereta ovisno o tipu broda

Izvor: Sustav ukrcaja i iskrcaja tekućeg tereta na tankerima. Brodski sustavi, Dio 11. Tehnički fakultet. Rijeka, 2010.

Napomena: slika prikazuje tri tipa smještaja spremnika, zatamnjena površina prikazuje teret, $B/5$ iznosi 11.5m, ponekad su i manji ali ne od 760 mm u prvom tipu, a u drugom tipu je 760 mm.

Posebni zahtjevi IMO-a za brodove za prijevoz kemikalija odnose se na stabilitet u slučaju onečišćenja te dvodna i bočnih koferdama (bočne pregrade, uski prazni prostori). Na osnovu ovih zahtjeva dužina i širina broda su u odgovarajućem omjeru, tako da brod može udovoljavati raznim varijantama ukrcaja bez potrebe balastiranja. U nacrtima za prijevoz kemikalija unesene su i

ispitivane dimenzije koje se odnose na omjer širine/dubine broda (B/D) što je prikazano u tablici. [18]

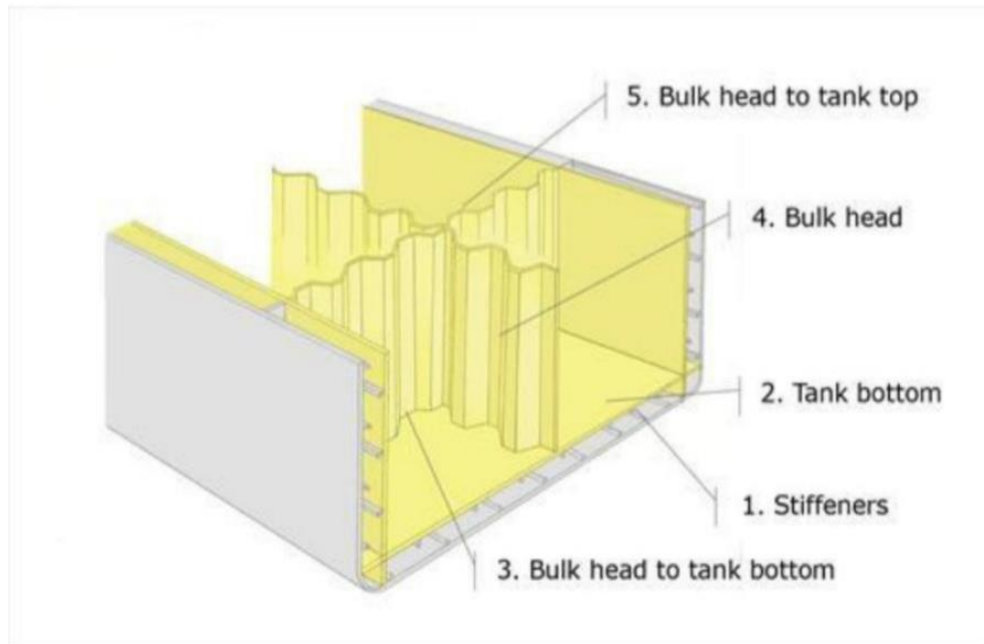
Tablica 9. Odnos širina/dubina kod brodova za prijevoz kemikalija

| Dužina među okomicama LBP (metri) | Širina/dubina (B/D) |
|-----------------------------------|---------------------|
| 150-170 | 1,69-2,23 |
| 100-120 | 1,84-2,09 |
| 66-85 | 1,65-2,26 |

Izvor: Sustav ukrcaja i iskrcaja tekućeg tereta na tankerima. Brodski sustavi, Dio 11. Tehnički fakultet. Rijeka, 2010.

