

Nopanamax tankeri za prijevoz sirove nafte

Martinčević, Dan

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:187:942319>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**



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](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

DAN MARTINČEVIĆ

NEOPANAMAX TANKERI ZA PRIJEVOZ SIROVE NAFTE

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**NEOPANAMAX TANKERI ZA PRIJEVOZ SIROVE NAFTE
NEOPANAMAX CRUDE OIL TANKERS**

**ZAVRŠNI RAD
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Prijevoz tekućih tereta

Mentor: dr.sc Igor Rudan

Komentor: dr.sc Davor Šakan

Student: Dan Martinčević

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112083525

Rijeka, rujan 2024.

Student: Dan Martinčević

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112083525

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom Neopanamax tankeri za prijevoz sirove nafte izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Igor Rudan te komentorstvom dr.sc. Davora Šakana.

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

Student



Dan Martinčević

Student: Dan Martinčević
Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa
JMBAG: 0112083525

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu 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



Dan Martinčević

SAŽETAK

U ovom završnom radu obrađuje se tema Neopanamax klase brodova za prijevoz sirove nafte te odredbe o prolasku Panamskim kanalom koje nalaže uprava kanala. Rad je podijeljen na dva dijela. U prvom dijelu navodi se povijest kanala kao i konstrukcijska obilježja ustava te njihova ograničenja. Također se analiziraju problemi sa sušom s kojim je uprava kanala suočena proteklih godinu dana. U drugom dijelu rada obrađuju se pravila i zahtjevi u vezi konstrukcijskih obilježja tankera za prijevoz sirove nafte koje nalažu nadležne međunarodne organizacije. Nadalje, uspoređuju se razlike između Panamax i Neopanamax klase, konstrukcijski trendovi, te teretni sustavi Neopanamax tankera za prijevoz sirove nafte.

Ključne riječi: Neopanamax klasa, tankeri za prijevoz sirove nafte, Panamski kanal, ustave konstrukcijska obilježja, teretni sustavi.

SUMMARY

This paper deals with a topic of the Neopanamax class tankers for crude oil and requirements for passing through the Panama Canal which are mandated by the canal authority. The paper is divided in two parts. The first part is about the history of the canal, structural features of the locks and their limits. It also covers the topic of drought which the authority of the canal has been faced with the last year. The second part is about the laws and rules mandated by the international maritime organisations regarding the structural features of crude oil tankers. Furthermore, it compares the differences between Panamax and Neopanamax class, construction trends and cargo systems onboard Neopanamax crude oil tankers.

Keywords: Neopanamax class, crude oil tankers, Panama Canal, locks, construction features, cargo systems.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ	II
1. UVOD	1
2. PANAMSKI KANAL	2
2.1. POVIJEST PANAMSKOG KANALA	2
2.2. JEZERO GATUN	4
2.3. USTAVE PANAMSKOG KANALA	4
2.3.1. <i>Općenito</i>	5
2.3.2. <i>Tehničke odredbe Panamax ustava</i>	6
2.3.3. <i>Tehničke odredbe Neopanamax ustava</i>	8
2.4. PROBLEMI TANKERSKOG TRŽISTA PANAMSKOG KANALA	9
2.5. ZNAČAJKE NAVIGACIJSKOG MOSTA POTREBNE ZA PROLAZAK	10
3. KONSTRUCIJSKA OBILJEŽJA TANKERA ZA PRIJEVOZ SIROVE NAFTE	16
3.1. DVOSTRUKI TRUP I SREDIŠNJA PALUBA	16
3.2. IMO STANDARDI ZA NOVE I POSTOJEĆE TANKERE	17
4. NEOPANAMAX TANKERI	19
4.1. KONSTRUKCIJSKI TRENDVI	20
4.2. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA	21
4.3. PREKRCAJNI SUSTAV NEOPANAMAX TANKERA	22
4.3.1. <i>Cjevovodi i pumpe</i>	23
4.3.2. <i>Sustav ventilacije</i>	24
4.3.3. <i>COW sustav</i>	27
4.4. VRSTA PROPULZIJE	28
5. ZAKLJUČAK	31
LITERATURA	32
KAZALO KRATICA	34
POPIS TABLICA	35
POPIS SLIKA	36

1. UVOD

U ovom završnom radu obrađuje se tema Panamskog kanala te tehničko-tehnološka obilježja tankera za prijevoz sirove nafte koji prolaze Neopanamax ustavama Panamskog kanala.

Prvo poglavlje se odnosi na Panamski kanal te je podijeljeno u pet potpoglavlja. Prva tri potpoglavlja obuhvaćaju povijest i razvoj kanala te tehničke odredbe Panamax i Neopanamax ustava. Četvrto potpoglavlje vezano je uz nedavne probleme sa sušama s kojima se kanal suočava te potencijalnim rješenjima za njihovo otklanjanje. U zadnjem se potpoglavlju navodi zahtjeve koje nalaže uprava kanala za brodove koji istim prolaze.

U drugom poglavlju obrađena su konstrukcijska obilježja tankera za prijevoz sirove nafte, a podijeljeno je u 2 potpoglavlja. U prvom potpoglavlju prikazana su konstrukcijska obilježja trupa brodova za prijevoz sirove nafte i razlozi koji su doveli do njihovog donošenja. Drugo potpoglavlje sastoji se od standarda koje nalaže IMO¹ u vezi sa konstrukcijskim obilježjima tankera za prijevoz sirove nafte.

Treće poglavlje obuhvaća Neopanamax klasu tankera za prijevoz sirove nafte, a podijeljeno je u sveukupno četiri potpoglavlja. U prvom potpoglavlju navode se konstrukcijski trendovi pri izgradnji novih tankera kao i neke nedostatke koji su vezani uz trendove. Drugo potpoglavlje vezano je uz konstrukcijska obilježja Neopanamax klase tankera. Treće potpoglavlje obuhvaća prekrcajne sustave na brodu te njihovu važnost u svrhu sigurnog rukovođenja brodskih operacija. U četvrtom potpoglavlju navode se vrste propulzije te snage porivnih strojeva koji se koriste na Neopanamax tankerima, kao i najnovija ekološka rješenja vezana uz propulziju tankera.

¹ IMO – Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime Organization)

2. PANAMSKI KANAL

Panamski kanal je produkt ljudskog djelovanja koji iza sebe krije dugačku povijest kanala kakvog znamo danas. Sam kanal nastao je kao ideja spajanja dva oceana čime od same izgradnje spada u jedan od najznačajnijih pomorskih kanala. Osnovna uloga Panamskog kanala je mogućnost povezivanja istočnih i zapadnih obala sjeverne i južne Amerike na najkraći mogući način.

2.1. POVIJEST PANAMSKOG KANALA

Prva ideja Panamskog kanala javila se još u 15. stoljeću kada je Vasco Nuñez de Balboa primijetio iznimno uzak dio kopna koji je dijelio Atlantski i Pacifički ocean. Prvi koji je došao na ideju gradnje kanala bio je španjolski kralj Charles I. koji je svojim ljudima naredio da istraže potencijalnu rutu uz rijeku Chagres, međutim nakon spoznaje o geografskim obilježjima tog područja ubrzo su uvidjeli da je realizacija takve ideje za njihovo doba nemoguća.

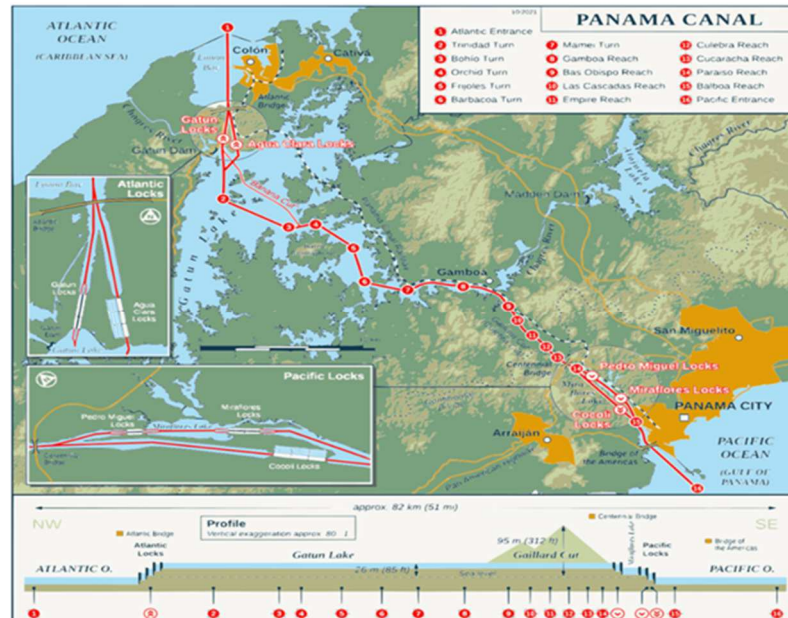
Tijekom 18. stoljeća, engleski i američki vođe uočavaju važnost i potrebu za jeftinijim i efikasnijim prijevozom robe između istočne i zapadne obale SAD-a te se odluče na potpisivanje Clayton-Bulwer ugovora između dvaju država koji navodi namjeru prokopavanja kanala kroz tadašnju Srednjoameričku Republiku Nikaragvu, ali projekt nikada nije ostvaren.

S dolaskom 1880. godine, Francuska je odlučila biti prva država koja će se upustiti u pothvat prokopavanja kanala koji će spojiti Europu sa zapadnom obalom SAD-a i istočnom Azijom, no za razliku od prethodne ideje plan je bio prokopati kanal kroz Panamu, tadašnju kolumbijsku provinciju. Projekt je bio pod vodstvom Ferdinanda de Lessepsa, iskusnog francuskog diplomata koji se smatra zaslužnim za prokopavanje Sueskog kanala. Unatoč iskustvu Ferdinanda de Lessepsa i francuskom kapitalu, izgradnja takvog kanala se pokazala više nego izazovnom. Izgradnja kanala pod vodstvom Francuza trajala je 9 godina unutar kojih su se radnici borili protiv manjka adekvatne opreme, odrona zemlje, žute groznice i malarije. Nakon 9 godina, više od 20 000 ljudi je izgubilo živote pri izgradnji kanala te ultimativno dovelo do bankrota Francuza te obustavljanje izgradnje.

Unatoč katastrofalnim posljedicama pri prvom pokušaju izgradnje, interes za izgradnju kanala je i dalje postojao, međutim ovog puta od strane SAD-a. 1901. godine, potpisan je Hay-Pauncefote ugovor, koji je poništio prethodni Clayton-Bulwer ugovor te omogućio SAD-u izgradnju i vođenje budućeg kanala. Nakon intenzivnih rasprava, 19. lipnja 1903. godine američki senat izglasao je u korist prokopavanja kanala. Unutar 6 mjeseci, državni tajnik John

Hay potpisao je ugovor s kolumbijskim ministrom vanjskih poslova Tomásom Herránom o izgradnji kanala. Kolumbijski kongres je smatrao financijske uvjete ugovora neprihvatljivim te je ugovor poništen. Američki predsjednik Roosevelt je kao odgovor poslao američke ratne brodove ispred Panama Cityja na Pacifiku i Colóna na Atlantiku u svrhu podrške Panami u njihovoj nadi za osamostaljenjem. Kolumbijska vojska nije uspjela suzbiti Panamske pokušaje osamostaljenja te je 3. studenog 1903. godine Panama proglasila svoju neovisnost. Novoosnovana Republika Panama imenovala je Phillipea Bunau-Varillu kao glavnog čovjeka za nadgledanje izgradnje kanala. Varilla, iskusni francuski inženjer koji je sudjelovao u francuskom pokušaju izgradnje kanala, uspijeva potpisati Hay-Bunau-Varilla ugovor iz 1903. koji je omogućio SAD-u 10 milja širok pojas za izgradnju kanala dok je zauzvrat Panama dobila isplatu u vrijednosti od 10 milijuna američkih dolara te godišnju naknadu od 250 000 američkih dolara, koja je do 1955. godine porasla na 1,93 milijuna američkih dolara, te obećanje SAD-a koje garantira očuvanje neovisnosti Republike Paname [1] [2].

