

Analiza brodova za prijevoz kontejnera s osvrtom na najveće brodove u generaciji razvoja

Buljat, Matea

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:038633>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



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**

MATEA BULJAT

**ANALIZA BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA S
OSVRTOM NA NAJVEĆE BRODOVE U GENERACIJI
RAZVOJA
ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**ANALIZA BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA S
OSVRTOM NA NAJVEĆE BRODOVE U GENERACIJI
RAZVOJA**

**ANALYSIS OF CONTAINER SHIPS WITH REFERENCE TO
THE LARGEST SHIPS IN THE GENERATION OF
DEVELOPMENT**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Sredstva pomorskog prometa

Mentor/komentor: izv. prof. dr. sc. Srđan Žuškin

Student/studentica: Matea Buljat

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0242048114

Rijeka, rujan, 2023.

Student/studentica: Matea Buljat

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0242048114

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom *Analiza brodova za prijevoz kontejnera s osvrtom na najveće brodove u generaciji razvoja* izradila samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Srđana Žuškina.

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

Student/studentica

(potpis)

Matea Buljat

Student/studentica: Matea Buljat

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

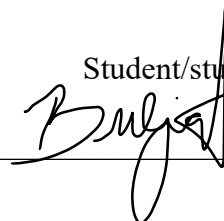
JMBAG: 0242048114

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student/studentica – autor



(potpis)

SAŽETAK

Ovaj završni rad obuhvaća i kroz njega je obrađena analiza kontejnerskog brodarstva. Kroz navedenu analizu interpretiran je povijesni razvitak kontejnerskih brodova kroz generacije razvoja, njihova svrha, definicija kontejnerizacije, te njene prednosti i nedostaci. Osim vrsta kontejnera obraća se posebna pozornost na brodove za prijevoz kontejnera VIII. generacije, njihovim karakteristikama te onome što je doprinijelo razvoju iste generacije i što ih to razlikuje od prethodnih generacija konkretnije od 1956.godine pa sve do danas.

Ključne riječi : kontejnersko brodarstvo, generacije razvoja, kontejnerizacija, VIII. generacija

SUMMARY

This final paper includes and through it is processed the analysis of container shipping. Through the aforementioned analysis, the historical development of container ships through generation of development, their purpose, the definition of containerization, and its advantages and disadvantages were interpreted. In addition to the types of containers, special attention is paid to ships for transporting containers VIII. generations, their characteristics and what contributed to development of the same generation and what distinguishes them from previous generation, more specifically from 1956 until today.

Keywords: container shipping, generation of development, containerization, VIII. generation

Sadržaj:

1. UVOD	1
2. KONTEJNERSKO BRODARSTVO	3
2.1. Povijesni razvoj kontejnerizacije.....	3
2.2. Obilježja i podjela kontejnera.....	7
2.3. Podjela kontejnera u pomorstvu	10
2.4. Prednosti i nedostaci kontejnera	15
3. BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA	19
4. RAZVOJ KONTEJNERSKIH BRODOVA KROZ GENERACIJE	23
4.1. I. generacija	24
4.2. II. generacija	24
4.3. III. generacija.....	25
4.4. IV. generacija.....	26
4.5. V. generacije.....	27
4.6. VI. generacija.....	28
4.7. VI. generacija.....	29
4.8. VIII. generacija.....	31
5. BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA VIII. GENERACIJE	33
6. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA VIII. GENERACIJE	35
7. ZAKLJUČAK	40
LITERATURA	42
POPIS SLIKA	45
POPIS TABLICA	46

1. UVOD

U današnjem svijetu sve veće globalne trgovine i potrebe za učinkovitosti prijevozom robe, brodovi za prijevoz kontejnera igraju ključnu ulogu u međunarodnoj logistici. Ta impresivna plovila predstavljaju vrhunac inovacija i tehničkog napretka u pomorskom sektoru, omogućujući prijevoz velikih količina tereta na globalnoj razini.