Prema tablici 8. ustanovljeno je da brodovi dužine približno do 160 metara s dvodnom ispod srednjeg tanka ne smiju imati B/D manji od 1,7, a brod s kompletnim dvodnom ne manji od 1,8. Brodovi od preko 20 000 tona nosivosti moraju imati omjer B/D približno 1,8 ili još bolje 2,0. Gustoća tereta koji se prevoze brodovima za prijevoz kemikalija može varirati između 0,65-2,5 g/cm³ pa je vrlo teško odabrati volumen tereta koji utječe na širinu i dubinu broda. Veličina tankova na brodu s posebnim tankovima predviđenim samo za određene terete, ovisiti će neposredno o gustoći tereta. Tanker za prijevoz kemikalija ima ukupan volumen za teret veći od standardnog tankera za prijevoz proizvoda naftnih derivata jer je kod broda tipa 1 i tipa 2 predviđeno dvodno. Omjer ukupnog volumena za teret u odnosu na tone nosivosti broda je 1,3 do 1,45 za veći univerzalni tanker za prijevoz kemikalija. To bi značilo da takav brod od 25 000 tona nosivosti ima teretni prostor od 33000 do 36000 kubnih metara. Da bi se čim više tankova moglo napuniti do 98% volumena prije isplovljenja iz luke treba pažljivo procijeniti koliki je potreban broj tankova. Univerzalni tanker od cca 25000 tona nosivosti ima ukupno 40-50 tankova za krcanje tereta dok pojednostavljeni univerzalni tanker ima samo 27 do 34 tanka pri istoj tonaži. Većina tereta koji su po IMO klasificirani kao potencijalno najopasniji, prevozi se brodovima s posebno građenim samostalnim tankovima, to donekle pojednostavljuje gradnju brodova kraćih od 150 metara. Kod brodova preko 150 metara dužine gdje je više teretnog prostora, problemi povezani s

volumenom tankova, broj i njihov poredak, posebno su regulirani strogim propisima. Sav prostor duž teretnog prostora također utječe na volumen, broj i poredak tankova. Pored toga, svi tankovi moraju biti takvi da mogu izdržati dinamičnu silu koja dolazi od djelomično punih tankova. Tankovi trebaju biti građeni za prijevoz tereta velike gustoće. 27 Struktura dna kod teretnog prostora može biti jedno dno po cijeloj dužini, dvodno po cijeloj dužini, dvodno kod srednjeg tanka i jedno dno kod bočnih tankova. Kod izbora strukture dna valja voditi računa o slijedećem. Za IMO brod tipa 1 i tipa 2 minimalna visina dvodna treba biti $B/15$ u čemu je B širina broda. Ovo omogućuje prazan prostor kemikalijama koje mogu biti reaktivne na vodu. Brodovi za prijevoz kemikalija trebaju imati odgovarajuće količine čistog balastnog kapaciteta u dvodnu radi trimovanja. To je zato jer mogu biti nejednako krcani da bi udovoljili potrebama separacije tereta, a upotreba prostora dvodna oslobađa od nepotrebnog balastiranja tankova za čisti teret. Ako brod prevozi sirovu naftu, prostor čistog balasta biti će potreban kako bi se izbjegao balast u prostoru u kojem se nalazi malo ulja. Masa praznog broda jednako je bitan činilac koji utječe na izbor strukture dna. Dvodno tankera od 25000 tona nosivosti povećat će masu broda za 500 do 550 tona kroz čitavo teretno područje. Da se nadomjesti izgubljeni volumen zbog dvodna, dubina broda se mora povećati čime se dodaje još 200 do 250 tona ovisno o broju tankova. Na brodovima za prijevoz kemikalija koriste se četiri vrste vertikalnih pregrada. Vertikalne valovite pregrade – ovakva pregrada bez poveza je najefikasnija te se može ugraditi u longitudinalnom i transferzalnom smjeru. Tankovi veći od 6 metara dubine obično zahtijevaju pojačanje u obliku horizontalne proveze postavljene simetrično s obje strane valovite pregrade. Horizontalne valovite pregrade su sve češće na tankerima većim od 5000 tona nosivosti pojačane s vertikalnim ukrepama, premda su postavljene samo u jednom smjeru (obično poprečnom) jer u sklone puknuću na spojevima između dvije horizontalne korugacije na 90° . Da bi se ovo spriječilo, može se postaviti kutija na spoj između dvije korugacije. Glatke pregrade s horizontalnim pojačanjem – ovo je najčešća pregrada na tankerima za prijevoz kemikalija, naročito kao longitudinalna pregrada s horizontalnim pojačanjem i vertikalnim ukrepama postavljenim na vanjskoj strani pregrade u bočnim tankovima. Strukturna pregrada ima mnoge prednosti jer omogućuje koferdamu da separira inkompatibilne terete i služi kao efikasna zapreka između dva tereta koji se prevoze na različitoj temperaturi. Ova vrsta pregrada također ima prednost na specijaliziranim brodovima na kojima su tankovi od nehrđajućeg čelika ili su obloženi nehrđajućim čelikom ili gumom. Nedostatak im je visoka ukupna masa, veći troškovi izgradnje i smanjen prostor za teret. [18]