Detaljni prikaz presjeka Panamskog kanala s prikazom značajnih dijelove, uključujući ustave, jezero Gatun i put kojim se prolazi kroz kanal možemo vidjeti na Slici 1. Donji dio slike također prikazuje razlike između nadmorskih visina između kanala i oceana.



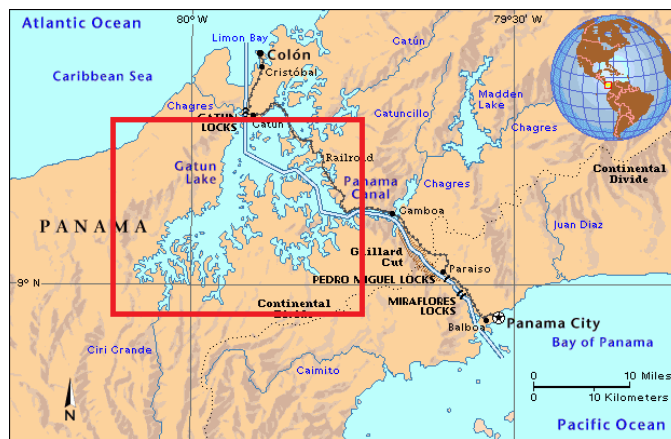
Slika 1. Panamski kanal [3]

Panamski kanal je službeno dovršen 1914. godine te je SAD obilježio kao tehnološki naprednu ekonomsku globalnu silu. U današnje vrijeme kanal je pod upravljanjem Paname te je demilitarizirano područje u kojem nije dozvoljeno bilo kakvo provođenje sile ili ratovanje.

Panamskim kanalom također ima pravo proći bilo koji brod bez obzira na državu zastave bez ikakve diskriminacije te se smatra operativnim i u vrijeme rata i u vrijeme mira. Ukoliko dođe do neopravdanog prestanka rada kanala, SAD-a ima pravo poduzeti mjere radi ponovnog otvaranja kanala [1].

2.2. JEZERO GATUN

Jezero Gatun je umjetno jezero koje se nalazi južno od grada Colón na nadmorskoj visini od približno 26 metara. Jezero čini veliki dio Panamskog kanala jer povezuje 18 nautičkih milja udaljene ustave na strani Pacifika sa ustavama na strani Atlantika. Jezero je nastalo 1913. godine kada je izgrađena brana na rijeci Chagres [4] dok obilježja možemo vidjeti na Slici 2.



Slika 2. Jezero Gatun [5]

Jezero je jedna od ključnih stavki koji omogućava funkcioniranje Panamskog kanala budući da omogućava milijune litara vode koji su potrebni za upravljanje ustavama svaki put kada brod prođe njima. Jezero pokriva površinu od približno 470 km², a u doba gradnje bilo je najveće umjetno jezero na svijetu [4].

2.3. USTAVE PANAMSKOG KANALA

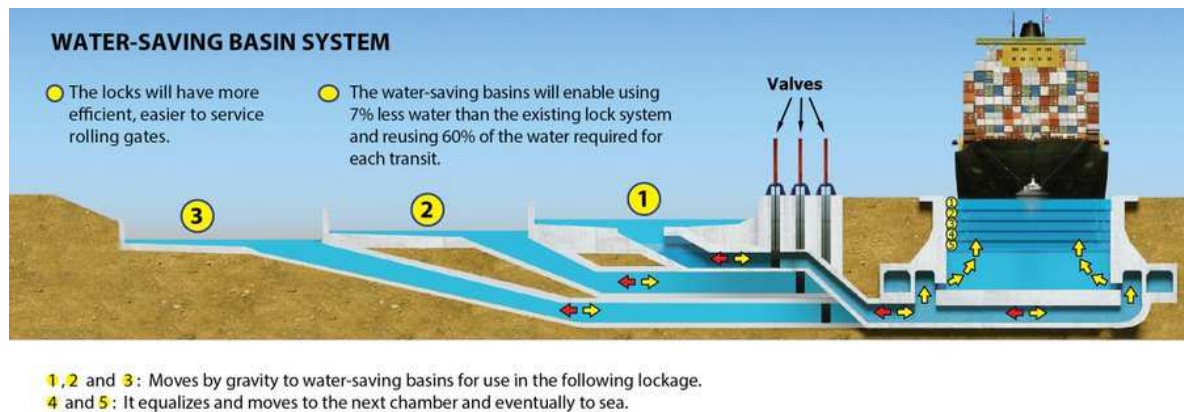
U ovom potpoglavlju obrađena je tema ustava Panamskog kanala, konstrukcijska obilježja ustava te maksimalne dimenzije brodova koji mogu proći ustavama. Ustave se na području Panamskog kanala koriste za prevladavanje nadmorske visine obalnog područja kroz koji se proteže sam kanal.

2.3.1. Općenito

Unatoč velikoj važnosti Gatunskog jezera pri funkcioniranju kanala, ustave imaju značajniju ulogu te omogućavaju prolazak brodova podizanjem s morske razine na visinu Gatunskog jezera koje iznosi spomenutih 26 m nadmorske visine. Iz Atlantskog oceana brodovi ulaze u kanal zapadno od grada Colóna, kroz zaljev Limón zatim prolaskom kroz tri ustave dolaze na jezero Gatun. Nakon plovidbe jezerom, brodovi prolaze 13,7 km dugim Gaillard usjekom, zatim se preko Pedro Miguel ustave spuštaju za 10 metara na jezero Miraflores. Iz jezera brodovi isplovljavaju kroz dvije ustave te se spuštaju za 16 metara natrag na razinu mora i isplovljavaju u Panamski zaljev.

Od početka rada kanala, nekoliko puta se radilo na proširenju usjeka Gaillard, točnije 1960-ih te 1990-ih godina kako bi se udovoljilo razvoju pomorske industrije, njihovim brodovima i kapacitetima. Duljina ustava iznosila je je 304,8 metara, širina 33,5 metara te dubina 12,5 metara što je omogućavalo prolazak brodovima s korisnom nosivošću do 52 500 tona ili u slučaju kontejnerskih brodova do 5000 TEU jedinica. 2007. godine donesena je odluka o sveukupnom proširenju kanala koje je uključivalo proširenje oceanskih pristupa, plovidbenog kanala na jezeru Gatun te ponovno proširenje Gaillard usjeka. Također su napravljene i nove ustave, većih dimenzija od prethodnih međutim za razliku od prvih ustava koje su bile dvostruke te omogućavale promet u oba smjera istovremeno, nove ustave su bile jednosmjerne. Svojom duljinom od 427 metara, širinom 55 metara te dubinom 18,3 metara omogućavaju prolaz većim brodovima, do čak 120 000 tona korisne nosivosti, odnosno kontejnerskim brodovima koji prevoze 13 000 TEU jedinica kontejnera [2].

Na donjoj slici prikazan je sustav novih ustava Panamskog kanala. Razlika novog sustava u odnosu na prethodni jest izgradnja bazena za uštedu vode koji omogućavaju prolazak brodova s 2 do 3 puta većim opterećenjem, pritom koristeći 7% manje vode. Ustave rade na principu gravitacije, uz pomoć ventila za regulaciju. Glavni izazovi prilikom projektiranja su bili vrijeme potrebno za izjednačavanje razine vode u ustavama, izdržljivost materijala (otpornost na vibracije i kavitaciju) te sigurnost ustava za velike brodove (čim manja kretanja brodova prilikom prolaska ustavama) [3].



Slika 3. Ustave Panamskog kanala [6]

Ulazak u ustave sastoji se od dvostrukih vrata čija krila imaju duljinu od 20 metara te širinu od 2 metra. Najniža vrata na ustavama su 14 metara a najviša 25 metara, ovisno o ustavi kroz koju brod prolazi. Sva vrata pogonjena su električnim motorima koji se nalaze u boku ustava, a njime se upravlja s kontrolnog tornja koji se nalazi paralelno uz svaka vrata ustava. Iz kontrolnog tornja se također kontrolira naplavlivanje i pražnjenje pojedine ustave.

Pumpe koje su zadužene za pražnjenje i naplavlivanje Neopanamax ustava pri svakoj upotrebi koriste 197 milijuna litara vode, dok Panamax ustave koriste 182 milijuna litara prilikom svake operacije. Budući da su to izuzetno velike količine vode, Panamski kanal ima ukupno na raspolaganju 18 bazena, a svakoj ustavi je na raspolaganju po 3 bazena. Bazeni imaju širinu od 70 metara i dubinu od 5,5 metara. Krajem 2023. godine Panama se suočila sa zabrinjavajućim sušama što je uzrokovalo znatno manje količine vode u zalihama Panamskog kanala što je rezultiralo puno manjim postotkom prometa Panamskim kanalom [1].

U sljedeća dva poglavlja obrađene su tehničke odredbe Panamax i Neopanamax ustava.

2.3.2. Tehničke odredbe Panamax ustava

Brodovi koji svojom veličinom zadovoljavaju uvjete za prolazak starim ustavama svrstavamo u kategoriju Panamax brodova. Uprava Panamskog kanala propisuje da maksimalna duljina preko svega (uključujući bulb) komercijalnih i nekomercijalnih brodova za regularni prolazak Panamax ustavama iznosi 289,6 metara, izuzev putničkih te kontejnerskih brodova čija maksimalna duljina preko svega iznosi 294,43 metara. Novoizgrađeni brodovi ili brodovi koji su nedavno modificirani te prolaze kanalom prvi put moraju biti podvrgnuti inspekciji te im moraju unaprijed biti odobrene brodske svjedodžbe. Brodovima koji ne dobiju unaprijed odobrenje ili ne zadovoljavaju uvjete za prolazak Panamax ustavama, prolazak može biti odbijen. Maksimalna širina komercijalnih i nekomercijalnih brodova te kombinacija

tegljač-barža koji prolaze Panamax ustavama iznosi 32,31 metara, mjereno od vanjskog dijela oplata broda. Maksimalni dozvoljeni gaz za prolazak kanalom koristeći Panamax ustave iznosi 12,04 metara na tropskom slatkovodnom gazu (engl. Tropical Freshwater draft) na razini vode jezera Gatun od minimalno 24,01 metara ili više. [7]

Na donjoj slici prikazan je tanker Johnny Traveller za prijevoz kemikalija i naftnih produkata u prolasku kroz Panamax ustave kanala. Duljina broda preko svega iznosi 183 metara, a širina 32 metara [7].



Slika 4. Tanker u prolasku Panamax ustavama [8]

Pomoću ovih odredbi omogućava se sigurna neto dubina ispod kobilice od minimalno 1,52 metara preko kritičnih pličina u kanalu te 0,50 metara neto dubine ispod kobilice na južnom dijelu Pedro Miguel ustava na jezeru Miraflores na razini jezera 16,61 metar ili više. Brodovi čiji gaz prelazi 10,82 metara prilikom prvog prolaska dužni su prijaviti sve bitne informacije upravi kanala te zatražiti maksimalni dozvoljeni gaz za svoj brod od odgovorne osobe zadužene za operacije prolaska kanalom, ne kasnije od 2 tjedna prije prolaska kanalom. Nakon inicijalnog prolaska kanalom, ukoliko brodar ne dobije povratne informacije o ikakvim ograničenjima od strane kanala, maksimalni odobreni dozvoljeni gaz će ostati na snazi [7].

2.3.3. Tehničke odredbe Neopanamax ustava

Izgradnja novih ustava odgovor je na zahtjeve globalne pomorske trgovine koja zahtijeva sve veće brodove, većih kapaciteta. S proširenjem kanala i izgradnjom novih ustava javlja se i nova, veća klasa brodova koja se naziva Neopanamax klasa.