Kontejnersko brodarstvo predstavlja sustav prijevoza tereta putem standardiziranih kontejnera, kojim se ostvaruje izuzetna efikasnost, brzina te globalna povezanost. Sami kontejneri su osnova kontejnerskog brodarstva te omogućavaju teretu da putuje bez prekida, prelazeći sa broda na vagon, na kamion, ili u skladište bez potrebe za ponovnim pakiranjem. Dostupni su u različitim veličinama kojim pružaju zaštitu tereta od oštećenja, vremenskih utjecaja i drugih rizika, čime se osigurava siguran prijevoz robe na velike udaljenosti.

Uz kontejnere, ključnu ulogu imaju kontejnerski brodovi. Ovi masovni pomorski divovi su posebno osmišljeni i dizajnirani za optimalno smještanje i transport kontejnera. Njihova velika nosivost omogućava prijevoz velikih količina tereta u jednom putovanju čime se smanjuju troškovi i ekološki utisak transporta.

Kroz kontejnersko brodarstvo svijet je postao jedno globalno tržište, povezano tokovima robe i usluga. Ova tehnika transporta pridonijela je ekonomskom rastu i razvoju, te je značajno promijenila pogled na logistiku i dostavu..

U prvom dijelu rad se temelji na razvoju kontejnerskog brodarstva od samih početaka, odnosno od prijevoza tereta u bačvama, sanducima, vrećama do transportnog sredstva nazvanog kontejner. Tvorac kontejnera Malcom McLean, 1955. godine preuzima tvrtku te ju naziva SeaLand Industries koja je začetnik razvoja kontejnerskog brodarstva. Spomenut će se i prvi kontejnerski brod koji je zapravo bio prenamijenjeni tanker iz Drugog svjetskog rata, Ideal-X koji je na svoje prvo putovanje krenuo 1956. godine. Objasnit će se obilježja kontejnera, kao i sama podjela istih, prikazati će se prednosti i nedostaci kontejnerizacije.

U trećem poglavlju dotaknut ćemo se teme brodova za prijevoz kontejnera, njihovu podjelu te ćemo spomenuti ekonomiju razvoja. Nastavno na treće poglavlje obradit će se razvoj kontejnerskih brodova kroz osam generacija koje će biti opisane kako bi mogli usporediti rast i razvoj brodova te ćemo se usredotočiti na najveće brodove u suvremenom dobu. Proučiti će se faktori koji su doveli do porasta veličine brodova, kao što su ekonomija obujma, potreba za efikasnošću i smanjenjem troškova prijevoza te napredak u brodogradnji i tehnologiji.

Uz analizu najvećih brodova, istražiti će se njihov dizajn, tehničke karakteristike i inovativne značajke koje im omogućuju nosivost tereta do nekoliko desetaka tisuća kontejnera. Posebno ćemo se osvrnuti na zadnju odnosno osmu generaciju kontejnerskih brodova. Ona nam je najvažnija zbog toga što nam donosi nove izazove i nove mogućnosti. Pričati ćemo o njenim konstrukcijskim karakteristikama, vrsti pogona, sustavima na brodu te utjecaju na okoliš i ekološku održivost pomorskog prijevoza kako bi pobliže shvatili o kakvim gigantima se radi. Osvrnut ćemo se i na najveći brod koji je izgrađen 2023. godine te njegove strukturne karakteristike. Rad se završava tehnološkim napredcima i pitanjem o mogućnosti daljnjeg razvoja kontejnerskih brodova i pronalaženja rješenja budućnosti.

2. KONTEJNERSKO BRODARSTVO

2.1. Povijesni razvoj kontejnerizacije

Stoljećima unazad čovjek je prevozio i snalazio se različitim metodama putovanja robe, pamuka, hrane, blaga preko mora iz jedne zemlje u drugu. Ljudi su dobra prevozili u vrećama, paletama, amforama, bačvama i sličnim materijalima do luke te bi se ručno i pojedinačno ukrcavale u brod te kasnije iskrcavale sa broda. Ta metoda se koristila nekoliko stotina godina i pokazala se skupom, iziskivala je puno vremena i nesigurnom zbog oštećenja, nezgode lučkih radnika ili krađa tereta koje bi se događali jer bi brodovi bili dugo usidreni u luci. Ranih 1900-ih, u drugom dijelu druge industrijske revolucije vlakovi su nosili najveći postotak prijevoza robe. Međutim, prebacivanje sa broda na kopno pa na vagone iziskivalo je puno vremena i uzrokovalo je velike zastoje i blokade u mnogim lukama. Veći brodovi bi bili privezani otprilike tjedan dana da bi se izvršio iskrcaj i zatim ponovni ukrcaj.