Slika 9. Presjek poprečnih pregrada

Izvor: Sustav ukrcaja i iskrcaja tekućeg tereta na tankerima. Brodski sustavi, Dio 11. Tehnički fakultet. Rijeka, 2010.

Napomena: na slici broj 9. Koja prikazuje presjek poprečnih pregrada označeni su rednim brojem 1. učvršćivači, rednim brojem 2. dno spremnika, rednim brojem 3. pregrada do dna rezervoara, rednim brojem 4. glavna pregrada i rednim brojem 5. Pregrada do vrha rezervoara

Trup tankera za prijevoz kemikalija može biti jednostruk i dvostruk. Na izbor trupa utječe teret koji se prevozi IMO brod tipa 1 zahtjeva razdaljinu najmanje 760 mm od granice tanka do oplate broda (što je vidljivo na slici 5), dvostruki trup omogućuje izolirajući sloj između tereta i vanjskog trupa te odnos mase praznog broda kod dvostruke oplate broda s jednom oplatom je 1,7:1 za visinu tanka od 13,4 metra. Struktura palube na tankeru za prijevoz kemikalija ovisi o teretu, materijalu tanka i oblozi tanka, a može biti: Jedna paluba s pojačanjem unutar tanka tereta. Ova vrsta konstrukcije se često koristi, premda je površina unutar tanka velika i teška za čišćenje. To se posebno odnosi na tankove s vrlo dubokim okvirima za prijevoz tereta visoke gustoće. Jedna paluba s pojačanjem izvan tankova tereta. Olakšava čišćenje tankova održavanje strukture, ali smanjuje pristup posadi za vrijeme rukovanja teretom, naročito na manjim brodovima. Dvostruka paluba s pojačanjem unutar koferdama. Ovo rješenje se ponekad primjenjuje na manjim tankerima za prijevoz kemikalija, da bi površina palube bila slobodna od čelične strukture. [18]



Slika 10. Paluba tankera za prijevoz kemikalija

Izvor: Sustav ukrcaja i iskrcaja tekućeg tereta na tankerima. Brodski sustavi, Dio 11. Tehnički fakultet. Rijeka, 2010

Slika 10. Prikazuje palubu tankera za prijevoz kemikalija na kojoj se vidi konstrukcija palube, zaštite i posebno izgrađena površina za siguran prijevoz opasnih tvari.

4.4. Brodovi za izvanredni prijevoz

Kod prijevoza tereta većih dimenzija i mase govorimo o izvanrednom ili specijalnom prijevozu tereta. Takav prijevoz tereta zahtijeva specijalizirana vozila, prilagođene transportne rute i projektnu organizaciju. Svjetski robni tokovi su iznimno razvedeni te ta činjenica svrstava prijevoz izvanrednih tereta u iznimno dinamične i jedinstvene projekte. Suočeni smo sa izazovom prijevoza tereta brodovima.

4.4.1. Definicija i klasifikacija brodova za izvanredni prijevoz

Brod za izvanredni prijevoz je brod dizajniran za pomicanje vrlo velikih tereta koji se ne mogu prevoziti normalnim brodovima. Dva su tipa:

Polupodmornica- brodovi koji se polu-potopljeni bacaju na vodeni balast kako bi dopustili da teret - obično drugi brod - pluta preko palube, nakon čega se balast odbacuje, a brodska paluba i teret podignuta iznad vodene linije. [19]

Projektirani teretni brodovi koji koriste barem jednu dizalicu za teški teret za rukovanje teškim teretom i dovoljan balast kako bi se osigurala stabilnost i očuvanje mora.