Uprava Panamskog propisuje da maksimalna duljina preko svega (uključujući bulb) za komercijalne i nekomercijalne brodove koji prolaze Neopanamax ustavama iznosi 367,28 metara. Novoizgrađeni ili nedavno modificirani brodovi koji prvi put prolaze kanalom moraju biti podvrgnuti inspekciji te im unaprijed moraju biti odobreni brodski planovi. Brodovima koji ne dobiju unaprijed odobrenje ili ne zadovoljavaju uvjete za prolazak Neopanamax ustavama, prolazak može biti odbijen. Maksimalna širina za komercijalne i nekomercijalne brodove te kombinacija tegljač-barža koji prolaze Neopanamax ustavama iznosi 51,25 metara, mjereno od vanjske strane oplata. Maksimalni dozvoljeni gaz za prolazak kanalom koristeći Neopanamax ustave iznosi 15,24 metara na tropskom slatkovodnom gasu na razini vode jezera Gatun od 25,91 metar što omogućava sigurnu neto dubinu ispod kobilice od 1,52 metar preko kritičnih pličina kanala [7].

Na donjoj slici prikazan je kontejnerski brod Zephyr kompanije CMA CGM u prolasku Neopanamax ustavama sa rekordnim brojem od 16 825 TEU jedinica, za razliku od uobičajenih 13 000 TEU jedinica koje se prevoze na kontejnerskim brodovima identičnih dimenzija.



Slika 5. CMA CGM Zephyr obara rekord sa prevezenih 16 825 TEU jedinica [9]

Dodatne odredbe još propisuju količine balasta za sigurno rukovođenje brodom prilikom prolaska. Ukoliko brod čiji gaz u balastu ne odgovara propisanim zahtjevima, prolazak mu i dalje može biti odobren od strane odgovorne osobe zadužene za operacije prolaska kanalom, no prije toga mora dostaviti dokumente koji sadrže dimenzije broda, najdublji mogući

minimalni gaz te ograničenja vidljivosti prema pramcu i prema krmi broda s navigacijskog mosta [6].

2.4. PROBLEMI TANKERSKOG TRŽISTA PANAMSKOG KANALA

Kroz Panamski kanal prolazi približno 5% sveukupne svjetske pomorske trgovine. Kanalom prolaze razne vrste brodova, od putničkih brodova i ro-ro brodova do brodova za prijevoz generalnog tereta, no najčešći su kontejnerski brodovi, brodovi za prijevoz suhih rasutih tereta te tankeri za prijevoz naftnih produkata. Tankeri za prijevoz kemikalija također nerijetko prolaze kroz kanal, međutim tankeri za prijevoz sirove nafte vrlo su rijetki u kanalu.

Dnevno maksimalno prolazi između 38 i 40 brodova, a prema podacima iz 2022. godine prosječni broj prolazaka u danu iznosi 35,4 brodova. Najveći postotak prolaska zauzimaju brodovi za prijevoz rasutih tereta, 22,5%, zatim slijede kontejnerski brodovi s 22% te tankeri za prijevoz kemikalija s 18%. Brodovi za prijevoz sirove nafte zauzimaju vrlo mali postotak po broju tranzita.

Panamski kanal se u 2023. godini suočio s rekordnim sušama, a razina vode najniža je zabilježena još od 1950. godine, sveukupno 41% ispod prosjeka za listopad 2023.godine. Dnevni broj prolazaka 30. srpnja 2023. godine smanjen je na 30, a do početka veljače 2024. godine broj prolazaka je smanjen na 18.

Dnevni broj prolazaka kroz Neopanamax ustave tijekom prošle godine smanjen je na niskih 8, a većinu prolazaka zauzimaju kontejnerski brodovi te poneki tanker za prijevoz plina. Uprava Panamskog kanala inače naplaćuje prolazak po fiksnim tarifama međutim sa trenutačnim problemima s kojima se suočavaju, brodari plaćaju iznimno visoke cijene na aukcijama u svrhu osiguravanja prolaska njihovih brodova kroz kanal. Nedavnu aukciju osvojio je VLGC (engl. Very Large Gas Carrier) sa cijenom od 2,85 milijuna dolara.

Ograničenje gaza kroz Neopanamax ustave inače iznosi 15,24 metara, dok je sa trenutačnom situacijom gaz ograničen na 13,40 metara. 15. lipnja 2024. godine uprava kanala povećala je ograničenje gaza sa spomenutih 13,40 metara na 13,71 metara te je povećan broj dnevnih prolazaka kroz kanal, međutim samo za Panamax ustave, dok broj prolazaka za Neopanamax ustave ostaje isti.

Tankeri Neopanamax klase najčešće koriste Neopanamax ustave u svrhu premještaja sa zapadne obale SAD-a, nakon iskrcaja tereta, u Meksički zaljev. Prilikom prolaska najčešće plove u balastu, zbog čega je brodarima neisplativo plaćanje visokih cijena za prolazak koje se postižu na aukcijama. Budući da su u slobodnoj plovidbi, te nemaju definirane rasporede kao

što imaju kontejnerski brodovi ne mogu unaprijed dogovarati prolazak kanalom zbog čega će sve veći broj tankera zaobilaziti kanal. To će dovesti do povećanja potražnje tonskih milja što će uzrokovati korištenje većih tankera za duža putovanja, a tržište Neopanamax tankera doživjeti će pad [10].

2.5. ZNAČAJKE NAVIGACIJSKOG MOSTA POTREBNE ZA PROLAZAK

U ovom poglavlju obrađuju se zahtjevi za navigacijsku opremu mosta broda koji prolazi Panamskim kanala odnosno njegova uprava. Zahtjevi se odnose na niz elemenata koji su prikazani u nastavku. Zahtjevi se sastoje od sljedećih dijelova [7]:

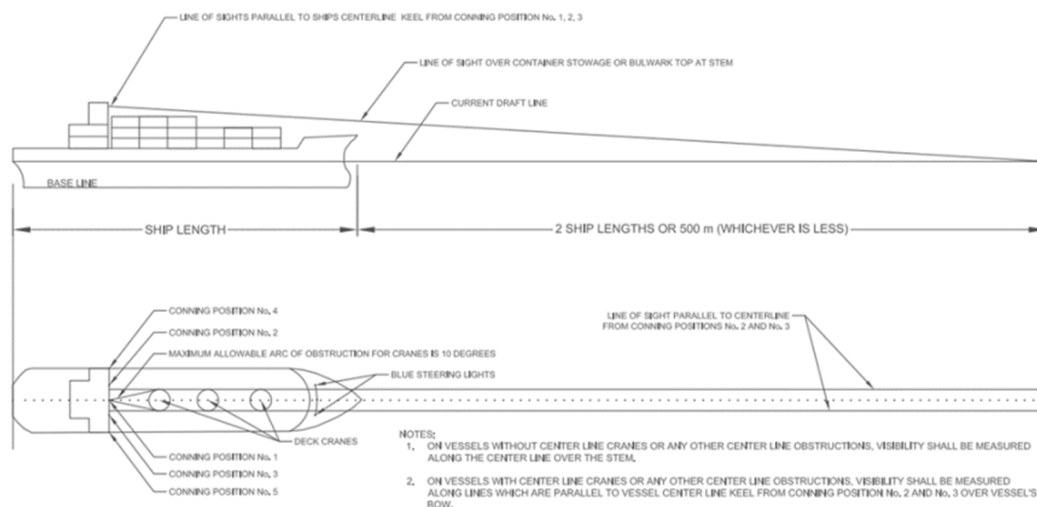
- a) Uprava (engl. Panama Canal Authority)
- b) Kormilarnica
- c) Krila mosta
- d) Upravljačke pozicije na zapovjedničkom mostu
- e) Zahtjevi minimalne vidljivosti
- f) Pokazivači
- g) VHF radio
- h) Kontrole brodske sirene
- i) Upravljačko svjetlo
- j) Pramčani i krmeni porivnici
- k) Kompas
- l) Pisač kursa
- m) Reflektori krila mosta
- n) Radar
- o) Glavni sustav propulzije
- p) AIS sustav
- q) Kormilarski uređaj

Nadalje, navesti će se temeljni elementi navedenih dijelova koji se odnose na sve brodove koji prolaze kanalom, uključujući tankere [7].

- a) Uprava – Sljedeće elemente navigacijskog mosta propisuje Uprava Panamskog kanala, sukladno čl. 29, 50 te 61 do 64 navedenim u plovidbenim propisima kanala. Brodovi koji ne udovoljavaju zahtjevima nakon 1. siječnja 1980. godine, prema uputama Uprave kanala, kanalom mogu proći nakon ispunjavanja obvezujućeg formulara u ime vlasnika, brodarka, zapovjednika te svih drugih osoba koje imaju interes od broda koji će u slučaju

nastanka bilo kakve štete uzrokovane nesukladnostima ovih pravila, kanal će biti oslobođen odgovornosti i naknade štete.

- b) Kormilarnica - Uprava kanala propisuje zahtjeve za konstrukciju prozora koji se nalaze na navigacijskom mostu u svrhu osiguravanja sigurnog prolaska kanalom i uspješno vođenje navigacije. Prozori moraju biti prikladne veličine i izrađeni od sigurnosnog stakla.
- c) Krila mosta - Krila mosta moraju omogućiti nesmetan prolaz od navigacijskog mosta do krajnjih dijelova krila, imati širinu od minimalno 1 metra, udovoljavati propisanim zahtjevima čvrstoće te biti održavana u skladu s pravilima.
- d) Normalni položaji upravljanja - Položaji upravljanja nalaze se na zapovjedničkom mostu te ih postoji sveukupno pet. Prvi položaj (1) upravljanja nalazi se u ravnini sa središnjim prozorom na zapovjedničkom mostu. Drugi (2) i treći položaj (3) nalaze se lijevo i desno od prvog položaja, neposredno iza prozora koji pruža nesmetan pogled prema pramcu broda. Četvrti (4) i peti položaj (5) nalaze se na krajnjim točkama krila navigacijskog mosta te moraju omogućiti nesmetan pogled prema pramcu i krmi broda. Na donjoj slici prikazani su položaji upravljanja.



Slika 6. Normalni položaji upravljanja [7]

- e) Zahtjevi minimalne vidljivosti - Brodovi na svim mogućim gazovima i trimovima moraju sa pozicija upravljanja 1, 2 i 3 na navigacijskom mostu imati nesmetan pogled minimalno 2 duljine broda ili 500 metara od krajnje točke pramca broda, uzimajući manju vrijednost između navedenih. Također, mora biti omogućen nesmetan pogled od 10 stupnjeva u lijevu ili desnu stranu mjereno od uzdužnice broda. Ukoliko brodovi ne

zadovoljavaju propisane uvjete, uprava kanala će u skladu sa svojim posebnim odredbama procijeniti može li brod proći kanalom.

- f) Pokazivači - Brodovi moraju imati pokazivače za kut otklona kormila te pokazivače broja okretaja vijka koji moraju biti jasno vidljivi sa svih upravljačkih pozicija, neovisno o dobu dana ili noći. Brodovi koji imaju propelere s kontroliranim korakom moraju također imati pokazivače koji su jasno vidljivi te se nalaze na svim upravljačkim pozicijama. Svi navedeni pokazivači moraju biti u ispravnom stanju jer u suprotnom mogu očekivati kašnjenja u tranzitu.
- g) VHF radio - Svaki brod na motorni pogon veći od 300 BT mora imati minimalno jedan VHF predajnik koji je upravljiv s upravljačke pozicije i jedan opremljen s međunarodnim kanalom 12 (156,00 Mhz), kanalom 13 (156,650 Mhz) te kanalom 16 (156,800 Mhz).
- h) Kontrole brodske sirene - Svi brodovi moraju imati postavljenu kontrolu brodske sirene lako dostupnu sa navigacijskih položaja 1,2 i 3, po mogućnosti na prednjoj pregradi navigacijskog mosta. Nadalje, brodovi čija je širina veća od 15 metara, moraju imati dodatne kontrole brodske sirene postavljene unutar 1,52 metara od krajnjih točaka krila mosta na upravljačkim pozicijama 4 i 5.
- i) Upravljačko svjetlo - Brodovi veći od 100 metara trebaju imati na pramcu, ili čim bliže pramcu, plavo svjetlo koje je jasno vidljivo s upravljačke pozicije 1 te što bliže visini oka promatrača koji se nalazi na navigacijskom mostu. Ukoliko svjetlo nije u potpunosti vidljivo s upravljačke pozicije 1 onda se trebaju postaviti 2 dodatna svjetla koja će biti vidljiva s upravljačkih pozicija 2 i 3.
- j) Pramčani i krmene porivnici - Brodovi koji imaju pramčane i krmene porivnike dužni su imati upravljačke kontrole za porivnike na navigacijskom mostu kao i na krajnjim točkama krila mosta.
- k) Kompas - Brodovi veći od 500 BT dužni su imati žirokompas te ponavljač žirokompasa koji su postavljeni na poziciji s koje kormilar jasno može očitati vrijednosti s upravljačke pozicije 1. Brodovi veći od 1600 BT moraju imati jedan ili više ponavljača žirokompasa te će biti postavljeni na način koji osigurava određivanje azimuta što bliže moguće luku horizontale od 360 stupnjeva te su postavljeni na način da su vidljivi kormilaru s upravljačke pozicije 1 u svim trenucima. Najveća pogreška žirokompasa u stabilnom stanju ne smije premašiti 2 stupnja. Maksimalno odstupanje vrijednosti između glavnog žirokompasa te ponavljača ne smije biti veće od +/- 0,5 stupnjeva.