Slika 1. Prikaz premještanja kontejnera

Izvor: VS&B Containers Group: *The History of Containerization*, 2020., <https://www.vsnb.com/history-containerization> (05.05.2023.)

Malcom Mclean, rođen 14. studenog 1913. godine u Americi, zaslužan je za prvi brodski kontejner. Izumio je i patentirao prvi brodski kontejner 1956. godine. Srednju školu završio je 1934. godine, zbog financijske nemogućnosti odlaska na fakultet, štedio je novac te si kupio kamion. Nekoliko godina kasnije Malcom Mclean postaje vlasnik prijevozne firme s kamionima koja je do 1956. godine posjedovala najveću kamionsku flotu na južnom djelu i

petu najveću kamionsku tvrtku u SAD-u. U to vrijeme teret se ukrcavao i iskrcavao u drvene sanduke različitih dimenzija, sam proces bio je veoma spor i nestandardiziran. 20 godina je promatrao taj proces te se povukao iz kamionskog posla i krenuo u razvitak ideje koja mu je sinula 1937. a to je razvoj kontejnera prikolice standardizirane veličine koje bi se na stotine moglo ukrcati na brodove. 1955. Malcom prodaje kamionsku tvrtku i kupuje brodarsku tvrtku pod nazivom Pan- Atlantic Steamship Company, 1960. promijenjen naziv u Sealand Industries. McLean je počeo testirati različite varijante kontejnera, zadržavao se na primitivnom modelu koji je danas poznat kao brodski/skladišni kontejner, iako za razliku od modernih brodskih kontejnera od 20' i 40'; ovaj je bio dugačak 35' (oko 11 m). Zajedno sa njim, inženjer Keith Tantlinger imao je dizajn koji je sadržavao mehanizam za zakretanje na vrhu sva četiri ugla što je omogućavalo da se kontejner lako učvrsti i podigne dizalicama. Napravio je izdržljivo, lako uporabljivo i složivo rješenje otporno na krađu i vremenske uvjete. Kupio je nekoliko tankera iz Drugog svjetskog rata kako bi modificirao takav način rada te su nosili 58 kontejnera i 15 000 tona nafte. Tim razvitkom smanjio je uvelike troškove proizvoda te troškove ukrcaja za više od 90%. 1956. godine ukrcaj rasutog tereta koštao je 0,16 centi po toni zaslužujući kontejneru za otpremu, prije uvođenja kontejnera cijena je bila 5,86 USD. Izum brodskog kontejnera Malcolma McLeanhasa zasigurno je promijenio svijet, a time i živote svakog čovjeka na planetu.¹



Slika 2. Osnivač Malcom McLean

Izvor: Levinson, M.: *The Box That Shrank the World*, <https://worksthatwork.com/2/intermodal-container> (05.05.2023.)

¹ IMC: *Malcolm McLean – The Inventor of ISO Shipping Containers*, 2009, <https://www.imcbrokers.com/malcolm-mclean-the-inventor-of-iso-shipping-containers/> (05.05.2023.)