4.4.2 Konstrukcijske značajke brodova za izvanredni prijevoz

Brodovi za izvanredni prijevoz polu-podmornice imaju dugu i nisku palubu između nadgradnje broda prema naprijed i krme odnosno kormila. Vanjskim izgledom površine pomalo je sličan tankeru za rasuti teret ili nekim oblicima cisterni za naftu. Njegovi balastni spremnici mogu se preliti da spuste palubu bušotine ispod vodene površine, omogućujući tako da se naftne platforme, druga plovila ili drugi plutajući teret premjeste u položaj za utovar (plutajući-plutajući). Tada se spremnici ispumpaju, a paluba za digne u ravninu s teretom. Za uravnoteženje tereta, različiti se spremnici mogu pumpati neravnomjerno. [20]

4.5. Usporedba brodova prema glavnim eksploatacijsko tehničkim značajkama

Glavne eksploatacijsko tehničke značajke brodova u pomorskom prometu su duljina, gaz, nosivost, korisna nosivost i snaga motora. U tablici 9. navedene su glavne značajke i uspoređeni različiti tipovi teretnih brodova.

Tablica 9. Usporedba glavnih eksploatacijsko-tehničkih značajki različitih vrsta teretnih brodova

| | Duljina [m] | Gaz [m] | Korisna nosivost DWT | Nosivost [m ³] | Snaga motora [kW] | Brzina [čv] |
|---|----------------|------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|
| General Cargo / Container carrier | 101.00 | 6.10 | 5,150 | 260,000 | 4,500 | 15.50 |
| Handyma x Bulk Carrier | 189.99 | 11.99 | 51,000 | 64,935 | 8,580 | 15 |
| V-class – Hyundai Vinashin Chemical Carrier | 183 | 13.3 | 49,080 | 52,800 | 10,320 | 20 |
| RO-RO Cargo Vessel | 211.60 | 10.50 | 27,000 | 19,900 | 21,780 | 19.8 |
| Emma Mærsk | 397 | 15 | 156,907 | 14,700 | 81,000 | 25.5 |
| Suezmax Oil Tanker | 281.20 | 17.10 | 166,330 | 185,447 | 16,780 | 20 |
| WSD50 20 K LNG carrier, Type 2G | 147.25 | 7.80 | 12,500 | 20,000 | 5,950 | 15 |

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema [25] [26] [27] [28] [29]

Iz Tablice 9. vidimo da najduži brodovi u pomorskom prometu su kontejnerski jer prevoze teret velikih dimenzija. Dužinom najmanji brodovi su pak oni za generalni teret kojima je važnost u teretnom prometu sve manja. Najveću nosivost imaju brodovi za prijevoz nafte i kontejnera. Najveći gaz imaju tanker za naftu, a najmanji brodovi za generalni teret. Korisna nosivost je također najveća kod tankera za naftu, a najmanja kod brodova za generalni teret. Najveći brodovi zahtjevaju i najveću snagu motora, tako da najveću snagu motora od navedenih primjera ima kontejnerski brod Emma Maersk, koji je ujedno i najbrži od navedenih primjera.

5. ZAKLJUČAK

Svijet je danas povezaniji nego što je ikada bio. Uz bilo kakav napredak veza između bilo kojeg dijela svijeta vežemo na prvom mjestu prijevoz. Kako je uređen prijevoz, takva je i povezanost dvaju mjesta. Zemljina kora je prekrivena vodom 71%, stoga je logično da pomorski promet ima veliki značaj. Danas je pomorski promet najvažniji, najpovoljniji i najrašireniji oblik prijevoza.

Budući da se u pomorskom prometu prevozi doslovno sve, radi se o iznimo zahtjevnoj i kompliciranoj vrsti transportnog sustava. Da bi bilo moguće da se pomorski promet neometano odvija potrebno je za svaki određeni teret imati posebno konstruirana plovila. Različiti oblici tereta zahtjevaju posebne uvjete, tako da su plovila razvijena do te mjere da svaka vrsta tereta, bez ikakvog oštećenja i smanjenja kvalitete može doći do svog odredišta.

U ovom radu analizirane su pojedinačno vrste brodova, njihove značajke i uloge. Analiziran je transportni supstrat i tehničko-eksploatacijske značajke brodova. Detaljnije je pojašnjen teretni pomorski promet i teretna pomorska plovila. Prikazano je trenutno stanje u teretnom pomorskom prometu sa naglaskom na konstantno napredovanje i usavršavanje svih faktora teretnog pomorskog prometa.