- l) Pisač kursa - Brodovi koji su opremljeni s uređajima za praćenje rada pogonskog stroja, kretanjem kormila te promjene kursa broda moraju osigurati ispravan rad svakog od navedenih uređaja za vrijeme prolaska kanalom.
- m) Reflektori krila mosta - Svi brodovi čija je širina veća od 30 metara dužni su imati reflektore postavljene na krajnje točke krila mosta te sposobnost osvjetljavanja bočne strane broda do vodene linije. Reflektori moraju biti postavljeni na stražnjoj strani krila mosta, učvršćeni na šarke kako bi se mogli skloniti s puta ukoliko se ne koriste. Reflektori mogu biti postavljeni i na prednjoj strani krila međutim kada nisu u upotrebi ne smiju biti postavljeni na način da svojom visinom prelaze linicu krila. Pozicija peljara prilikom vođenja navigacije jest krajnji prednji kut na krilu mosta te nikakva navigacijska oprema ili svjetla ne smiju sprječavati mogućnost sigurnog vođenja navigacije.
- n) Radar - Brodovi bruto tonaže veće od 10 000 BT moraju imati dva radara, koja istovremeno mogu raditi te moraju imati odvojene sustave napajanja u slučaju da dođe do otkazivanja električnog napajanja tzv. engl. "blackout", da ne bi izgubili mogućnost rada oba radara.
- o) Glavni sustav poriva – Mora zadovoljiti sljedeće:
1. Bez obzira na to što se pogonom upravlja s mosta ili iz strojarnice, maksimalno dopušteno vrijeme odziva porivnog sustava od zaustavljanja prema naprijed ili od zaustavljanja do vožnje krmom ne smije prelaziti 10 sekundi.
 2. Ukupni kapacitet spremnika zraka mora biti dovoljan da omogućí, bez njihovog ponovnog punjenja, najmanje 12 uzastopnih pokretanja naizmjenično između komande naprijed i komande vožnje krmom svakog glavnog motora reverzibilnog tipa, te ne manje od 6 paljenja svakog glavnog ireverzibilnog tipa motora povezanog s vijkom s kontroliranim korakom ili drugim uređajem koji omogućuje pokretanje bez suprotnog momenta.
 3. Brodovi s glavnim motorima koji se pokreću na zrak moraju imati najmanje 2 zračna kompresora koji mogu napuniti glavne spremnike zraka za najviše 60 minuta prema zahtjevima propisanim u prethodnom odlomku.
 4. Tamo gdje je motor postavljen za električno pokretanje, potrebno je ugraditi dvije odvojene baterije. Raspored mora biti takav da se baterije ne mogu spojiti paralelno. Svaka baterija mora biti sposobna pokrenuti glavni motor kada je hladan te kada je spreman za pokretanje.

5. Ukoliko je predviđeno daljinsko upravljanje porivnim strojevima, daljinsko upravljanje mora biti u dobrim radnim uvjetima.
 6. U slučaju kvara u bilo kojem dijelu sustava automatskog ili daljinskog upravljanja, mora biti moguće fizički upravljati pogonskim strojevima.
 7. Moraju se predvidjeti najmanje 2 nezavisna sredstva za priopćavanje naredbi sa zapovjedničkog mosta do mjesta u prostoriji strojeva ili u kontrolnoj sobi iz koje se obično upravlja motorima; jedno od njih mora biti telegraf iz strojarnice koji daje vizualnu indikaciju naredbi i reakcije u strojarnici te zapovjedničkom mostu.
 8. Gdje je predviđeno daljinsko upravljanje porivnim strojevima sa zapovjedničkoga mosta, alarm na zapovjedničkom mostu te u strojarnici mora pokazivati kada postoji razina niskog tlaka pri pokretanju. Ovaj alarm mora biti postavljen na razinu koja omogućuje daljnje pokretanje glavnog motora.
 9. Motori s unutarnjim izgaranjem namijenjeni za pogon broda moraju imati svoje vanjske visokotlačne linije dobave goriva između visokotlačnih pumpi goriva i mlaznica za gorivo, zaštićenih sustavom cjevovoda s omotačem koji može zadržati goriva u slučaju kvara visokotlačnih cjevovoda dobave goriva. Obložena cijev uključuje vanjsku cijev u kojoj je postavljena visokotlačna cijev za gorivo, tvoreći stalni sklop.
 10. Računalno ili elektronički upravljani glavni motori moraju imati ograničenja otkazivanja ili programske funkcije operativne te spremne za upotrebu po potrebi.
- p) AIS sustav - Svi brodovi čija je duljina veća od 20 metara ili bruto tonaža veća od 300 obvezni su imati AIS sustav.
- q) Upravljačka oprema – mora se sastojati od:
1. Svi članovi posade koji rade na navigacijskom mostu moraju biti upoznati s postupcima prebacivanja kormilarenja te s uporabom uređaja za kormilarenje u nuždi.
 2. Komande kormilarskog uređaja na mostu moraju omogućiti brzu promjenu kormilarenja s “Follow-Up” režima rada na “Non Follow-Up” režim rada, s položajem kormilara na mostu.
 3. U slučaju nestanka struje na bilo kojoj od pogonskih jedinica kormilarskog mehanizma, zvučni i vizualni alarm se mora oglasiti na navigacijskom mostu.
 4. Glavni kormilarski uređaj i struk kormila moraju biti u stanju okrenuti kormilo od 35 stupnjeva s jedne strane do 35 stupnjeva s druge strane dok brod plovi na

- maksimalnom mogućem gazu pri najvećoj radnoj brzini, te pod istim uvjetima, od 35 stupnjeva s jedne strane do 30 stupnjeva druge strane u maksimalno 28 sekundi.
5. Pomoćni kormilarski uređaj mora biti u stanju okrenuti kormilo od 15 stupnjeva s jedne strane do 15 stupnjeva s druge strane u maksimalno 60 sekundi.
 6. Ako pomoćni kormilarski uređaj ne postoji, a glavni kormilarski uređaj se sastoji od dvije ili više identičnih pogonskih jedinica, u tom slučaju:
 - a) Putnički brod mora imati kormilarski mehanizam koji omogućava rad kormilarskog uređaja u skladu s pravilima navedenim u gornjem stavku br. 4, dok je bilo koja od pogonskih jedinica izvan pogona.
 - b) Teretni brod (tanker) mora imati kormilarski mehanizam koji omogućava rad kormilarskog uređaja u skladu s pravilima navedenim u gornjem stavku br. 4, dok su sve pogonske jedinice u funkciji.

Iz navedenog može se zaključiti da su zahtjevi navigacijskog mosta za prolazak kanalom sveobuhvatni te su mnogi od njih standardi pomorske industrije, međutim postoji nekoliko dodatnih odredbi koje su posebne za brodovi koji prolaze kanalom, a to su plavo navigacijsko svjetlo koje označava prisutnost pilota na brodu, posebni premazi podvodnog dijela trupa broda u svrhu očuvanja vode iz okolnih jezera i rijeka, stroži zahtjevi za prijevoz opasnih tereta u odnosu na standarde koje nalaže pomorska industrija, te dodatne inspekcije broda u svrhu provjere sukladnosti s pravilima o prolasku kanalom.

3. KONSTRUCIJSKA OBILJEŽJA TANKERA ZA PRIJEVOZ SIROVE NAFTE

U ovom poglavlju navode se propisi navedeni od strane MARPOL-a² i IMO-a koji se odnose na konstrukcijska obilježja različitih klasa tankera no standardi su pomorske industrije te se samim time odnose se i na Neopanamax klasu.

3.1. DVOSTRUKI TRUP I SREDIŠNJA PALUBA

Do 1990-ih godina tankeri su se gradili s jednostrukom oplatom međutim zbog broja nezgoda tankera u kojima je došlo do onečišćenja mora, SAD je iznio prijedlog za nadopunu i izmjenu MARPOL 73/78 konvencije što bi činilo gradnju tankera s dvostrukim trupom obveznom. Svrha dvostrukog trupa jest zaštita okoliša od onečišćenja uslijed pomorskih nezgoda tankera. Tankeri s jednostrukim trupom izložili su morski okoliš velikim onečišćenjima prilikom fizičkog udara u trup broda zbog čega je teret bio u direktnom kontaktu s morem i njegovim okolišem te je dovodilo do katastrofalnih posljedica. Prijedlog SAD-a za izgradnju tankera s dvostrukim trupom bio je općeprihvaćen, no također su se pojavile i alternativne izvedbe trupa broda koje su garantirale jednaki stupanj sigurnosti zaštite morskog okoliša kao i konstrukcija s dvostrukim trupom. Najznačajnija alternativna izvedba bila je predložena od strane Japana, a to je izvedba sa središnjom palubom. Brodovi sa dizajnom središnje palubne konstrukcije imaju bočne balastne tankove koji štite trup prilikom sudara, a teretni tankovi su dizajnirani da se na dnu trupa broda stvara nadtlak koji djeluje prema gore te osigurava izjednačavanje tlaka unutar i izvan tankova prilikom probijanja trupa broda što rezultira izlivanjem nafte u bočne balastne tankove umjesto u more.

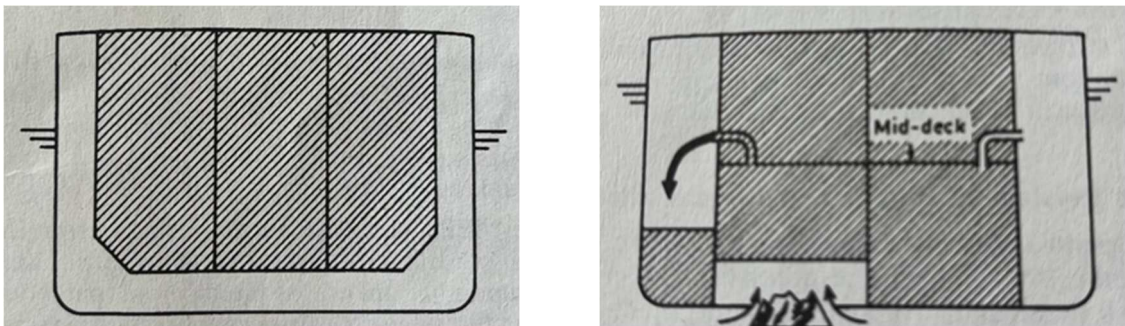
IMO-ov Odbor za zaštitu morskog okoliša (MEPC³) počeo je 1991. godine provoditi istraživanja gdje su se usporedile dvije navedene konstrukcijske izvedbe tankera koja su potvrdila pretpostavke da te izvedbe pružaju viši stupanj sigurnosti. Nadalje, razmatranja su pokazala da unatoč približno jednakoj sigurnosnoj razini izvedbi, svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke u određenim okolnostima. Istraživanja su pokazala da prilikom nasukanja kod kojih dolazi do probijanja oplata dna broda, koje se događa u 80% nasukanja, kod tankera s dvostrukim dnom (u najvećem broju slučajeva) ne dolazi do probijanja unutarnjeg

² MARPOL - Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova (engl. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)

³ MEPC - Marine Environment Protection Committee

dijela oplata dok kod tankera sa središnjom palubom dolazi do popriličnog izlivanja količine nafte u odnosu na nosivost broda.

Prilikom nasukanja kod kojih bi došlo i do probijanja unutarnje oplata dvostrukog dna, količina izlivena nafte je znatno manja kod tankera sa središnjom oplatom nego kod tankera s dvostrukim dnom, pod uvjetom da se u proračunu uzimaju u obzir tolerantne vrijednosti struje i morskih mijena. Prilikom sudara kod kojih nije probijen unutarnji trup neće doći do izlivanja nafte. Kod tankera sa središnjom palubom vjerojatnost sudara s takvim posljedicama biti će puno manja zbog toga što su ugrađeni širi prostori bočnih tankova prema zahtjevu za odvojenim balastnim kapacitetima. Nakon sudara u kojem je probijen unutarnji dio trupa broda, količina izlivena nafte ovisiti će o izvedbi tankova na pojedinom brodu. Od trenutka kada su promjene unutar MARPOL konvencije donesene, postepeno su tankeri s jednostrukim trupom nestajali s tržišta ili su prenamijenjeni u plutajuća skladišta, a 2015. godine SAD je u potpunosti zabranio plovidbu tankerima s jednostrukim trupom u vodama SAD-a [11].



Slika 7. Izvedba trupa tankera s dvostrukim trupom (lijevo) te sa središnjom palubom (desno) [11]

Na gornjoj slici vidljive su dvije izvedbe trupe navedene u odlomku te su proglašene standardom pomorske industrije. Izvedba tankera s dvostrukim trupom značajno se više primjenjuje u praksi zbog svojih konstrukcijskih karakteristika koje omogućavaju minimalan rizik zagađenja prilikom sudara ili nasukanja.

3.2. IMO STANDARDI ZA NOVE I POSTOJEĆE TANKERE

U ovom poglavlju navode se propisi navedeni od strane IMO-a i MARPOL-a koji propisuju minimalnu tonažu tankera, no nema definirane maksimalne tonaže stoga se ova pravila odnose na Neopanamax klasu, ali također se odnose na druge klase tankera [12].

MARPOL Dodatak I navodi standarde za sprječavanje onečišćenja mora uljem. Dodatak uključuje zahtjeve kojima su uređena pravila za konstrukciju tankera, opremu te radne procedure kojima se smanjuje rizik od onečišćenja s brodova, s naglaskom na tankere za prijevoz nafte i naftnih derivata.

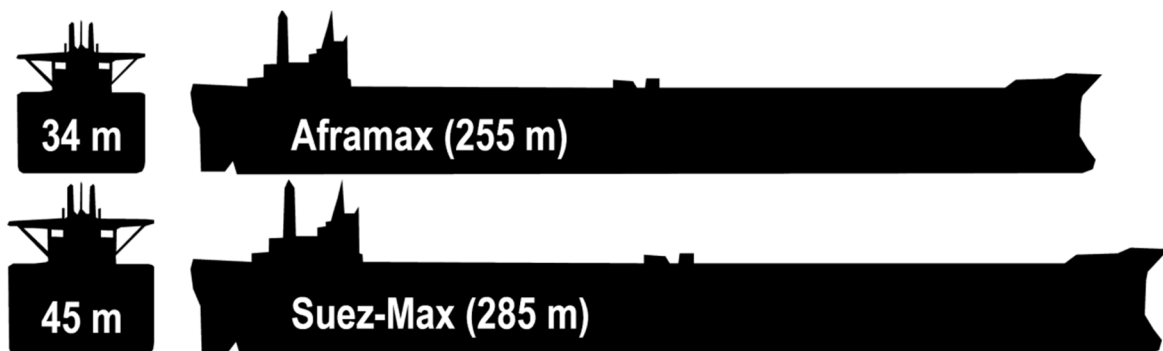
Odredba 20 odnosi se na konstrukcijske zahtjeve tankera za prijevoz sirove nafte. Odredba nalaže da tankeri moraju imati dvostruki trup u svrhu smanjivanja rizika od onečišćenja mora naftom prilikom nasukanja ili sudara. Odredba se primjenjuje na tankere za prijevoz sirove nafte od 5 000 BT i više koji su izgrađeni nakon 6. srpnja 1996. Izuzev izvedbe s dvostrukim trupom, prihvaćene su i alternativne izvedbe trupa pod uvjetom da garantiraju isti stupanj sigurnosti te su odobrene od strane IMO-a.

Odredba 20 MARPOL Dodatka I je glavna komponenta IMO-ove strategije za sprječavanje onečišćenja mora uljima s brodova. Uvođenjem ove odredbe te zabrane konstrukcije tankera s jednostrukom oplatom značajno je poboljšana sigurnost brodova kao i morskog okoliša.

4. NEOPANAMAX TANKERI

Tankeri su vrsta brodova koji se koriste za prijevoz tekućih tereta. U današnje vrijeme, najzastupljeniji su tankeri za prijevoz sirove nafte. Tankeri se dijele, izuzev po prirodi tereta kojeg prevoze, po veličini i kapacitetu koji mogu prevoziti. U ovome radu obrađuje se specifična veličina tankera, tzv. Neopanamax klasa. Tankeri koji spadaju u navedenu klasu ne nose taj naziv već isti najčešće spadaju u Aframax te rjeđe Suezmax klasu tankera. Aframax klasa je naziv za *engl. Average Freight Rate Assessment (AFRA)*, specifični sistem osmišljen 1954. godine od tvrtke Shell Oil u svrhu standardiziranja uvjeta ugovora u pomorskoj trgovini. Temelji se na veličini tankera optimalnoj u odnosu na vozarinu koju mogu ostvariti. Obzirom na to Afra klase tankera zasebno se definiraju za različite tipove samih tankera. Suezmax klasa podrazumijeva brodove koji svojim konstrukcijskim karakteristikama zadovoljavaju uvjete za prolazak kroz Sueski kanal. Budući da su se Aframax i Suezmax tankeri javili još u prošlom stoljeću, klasa za tu veličinu tankera je već postojala te nije bilo potrebe za imenovanjem Neopanamax klase.

Aframax tankeri dugački su 245 metara, široki 34 metra te plove na gazu između 12 i 16 metara. Nosivost im je između 80 000 i 120 000 tona, međutim zbog ograničenja gaza od 15,24 metara u prolasku kroz Neopanamax ustave, maksimalna nosivost iznosi približno 110 000 tona.



Slika 8. Usporedba Aframax i Suezmax klase [13]

Suezmax tankeri dugački su 285 metara, široki 45 metara te imaju maksimalni gaz od 18 metara. Maksimalna nosivost iznosi između 120 000 i 200 000 tona, međutim zbog ograničenja gaza od 15,24 metara u prolasku kroz Neopanamax ustave maksimalna nosivost iznosi između 140 000 i 150 000 tona zbog čega su rjeđe viđeni u prolasku Panamskim kanalom za razliku od Aframax tankera prvenstveno zbog ekonomske isplativosti.

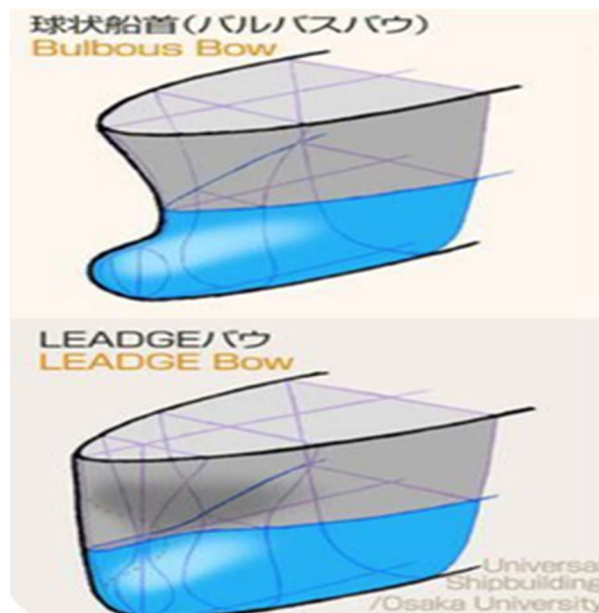
Nadalje, u radu kada se navodi primjer Neopanamax tankera, podrazumijeva se Aframax klasa tankera.

4.1. KONSTRUKCIJSKI TRENDОВИ

Globalna pomorska industrija nastoji svake godine unaprijediti tehnologije koje se koriste na brodovima u svrhu smanjivanja štetnih emisija koje brodovi ispuštaju u atmosferu. U svrhu smanjivanja negativnog publiciteta s kojim se broderske kompanije suočavaju, sve je veća potražnja za tzv. “zelenim” brodovima koji imaju čim manji negativni utjecaj na okoliš te nizak EEDI indeks (engl. Energy Efficiency Design Index). Kao odgovor na navedene zahtjeve pojavili su se novi trendovi pri dizajnu i konstrukciji tankera za prijevoz sirove nafte. Na temelju TSCF (engl. The Tanker Structure Cooperative Forum) sastanku brodograditelja održanog 2016. godine primijećene su određene promjene u zahtjevima industrije i brodara u vezi konstrukcije Neopanamax tankera unazad nekoliko godina [14].

Najznačajniji zahtjevi za promjenu dizajna uzrokovane novim trendovima su:

1. Novi dizajn pramca broda (engl. Leadge bow) koji smanjuje otpor valova prilikom plovidbe potpuno nakrcanog broda kao i pri plovidbi u balastu.



Slika 9. Leadge bow [14]

2. Tanke linije trupa sa smanjenim koeficijentom glavnog rebra, pogotovo na pramčanom te krmenom dijelu. Nedostaci takvog dizajna su povećanje momenta savijanja u mirnoj

vodi prilikom pregiba i progiba broda (*engl. Hogging - Sagging*) stanja broda te ugrožavanje uzdužne čvrstoće broda na krmenom dijelu.

3. Povećanje promjera propelera te smanjivanje udaljenosti između propelera i trupa broda što uzrokuje veće sile na propeleru koje samim time povećavaju vibracije kroz trup broda.
4. Ugradnja opreme za štednju energiju, poput sapnice, koja povećava rizik sigurnosti.
5. Optimalni dizajn nadgrađa u svrhu smanjivanja otpora vjetra, no nedostatak je povećanje vibracija unutar nadgrađa što rezultira puno neugodnijim životnim te radnim uvjetima članovima posade broda.
6. Stroži zahtjevi za prostore koferdama u svrhu povećanja sigurnosti i zaštite pomorskog okoliša, međutim povećanje količine čelika koji se koristi u izgradnji te smanjenje prostora za prijevoz tereta.

Iz navedenih trendova može se zaključiti da u pokušajima za ekološki prihvatljivim tankerima riskiraju se mnogi drugi elementi sigurnosti kao i radni te životni uvjeti posade uz vrlo malo prednosti. U cilju smanjenja štetnih emisija i negativnog utjecaja tankera na okoliš, riskira se sigurnost prijevoza sirove nafte što može dovesti do katastrofalnih posljedica ukoliko brodograditelji udovolje trendovima koje pomorska industrija nalaže.