Navedeno je stanje pojedinih vrsta brodova u svjetskoj pomorskoj teretnoj floti u razdoblju od 2015. do 2017. godine. Što se tiče ukupne brojke teretnih brodova za razmatrano razdoblje od 2015. do 2017. broj teretnih brodova je veći za gotovo 2500 brodova. Brojčano najveći pojedinačni porast imaju tegljači, zatim tankeri za sirovu naftu i kemikalije, te brodovi za rasuti teret. Jedina vrsta teretnih brodova kojoj se brojka smanjuje su brodovi za generalni teret.

Trendovi u izradi kontejnerskih brodova također su prikazani prikazani u radu gdje je vizualni prikaz napretka kontejnerskih brodova od prvih generacija do danas. Kontejnerski brod danas je udvostručio svoju duljinu naspram onog prve generacije. Širi je za 4.5 metara. Nosivost današnjih brodova je neusporedivo veća, do 30 puta. U radu su također navedene generacije kontejnerskih brodova koje prikazuju trendove napretka. Šesta posljednja generacija kontejnerskih brodova ima više od dvanaest puta veći kapacitet izražen u TEU od prve generacije. Također imaju duplo veći gaz. Brod iz šeste generacije je za 8 čvorova brži od prosječnog broda iz prve generacije kontejnerskih brodova.

Usporedbom različitih vrsta brodova u teretnom pomorskom prometu zaključeno je da su najduži brodovi u pomorskom prometu kontejnerski jer prevoze teret velikih dimenzija. Dužinom najmanji brodovi su pak oni za generalni teret. Najveću nosivost imaju brodovi za prijevoz nafte i kontejnera. Najveći gaz imaju tanker za naftu, a najmanji brodovi za generalni teret. Korisna nosivost je također najveća kod tankera za naftu, a najmanja kod brodova za generalni teret. Najveći brodovi zahtjevaju i najveću snagu motora, tako da najveću snagu motora od navedenih primjera ima kontejnerski brod Emma Maersk, koji je ujedno i najbrži od navedenih primjera.

Navedene su vrste i udjeli transportnog supstrata i objašnjeni potrebni zahtjevi za prijevoz pojedine vrste tereta, kao i same vrste transportnog supstrata.

Napravljena je usporedba između glavnih eksploatacijsko-tehničkih značajki teretnih pomorskih brodova. Zaključeno je koje su eksploatacijsko-tehničke značajke bitne za pomorski promet. Promatrana je nosivost, korisna nosivost, dubina gaza, vlastite mase brodova te gabariti brodova. Dani su primjeri kada je iznimno bitna brzina plovidbe, te vrijeme ukrcaja i iskrcaja.

LITERATURA

- [1] www.ss-aharacica-malilosinj.com.hr/wp.../1.-Tekst-Osnove-brodogradnje-1.-dio.doc (20.07.2019.)
- [2] [http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte\(s%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP\).pdf](http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte(s%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP).pdf) (22.8.2019.)
- [3] <https://www.scribd.com/doc/26431410/Tereti-u-pomorskom-prometu-sa%C5%BEetak-predavanja> (22.8.2019.)
- [4] Lamb T., Kanerva M., Ship Design and Construction, Vol II. CH.35 SNAME“, 2004
- [5] https://hr.wikipedia.org/wiki/Lo-Lo_brod (22.8.2019.)
- [6] <https://www.scribd.com/doc/241746709/Crude-Oil-Washing-and-Inert-Gas-System-Hrvatski> (22.8.2019.)
- [7] <http://www.znanje.org/i/i28/08iv07/08iv0722/PODJELA%20BRODOVA.htm> (20.08.2019.)
- [8] https://hr.wikipedia.org/wiki/Kontejnerski_brod (22.8.2019.)
- [9] file:///C:/Users/User/Downloads/zoran_peric_skripta_osnove_brodogradnje_industrijska_%C2%B9kola_split.pdf (20.08.2019.)
- [10] https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_brod (20.08.2019.)
- [11] <http://www.joskodvornik.com/konstrukcija/konstrukcija-broda.pdf> (20.08.2019.)
- [12] Dvornik, J., Dvornik S.: Konstrukcija broda, Sveučilište u Splitu, Split, 2013
- [13] Vranić, D.; Kos, S.; Morska kontejnerska transportna tehnologija 1., Rijeka, 2008.
- [14] Rudić D., Hlača B., Feeder service to promote revitalization of container transport in the Adriatic ports, „Naše more“, 52(1-2)/2005