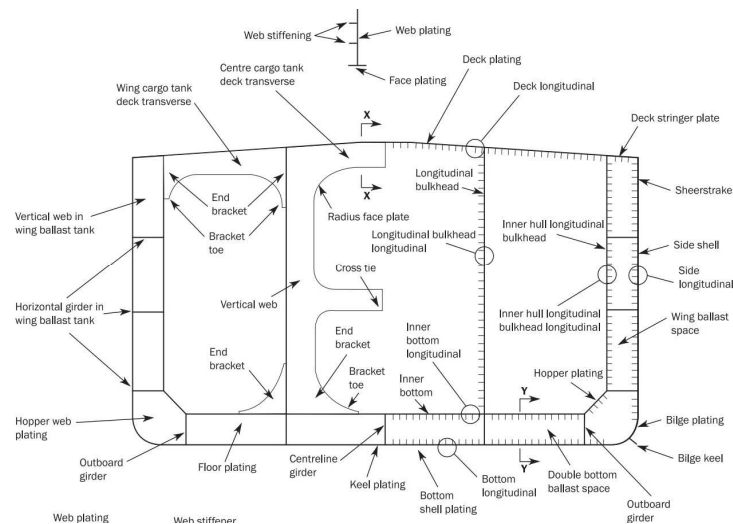
U svrhu očuvanja sigurnosti tankera te pomorskog okoliša, 1.srpnja 2015. godine na snagu su stupila nova CSR pravila (*engl. Common Structural Rules*) za Aframax tankere. Pravila su kontradiktorna navedenim trendovima čiji je cilj smanjiti EEDI indeks, a svrha pravila jest propisati zahtjeve za optimalni dizajn tankera koji obuhvaća potražnju pomorske industrije i brodara za ekološki prihvatljivim brodovima, no ne riskirajući konstrukcijska obilježja koja omogućavaju siguran prijevoz sirove nafte morem [14].

4.2. KONSTRUKCIJSKA OBILJEŽJA

Tanker *Neopanamax* klase su tankeri koji imaju najčešće 5 do 7 velikih tankova tereta pregrađenih s uzdužnom pregradom te 2 do 3 sabirna (*engl. slop*) tanka. Razlog za pregrađivanjem jest smanjivanje utjecaja slobodnih površina koje značajno utječu na stabilnost tankera. Nadgrađe broda nalazi se na krmu, a ispod nadgrađa se nalazi strojarnica. Prostor strojarnice odvojen je od prostora teretnih tankova, a između njih nalazi se koferdam u kojem se nalaze pumpe za teret i balast.

Koeficijent glavnog rebra kod tankera iznosi od 0,95 do 0,98. To definira oblik podvodnog dijela trupa broda do teretne vodene linije na glavnom rebu. Što je koeficijent bliži

broju 1 to je oblik podvodnog dijela trupa pravilniji te više nalik pravokutniku. U slučaju tankera, podvodni oblik broda je skoro pa jednak pravokutniku koji ga omeđuje, čije su stranice tog istog pravokutnika širina te gaz broda. Tankeri se grade po uzdužnom sustavu zbog čega moraju imati čvrste uzdužne elemente poput uzdužno ukrepljene palube, nepropusne pregrade s uzdužnim ukrepama te jaka okvirna rebra i okvirne sponje koje se postavljaju na svakih 4 do 5 metara razmaka [11].



Slika 10. Poprečni presjek tankera [15]

Na slici iznad prikazan je poprečni presjek tankera. Prikazani su konstrukcijski elementi tankera poput dvostruke oplata, uzdužnih elemenata palube i dna, uzdužne pregrade tanka, uzdužno-poprečne pregrade dvostrukog dna te bočne proveze.

4.3. PREKRCAJNI SUSTAV NEOPANAMAX TANKERA

Rukovanje teretom poput sirove nafte zahtjeva temeljito planiranje operacija prekrcajnog sustava, ponajviše sustava tereta te sustava balasta. Sustav, koji također uključuje pumpe i ventile, upravlja se iz prostorije za upravljanje teretnim i balastnim sustavom (engl. Cargo Control Room - CCR) najčešće od strane 1. časnika.

Sustav tereta i balasta uključuje tankove tereta i tankove balasta, pumpe i cjevovode koje osiguravaju sigurno rukovođenje teretom i balastom. Njihova konstrukcijska obilježja pomno su dizajnirana kako bi osigurala čim viši stupanj sigurnosti za posadu kao i za pomorski okoliš te zadovoljili standarde koje nalaže industrija.

Sustav inertnog plina (engl. IGS - *Inert Gas System*) također igra bitnu ulogu prilikom sigurnog izvođenja prekrcajnih operacije budući da regulira tlakove u tanku, točnije sprječava nastanak nadtlaka ili podtlaka koji mogu ugroziti konstrukciju tankova te dovesti do neželjenih posljedica poput urušavanja tankova u slučaju nastanka podtlaka.

4.3.1. Cjevovodi i pumpe

Cjevovodi tereta i balasta napravljeni su od varenog čelika te odgovarajućih promjera i debljina za udovoljavanje prekrcajnim kapacitetima te tlakovima koji nastaju u cjevovodima. Promjer cjevovoda i manifolda na Neopanamax tankerima iznosi između 300 i 500 mm. Cijevi su učvršćene kružnim ležajevima koji su fiksno učvršćeni za konstrukciju broda te postavljeni na odgovarajućim razmacima. Cijevi imaju malo slobodnog prostora unutar ležajeva koji im omogućavaju minimalne pomake u svrhu smanjivanja lokalnog stresa na cjevovodu.

Sustav cjevovoda dizajniran je za iskrcaj sirove nafte koristeći brodske pumpe. Teret prolazi kroz cjevovode koji prolaze kroz dno tankova tereta, pogonjen pumpama dolazi do središnjeg dijela glavne palube te kroz iskrcajne cijevi koje spajaju manifold broda s terminalom preko prekrcajnih ruku izlazi na obalu.

Prilikom ukrcanja tereta, cjevovod počinje od manifolda te se uz pomoć ventila preusmjerava u odgovarajuće tankove. Prilikom ukrcanja iznimno je bitno voditi računa o stabilnosti broda te ravnomjerno raspodijeliti količinu tereta u tankove kako bi brod ostao u stabilnom stanju. Teret s palubnih cjevovoda prolazi kroz padajuće linije (engl. drop line), koji omogućava prolazak tereta s palubnog cjevovoda do donjih linija tereta koje prolaze po dnu teretnih tankova kao je već navedeno.

Cijeli sustav cjevovoda za teret testira se na više od maksimalnog dozvoljenog operativnog tlaka u određenim vremenskim intervalima, dok je češće testiran na maksimalni dozvoljeni operativni tlak čime se osigurava integritet konstrukcije. Jedan od najvećih rizika za integritet tankova jest hidraulički udar koji se javlja prilikom naglog porasta tlaka u cjevovodu uzrokovan naglim promjenama brzine tereta u cjevovodima. Sprječava se konstrukcijskim izvedbama dilatacije cjevovoda pomoću koje se smanjuje brzina na određenim dijelovima na kojima postoji rizik od nastanka hidrauličkog udara.

U cjevovodima balasta se ne javljaju jednako visoki tlakovi kao u cjevovodima tereta stoga je njihov raspored jednostavniji. Neopanamax tankeri najčešće imaju 2 pumpe za cjevovode balasta koje se koriste za ukrcaj i iskrcaj balasta. Balast se ukrcava preko usisnih

košara koje se nalaze na donjem krmenom dijelu trupa broda. Odgovarajući broj ventila osigurava sigurno rukovođenje balastom. Glavni usisni ventili na trupu broda su ključni faktor za prekrcajne operacije balasta te su često podvrgnuti inspekcijama.

Glavne pumpe tereta su najčešće centrifugalnog tipa, a mogu biti pogonjene parnom turbinom, električnim motorom ili hidraulikom. Pumpe se nalaze u koferdamima, prostoru između strojarnice i teretnih tankova, u istoj razini kao donji cjevovodi tereta. Razlog njihovom položaju jest korištenje pogona osovine iz strojarnice koje je omogućeno putem spojnice. Prilikom prekrcajnih operacije nadziru se brzina pumpe, tlakovi te temperature kako bi se na vrijeme uočio potencijalni problem. Također su ugrađeni različiti uređaji sigurnosti, poput uređaja za sprječavanje nastanka nadtlaka, prevelike brzine te previsoke temperature. Osovina i brtve pumpe također imaju ugrađene senzore za mjerenje temperature.

Cjevovodi su opremljeni s velikim brojem ventila koji reguliraju tok tereta kroz tankove, cjevovode i pumpe. Također postoje tzv. mostovi (engl. crossover) koji služe za međusobno povezivanje različitih linija cjevovoda. Isti se formiraju na palubnim te potpalubnim linijama cjevovoda tereta. Većina ventila daljinski je upravljano, a pogonjeno hidraulikom. Informacije o statusu ventila, jesu li zatvoreni ili otvoreni, nalaze se u CCR-u. Za cjevovod tereta najčešće se koriste leptir (engl. butterfly) ventili koji kontroliraju tok tereta te njihovim otvaranjem i zatvaranjem se sprječava porast tlakova unutar cjevovoda.

Rate ukrcaja kod Neopanamax tankera iznose između 10 000 i 14 000 m³/h što u teoriji omogućava ukrcaj/iskrcaj tereta unutar 12 sati, međutim sveukupno duljina stajanja broda u luci ovisi o zahtjevima koje nalaže pojedina luka, poput prethodne inspekcije tankova tereta kao i provjere te testiranja samih uzoraka tereta [16]. Uobičajene operacije prekrcaja u luci traju približno 24 sata, mjereno od prihvata peljara na dolasku do otpuštanja peljara na odlasku.

4.3.2. Sustav ventilacije

Sustav ventilacije teretnih (IGS) i balastnih tankova igra bitnu ulogu u sigurnom izvođenju prekrcajnih operacije tereta te balasta. Svaki tank, teretni ili balastni ima svoj sustav ventilacije pomoću kojeg se prvenstveno održava tlak u tankovima, a zatim sprječava zadržavanje eksplozivnih tvari ili plinova koji mogu dovesti do požara ili eksplozije. Svaki balastni tank ima svoj sustav ventilacije koji izlazi u atmosferu kroz odušnik na palubi čiji je izlazni otvor postavljen na određenoj visini iznad glavne palube.

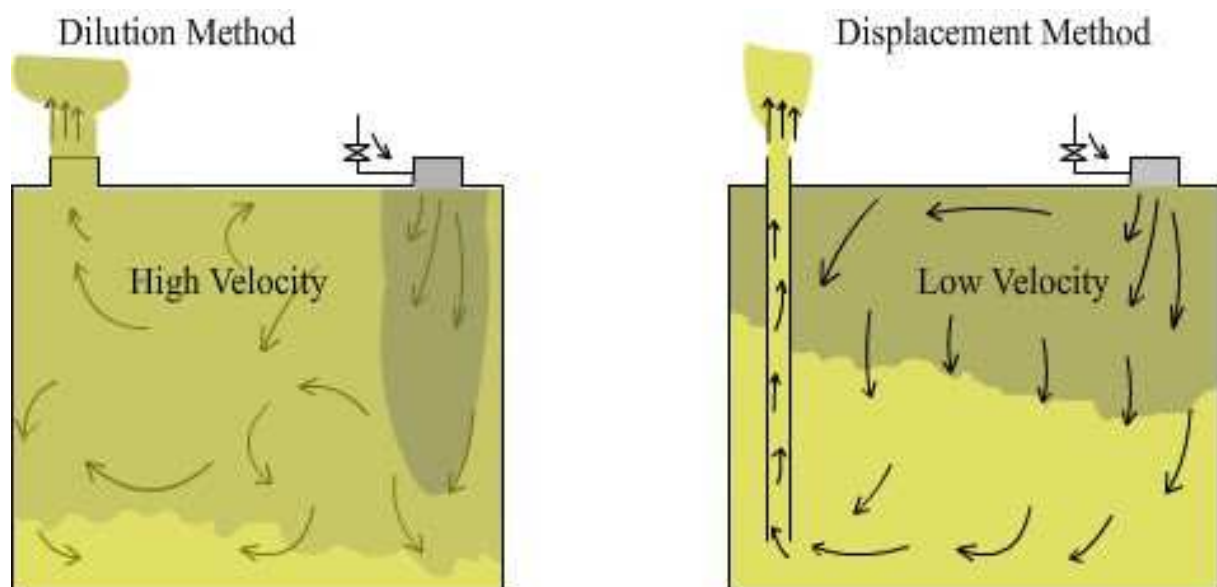
Sustav inertnog plina potreban za izmjenu atmosfere u tankovima tereta dizajnirana je u svrhu održavanja sigurnog operativnog tlaka unutar tankova te sprječavanje nastanka nadtlaka ili vakuuma koji mogu narušiti integritet tankova. Sustav mora biti otporan budući da kroz njega prolaze velike količine plinova, para ili različitih smjesa prilikom prekrcajnih operacija. Nadalje, mora biti operativan također prilikom zagrijavanja i hlađenja tereta u transportu morem te regulirati tlak unutar tankova prilikom tih pojava. Osim samih cijevi sustava, uspješan rad sustava omogućavaju i raznovrsni sigurnosni ventili pomoću kojih se održavaju tlakovi unutar granica. Od ventila zaduženih za uspješan rad sustava valja izdvojiti preko tlačno vakumski ventil (P/V ventil), preko tlačno vakumska tekućinska brtva (P/V Breaker) te glavni odušni stup (Mast Riser).

Pomoću P/V ventila se održava siguran operativni tlak unutar pojedinog tanka. On regulira tlak prilikom malih količina isparavanja, poput onih za vrijeme zagrijavanja tereta pri transportu. Ukoliko je tlak unutar tankova prenizak, P/V ventil pada ispod zadane razine te uvlači zrak u tank, a u slučaju nastanka nadtlaka se ventil otvara te ostaje otvoren dok se ne postigne zadani tlak unutar tanka. P/V *breaker* radi na istom principu kao i P/V ventil. Međutim dok se P/V ventil koristi kao glavni element u regulaciji tlaka u tankovima, P/V *breaker* se koristi kao sekundarna mjera zaštite ukoliko dođe do naglih i velikih promjena u tlaku koje P/V ventil nije u stanju regulirati. Svaki teretni tank ima svoj P/V ventil dok je P/V *breaker* samo jedan za cijeli sustav. Zbog ove činjenice granice na kojima otvara P/V *breaker* su veće nego one na kojim otvaraju pojedini P/V ventili. Na zajedničku cijev IGS-a su osim P/V *breakera* spojeni i *Mast Riser* i linija povrata para iz tankova prema obali (engl. Vapour return line), a njihova uloga je ispuštanje atmosfere iz tankova tijekom ukrcaja tereta. Kod Mast Riser-a atmosfera iz tanka se ispušta u prostor oko broda (najčešće na odobalnih terminalima) dok se kod *Vapour return line-a* atmosfera iz tankova vraća prema obali [16].

IGS sustav jest skraćena od engleskog naziva *Inert Gas System*. Sustav inertnog plina igra važnu ulogu u održavanju sigurnosti broda i posade. Budući da tankeri prevoze teret na bazi ugljikovodika koji su podložni zapaljenju, uspostavljeni su mehanizmi za sprječavanje nastanka požara ili eksplozije u području tankova tereta. Požar ili eksplozija unutar tankova događaju se ukoliko su zadovoljena 3 uvjeta; prisutnost kisika u većoj količini od 11% sveukupnog volumena plinova koji se nalaze u tanku, zapaljiva tvar (teret) te izvor zapaljenja (iskra). SOLAS konvencija nalaze da sustav inertnog plina održava nadtlak te manje od 8% kisika u tankovima tereta. U današnjoj praksi terminali nalazu i strože regulacije te brodovi moraju imati ispod 5% kisika u prostorima teretnih tankova. Sustav inertnog plina sastoji se od

smjese nekoliko različitih plinova koji ne podržavaju gorenje, a najzastupljeniji plin jest dušik. Drugi plinovi koji se još mogu nalaziti u smjesi su Helij (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Kripton (Kr), Xenon (Xe) te Radon (Ra).

U postupku inertiranja tankova razlikujemo dvije metode; potiskivanjem (engl. displacement method) te miješanjem (engl. dilution method). Metodom potiskivanja inertni plin ulazi kroz vrh tanka tereta putem palubnog cjevovoda. Brzina ulaska inertnog plina je mala u svrhu sprječavanja nekontroliranog miješanja inertnog plina i para tereta. Budući da je inertni plin lakši od para ugljikovodika, zadržava se iznad njih i potiskuje ih prema dnu tanka. Zapaljive pare odvođe se u atmosferu pomoću ventilacije. Na otvorima se mjere koncentracije kisika u tankovima te kada količina kisika unutar tanka bude ispod 5%, tank se smatra inertiranim. Kod ovog sustava se koriste male količine inertnog plina te se stoga mogu istovremeno inertirati više tankova tereta [11].



Slika 11. Inertiranje tankova potiskivanjem (desno) i miješanjem (lijevo) [19]

Za razliku od prethodne metode, kod metode miješanja inertni plin ulazi u tankove tereta velikom brzinom. Zbog velike brzine inertni plin s lakoćom dolazi do dna tanka i miješanjem se stvara homogena smjesa inertnog plina i zapaljivih para, koja iz tanka izlazi kroz ventilacijski otvor na vrhu tanka. Inertiranje tanka miješanjem teče brže nego kod potiskivanja, a koncentracija eksplozivnih para smanjuje se progresivno s vremenom. Ovim načinom istovremeno se može inertirati manji broj tankova, jer je za potpuno miješanje potrebna relativno velika brzina plina. Tijekom inertiranja tankova potrebno je na više mjesta u tanku i

na različitoj visini mjeriti sadržaj kisika i eksplozivnih para kako bi bili sigurni da je inertiranje uspjelo te da je opasnost od eksplozije uklonjena [11].

4.3.3. COW sustav

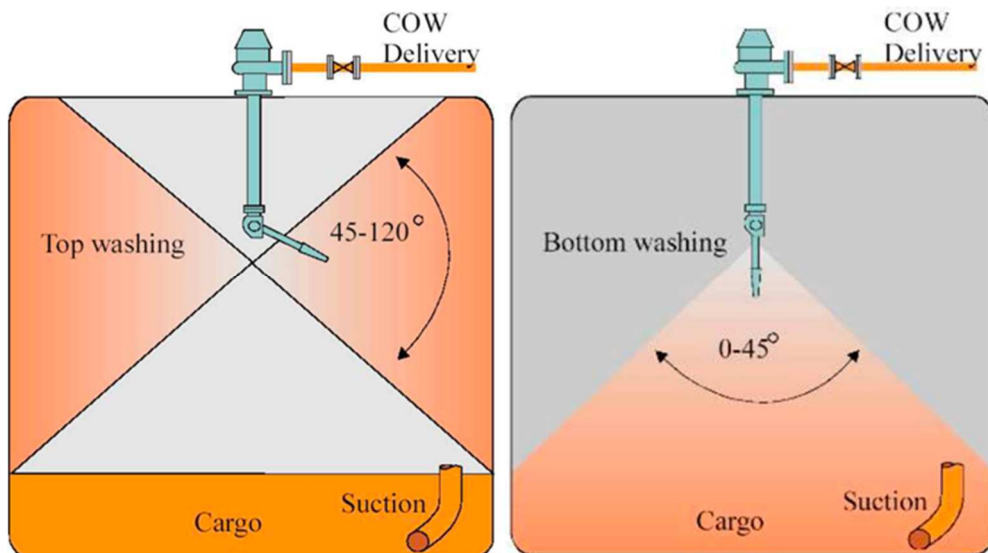
COW sustav (engl. Crude Oil Washing) je danas najčešći sustav za pranje tankova tereta korišten na tankerima za prijevoz nafte. Cikluse pranja dijelimo na otvorene i zatvorene. U otvorenom ciklusu, za pranje se koristi teret koji se prevezio te po završetku ciklusa se ispumpava zajedno sa ostatkom tereta na terminal. U zatvorenom ciklusu, uzima se također teret iz tanka, međutim, za razliku od otvorenog ciklusa, teret se ne iskrcava zajedno s ostatkom tereta na terminal već se po završetku vraća natrag u tank te se koristi za buduća pranja. Otvoreni ciklus se koristi kada je brod u luci, dok se zatvoreni koristi dok brod plovi u balastu.

Pranje tankova dijeli se na 2 načina; jednostupanjski i dvostupanjski. Kod jednostupanjskog načina tank tereta se počinje prati nakon što se iskrcava teret te se vrši od vrha do dna. Kod dvostupanjskog načina, pranje tanka počinje nakon što se isprazni 1/3 tanka. Nakon što je vrh tanka očišćen, postupno se prelazi na bočne stijenke. Nakon što se razina tereta u tanku spustila ispod 0.15 metara, započinje pranje dna tanka [15].

Pranje tankova tereta sirovom naftom najčešće se obavlja u luci, prilikom iskrcanja. Brodovi su dužni unaprijed obavijestiti terminal o pranju tankova, najkasnije 24 sata prije dolaska u luku.

ISGOTT (engl. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals) nalaže članovima posade da prilikom pranja održavaju manje od 8% kisika u sveukupnome volumenu tanka u svrhu sprječavanja nastanka požara ili eksplozije.

Za pranje tankova koriste se posebni uređaji koji su fiksirani na palubu proba. Uređaji su spojeni s dugom cijevi koja na kraju ima mlaznicu, a ovisno o izvedbi, postoje jednostruke i dvostruke mlaznice. Mlaznice se programiraju za pranje pod određenim kutovima, ovisno je li se peru vrh tanka i bočne stijenke ili dno tanka [15].



Slika 12. Kut pranja mlaznica [15]

MARPOL nalaže da tankovi tereta po završetku pranja trebaju imati oprano 85% bočnih stijenki te 95% dna direktnim mlazom, a sveukupni postotak zauljenih masa, nakon što se tank ispuni vodom, ne smije biti veći od 0,00085% ukupnog volumena. Prilikom ispuštanja balasta, količina ulja u balastu ne smije prelaziti 15 ppm [15].

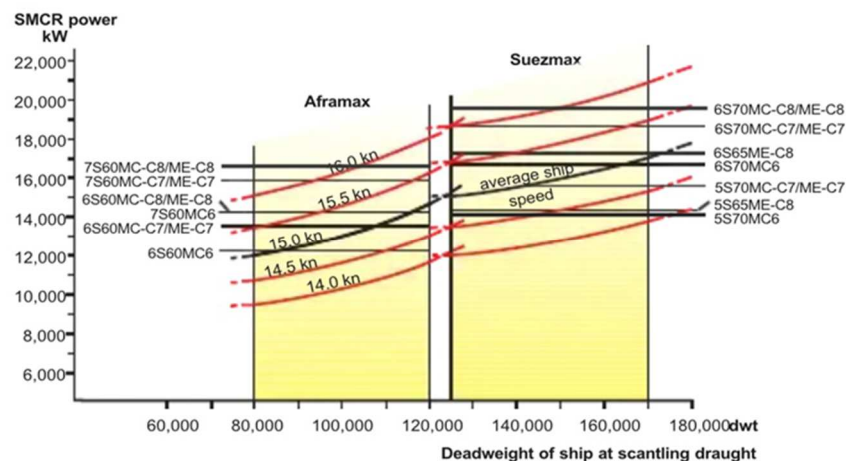
4.4. VRSTA PROPULZIJE

Neopanamax tankeri se najčešće pogone s dvotaktnim dizelskim motorima te jednim vijkom s fiksnim ili zakretnim krilima. Danas tankeri plove na brzini od približno 15 čvorova. Tankeri Neopanamax klase zahtijevaju između 10 000 i 15 000 kW snage na glavnom stroju. Na tržištu je trenutno tvrtka MAN B&W najsigurniji i najefikasniji proizvođač motora korištenih na Neopanamax tankerima. Njihovi motori su dizajnirani za proizvodnju velike snage, istovremeno omogućavajući vrlo malu potrošnju zbog čega su idealni za prekoceanska putovanja.