- [15] <https://repozitorij.pfst.unist.hr/islandora/object/pfst%3A314/datastream/PDF/view> (20.08.2019.)
- [16] Chakraborty, S., Understanding Design Of Container Ships, svibanj, 2015. URL: <http://www.marineinsight.com/naval-architecture/understanding-design-of-containerships/>
- [17] Galović P., Kovačević M., Podobnik M.: Pomorsko tržište tankera – brodovi za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata, ukapljenog plina i kemikalija, Pomorski fakultet Rijeka, 2008
- [18] <https://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.NTPP/207-2014.pdf> (20.08.2019.)
- [19] https://en.wikipedia.org/wiki/Heavy-lift_ship (20.08.2019.)
- [20] https://en.wikipedia.org/wiki/Heavy-lift_ship#Semi-submersible_ships (20.08.2019.)
- [21] Mišković, D.; Ivče, R; Popović, M.; Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest, Rijeka, 2015
- [22] D. Posavec, K. Simon, M. Malnar: Brodovi za ukapljeni prirodni plin; Rud.-geol,-naft.zb., Vol. 22,2010
- [23] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Tanker> (22.8.2019.)
- [24] https://hr.wikipedia.org/wiki/Ro-Ro_brod (22.8.2019.)
- [25] <http://www.navig8chemicaltankers.com/fleet/specifications> [30.8.2019.]
- [26] <http://hb.hr/wp-content/uploads/2014/12/ferries.pdf> [30.8.2019.]
- [27] https://en.wikipedia.org/wiki/Emma_M%C3%A6rsk [30.8.2019]
- [28] <http://hb.hr/wp-content/uploads/2014/12/tankers.pdf> [30.8.2019]
- [29] https://cdn.wartsila.com/docs/default-source/product-files/sd/merchant/lng/data-sheetship-design-lng-carrier-wsd50-20k.pdf?sfvrsn=b703f045_13 [30.8.2019]

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Prikaz udjela brodova za generalni teret 2002. Godine | 3 |
| Slika 2. Pšenica na brodu | 5 |
| Slika 3. Brod za prijevoz rasutih tereta | 6 |
| Slika 4. Generacije kontejnerskih brodova..... | 17 |
| Slika 5. LNG brod..... | 23 |
| Slika 6. Jaružala koja rade na principu usisavanja..... | 28 |
| Slika 7. Jaružala koja drobe dno | 29 |
| Slika 8. Smještaj tankova tereta ovisno o tipu broda | 42 |
| Slika 9. Presjek poprečnih pregrada..... | 45 |
| Slika 10. Paluba tankera za prijevoz kemikalija | 46 |

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Prikaz tehnoloških zahtjeva određenog povrća za teretni pomorski prijevoz..... | 9 |
| Tablica 2. Prikaz tehnoloških zahtjeva za prijevoz jaja i mliječnih proizvoda u pomorskom prometu..... | 10 |
| Tablica 3. Stanje pojedinih vrsta brodova u svjetskoj pomorskoj teretnoj floti u razdoblju od 2015. do 2017. godine..... | 14 |
| Tablica 4. Najveći kontejnerski brodovi na svijetu | 18 |
| Tablica 5. Najprometnije kontejnerske luke u svijetu 2005. godine..... | 19 |
| Tablica 6. Podjela brodova za ukapljeni prirodni plin prema veličini skladišnog prostora | 24 |
| Tablica 7. Generacije kontejnerskih brodova | 36 |
| Tablica 8. Odnos širina/dubina kod brodova za prijevoz kemikalija..... | 43 |
| Tablica 9. Usporedba glavnih eksploatacijsko-tehničkih značajki različitih vrsta teretnih brodova..... | 48 |