Ship size (scantling)	dwt	Aframax		
		85,000	105,000	115,000
Scantling draught	m	12.1	14.7	15.0
Length overall	m	244	244	250
Length between pp	m	233	233	239
Breadth	m	42.0	42.0	44.0
Design draught	m	11.0	13.4	13.5
Sea margin	%	15	15	15
Engine margin	%	10	10	10
Average design ship speed	knots	15.0	15.0	15.0
SMCR power	kW	12,300	13,400	14,300
Main engine options:				
	1.	6S60MC-C7/ME-C7	6S60MC-C7/ME-C7	6S60MC-C8/ME-C8
	2.	6S60MC6	7S60MC6	7S60MC6
	3.	5S70MC6	5S70MC6	5S70MC-C7/ME-C7
	4.	5S65ME-C8	5S65ME-C8	5S65ME-C8
Average ship speed – 0.5 kn	knots	14.5	14.5	14.5
SMCR power	kW	11,000	12,000	12,800
Main engine options:				
	1.	5S60MC-C7/ME-C7	6S60MC-C7/ME-C7	6S60MC-C7/ME-C7
	2.	6S60MC6	6S60MC6	7S60MC6
	3.	5S70MC6	5S70MC6	5S70MC6
	4.	5S65ME-C8	5S65ME-C8	5S65ME-C8
Average ship speed + 0.5 kn	knots	15.5	15.5	15.5
SMCR power	kW	13,800	15,000	16,000
Main engine options:				
	1.	5S70MC-C7	5S70MC-C7/ME-C7	6S70MC6
	2.	6S60MC-C8/ME-C8	6S70MC6	5S70MC-C8/ME-C8
	3.	7S60MC6	7S60MC-C7/ME-C7	7S60MC-C8/ME-C8
	4.	5S65ME-C8	6S65ME-C8	6S65ME-C8

Tablica 1. Karakteristike brodova i propulzije u skladu sa zahtjevima industrije [17]

Iz tablice mogu se uočiti različite opcije glavnog motornog stroja, ovisno prvenstveno o deplasmanu broda te brzini koju želi postići. U današnje vrijeme Neopanamax tankeri najčešće koriste MAN B&W motore tipa 6S60MC-C/ME-C, 7S60MC-C/ME-C, te 5S65ME-C8.



Tablica 2. Grafički prikaz ponude motora ovisno o snazi i deplasmanu broda [17]

Budući da se svakodnevno radi na novim tehnologijama u svrhu postizanja čim manjih emisija ispuštenih u atmosferu, postepeno se prelazi na modernije i ekološki prihvatljivije izvedbe propulzije.



Slika 13. MISC-ov dual-fuel Aframax tanker [18]

U prvoj polovici 2024. godine Malezijski konglomerat MISC naručio je dva nova Aframax tankera, pogonjena putem tzv. dual-fuel sustava, gdje brod za pogonsko gorivo koristi dizel i amonijak. S tom narudžbom kompanija je prva u povijesti koja je naručila Aframax tankere djelomično pogonjene na amonijak [18].

5. ZAKLJUČAK

Neopanamax klasa tankera pokazala se uspješnom u pomorskoj industriji zbog izgradnje novih Neopanamax ustava kanala koje omogućavaju tankerima prijevoz veće količine sirove nafte u jednom putovanju, smanjujući vrijeme plovidbe i prevaljeni put. U idealnim ekološkim uvjetima, Neopanamax ustavama Panamskog kanala dnevno prođe približno 30 brodova, međutim uslijed suša u proteklih godinu dana ustave su praktički neupotrebljive te je broj prolazaka drastično smanjen a cijene prolaska po brodu se brodarima ne isplate. Unatoč povećanju broja dnevnih prolazaka brodova kroz Panamax ustave, broj prolazaka kroz Neopanamax ustave povećan je za tek 10% budući da je opterećenje na sustav kanala veće prilikom prolaska kroz ustave u odnosu na manje Panamax ustave.

Iz navedenog se može zaključiti da trenutno Neopanamax klasa tankera za sirovu naftu nema jednaku isplativost kao što je dosada imala te je budućnost klase neizvjesna. Razlog tome su prvenstveno ekološke neprilike, poput spomenute suše, koje je u današnje doba vrlo teško predvidjeti. Brodari već sada razmatraju alternativne opcije, jedna od kojih je pronalazak alternativnih ruta preko južne ili sjeverne hemisfere što ponovno povećava troškove te duljinu putovanja a smanjuje profit. Druga opcija je usredotočiti se na Panamax klasu tankera te njome prevoziti teret budući da Panamax tankeri, unatoč sušama, puno efikasnije prolaze kanalom u odnosu na Neopanamax tankere.

LITERATURA

1. Bray W.D., Worthington W.E., 2024, '*Panama Canal*', Britannica, web: <https://www.britannica.com/topic/Panama-Canal> (5.9.2024.)
2. '*Panamski Kanal*', Hrvatska Enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013.-2024., web: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/panamski-kanal> (5.9.2024.)
3. Belén Berrocal Menarguez A., Pous de la Flor J., 2021, '*The New Panama Canal*', Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, online: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69605> (5.9.2024.)
4. '*Gatun Lake*', 2024, Wikipedia, online: https://en.wikipedia.org/wiki/Gatun_Lake (5.9.2024.)
5. Jezero Gatun (2015): Preuzeto: <https://tm01001.blogspot.com/2015/04/panama-canal-gatun-lake.html> (preuzeto 21.8.2024.)
6. Uprava Panamskog kanala, "Water saving Basin system" (2015), [The Panama Canal na platformi X](https://twitter.com/ThePanamaCanal): „The #PanamaCanal Expansion's water-saving basins will allow to reuse 60% of the water required for each transit. <http://t.co/gVKPTMSty4>” / X (preuzeto: 5.9.2024.)
7. Autoridad Del Canal De Panamá, 2021, '*2021 Panama Canal Regulations*, 2021 Regulations for Transiting the Panama Canal', Revised as of January 1,2021, Clipper City Publishing
8. Nomadic Backpacker, '*Backpacking in Panama – Miraflores locks in Panama Canal*', online:<https://www.nomadicbackpacker.com/backpacking-in-panama-index.html> (preuzeto: 5.9.2024.)
9. Villalobos A., 2022, "‘Zephir’ el buque más grande que ha cruzado el Canal de Panamá", Logi News, online: <https://noticiaslogisticaytransporte.com/general/-05/08/2022/zephir-el-buque-mas-grande-que-ha-cruzado-el-canal-de-panama/179148.html> (preuzeto: 5.9.2024.)
10. Riviera News, "Riviera – Opinion – Panama Canal drought: ‘large oil tankers will not feature in this trade anymore.’" : <https://www.rivieramm.com/opinion/opinion/panama-canal-drought-large-oil-tankers-will-not-feature-in-this-trade-anymore-78466> (preuzeto: 5.9.2024.)
11. Komadina P., Pomorski fakultet Rijeka, 1994, '*Tankeri*', I. izdanje, Rijeka
12. 'Construction Requirements for Oil Tankers – Double Hulls', 2005, IMO, online: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/constructionrequirements.aspx#:~:text=Regulation%202020of%20MARPOL%20Annex%20I%20allows%20the,the%20date%20of%20its%20delivery%2C%20whichever%20is%20earlier.> (preuzeto: 5.9.2024.)
13. 'Tanker Sizes and Classes', Port Economics, Management and Policy, online: <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part8/ports-and-energy/tanker-size/> (preuzeto: 5.9.2024.)
14. TSCF 2016 Shipbuilders Meeting, 2016, '*Application of New Common Structural Rules on Aframax Tankers*', online: <http://www.tscforum.org/TSCF/bfiles/2016/1.2%20->

- [Application%20of%20New%20Common%20Structural%20Rules%20on%20Aframax%20Tankers.pdf](#) (preuzeto: 5.9.2024.)
15. Rudan I, 2023, Powerpoint prezentacije, 'Tehnologija prijevoza tekućih tereta'
 16. Swann J., Traber J., Byres R., 2013, 'Termopol 3.11 – Cargo Transfer and Transshipment Systems', Moffat&Nichol, online: [https://docs2.cer-rec.gc.ca/11-eng/11isapi.dll/fetch/2000/-90464/90552/548311/956726/2392873/2451003/2393677/-B20%2D23 %2D_V8C_TR_8C_09 TERMPOL 3.11 CARGO %2D_A3S4T6.pdf?nodeid=2393782&vernum=-2](https://docs2.cer-rec.gc.ca/11-eng/11isapi.dll/fetch/2000/-90464/90552/548311/956726/2392873/2451003/2393677/-B20%2D23%2D_V8C_TR_8C_09_TERMPOL_3.11_CARGO_%2D_A3S4T6.pdf?nodeid=2393782&vernum=-2) (preuzeto: 5.9.2024.)
 17. Propulsion Trends in Tankers, 2011, online: <https://www.scribd.com/document/74737462/Propulsion-Trends-in-Tankers-MAN-B-W> (preuzeto: 5.9.2024.)
 18. AET, 2024., 'World's First Ammonia Dual-Fuel Aframax to be developed by AET – MISC's Petroleum Arm, online: <https://www.aet-tankers.com/media-centre/worlds-first-ammonia-dual-fuel-aframax-to-be-developed-by-aet-miscs-petroleum-arm/> (preuzeto: 5.9.2024.)
 19. Inert Gas System Operations - [https://www.thenauticalsite.in/Advanced% 20Notes /Inert% 20Gas%20Sys%20Ops.htm](https://www.thenauticalsite.in/Advanced%20Notes /Inert%20Gas%20Sys%20Ops.htm) (preuzeto: 5.9.2024.)

KAZALO KRATICA

Kratika	Puni naziv na stranom jeziku	Puni naziv na hrvatskom jeziku
AFRA	Average Freight Rate Assesment	Prosječna procjena vozarine
AIS	Automatic Identification System	Automatski sustav identifikacije
CCR	Cargo Control Room	Kontrolna prostorija za teret
COW	Crude Oil Wash	Pranje sirovom naftom
CSR	Common Structural Rules	Uobičajena strukturalna pravila
EEDI	Energy Efficiency Design Index	Indeks energije i učinkovitosti dizajna
IGS	Inert Gas System	Sustav inertnog plina
IMO	International Maritime Organization	Međunarodna pomorska organizacija
ISGOTT	International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals	Međunarodni sigurnosni priručnik za tankere i terminale
MAN	Maschinenfabrik Augsburg-Nurnberg	Tvornica motora Augsburg-Nurnberg
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships	Međunarodna konvencija za sprječavanje onečišćenja s brodova
MEPC	Marine Environment Protection Commitee	Odbor za zaštitu morskog okoliša
MISC	Malaysia International Shipping Corporation	Malaysia International međunarodna špedicija
P/V ventil	Pressure Vacuum ventil	Prekotlačno vakumski ventil
RO-RO	Roll on-Roll off	Dokotrljati-Otkotrljati
SAD	United States of America	Sjedinjene Američke Države
SOLAS	Inernational Convention for the Safety of Life at Sea	Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru
TSCF	The Tanker Structure Cooperative Forum	Suradnički forum tankerske konstrukcije
VHF	Very High Frequency	Vrlo visoka frekvencija
VLGC	Very Large Gas Carrier	Vrlo veliki brod za prijevoz plina

POPIS TABLICA

Tablica 1. Karakteristike brodova i propulzije u skladu sa zahtjevima industrije.....31

Tablica 2. Grafički prikaz ponude motora ovisno o snazi i deplasmanu broda.....31

POPIS SLIKA

Slika 1. Panamski kanal [3].....	3
Slika 2. Jezero Gatun [5].....	4
Slika 3. Ustave Panamskog kanala [6]	6
Slika 4. Tanker u prolasku Panamax ustavama [8]	7
Slika 5. CMA CGM Zephyr obara rekord sa prevezenih 16 825 TEU jedinica [9].....	8
Slika 6. Normalni položaji upravljanja [7].....	11
Slika 7. Izvedba trupa tankera s dvostrukim trupom (lijevo) te sa središnjom palubom (desno) [11]	17
Slika 8. Usporedba Aframax i Suezmax klase [13].....	19
Slika 9. Leadge bow [14]	20
Slika 10. Poprečni presjek tankera [15]	22
Slika 11. Inertiranje tankova potiskivanjem (desno) i miješanjem (lijevo) [19].....	26
Slika 12. Kut pranja mlaznica [15].....	28
Slika 15. MISC-ov dual-fuel Aframax tanker [18]	30