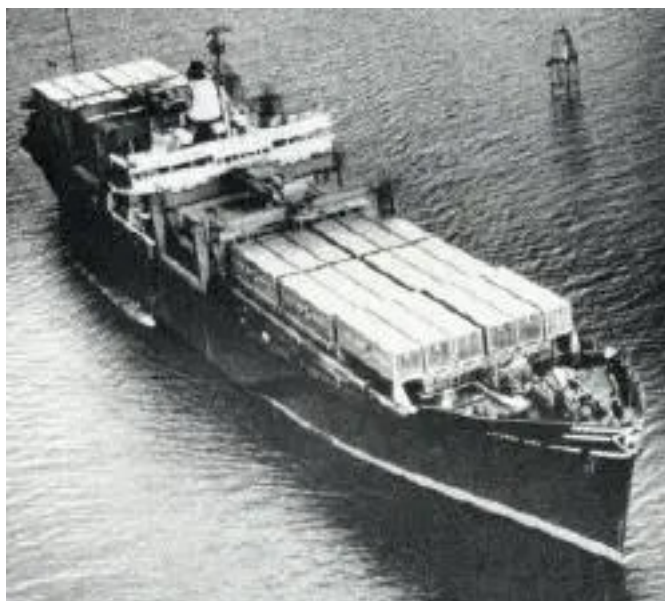
26.travnja 1956. isplovio je tanker pod nazivom Ideal-X koji nosio je 58 kontejnera od 35' zajedno sa 15 000 tona rasute nafte od luke Newark, New Jersey prema luci Houston, Texas. Put je trajao 5 dana, a ukrcaj kontejnera je trajao manje od 8 sati. Jedinica od 35 stopa bila je standardna veličina kamiona u SAD-u za to vrijeme, posebice radi manjka autocesta i malog radijusa skretanja. Tvrtka počinje primati narudžbe zbog brzine i efikasnosti kao i zbog ponude prijevoza koja je 25% jeftinija od tradicionalnih prijevoza.



Slika 3. Prvi kontejnerski brod, Ideal-X, 1956

Izvor: Modelshipmaster.com: *Ideal X*, https://www.modelshipmaster.com/products/ocean_liners/IDEAL-X.htm
(05.05.2023.)

Nakon uspjeha kojeg je postigao Ideal-X, McLean naručuje prvi posebno dizajnirani brod za prijevoz kontejnera imenom Gateway City kapaciteta 226 kontejnera. Njegovo prvo putovanje bilo je od New Jersey-a do Miami-a 1957.godine. Dvije posade lučkih radnika su iskravale i pakirale teret brzinom od 30 tona po satu što je za to vrijeme iznenađujuće.



Slika 4. Prikaz broda Gateway City, 1957.

Izvor: Stein: *1st true box ship: Gateway City*, <https://www.shipsnostalgia.com/media/1st-true-box-ship-gateway-city.41047/> (05.05.2023)

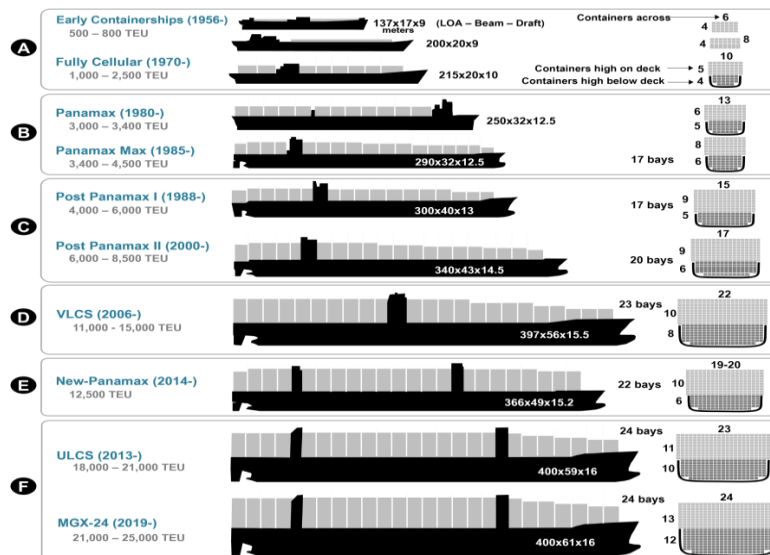
Prvo međunarodno putovanje kontejnerskim brodom odvijalo se 1966. godine u travnju. SeaLond Fairland imao je kapacitet od nevjerojatnih 236 kontejnera na brodu te ih je uspio prevesti od SAD-a do Nizozemske.

1965. godine ISO (International Organization for Standardization) je donijela odluku o neprihvatanju kontejnera od 35' koji su se tada koristili, već su propisali kontejnere kakve danas poznajemo od 20' i 40'.

Kontejneri su doživjeli veliku ekspanziju, 1968. godine kontejnerski brodovi su imali kapacitet za prijevoz oko 1000 TEU²-a (Twenty-Foot Equivalent Unit). SeaLand Industries je do 1970. godine imao 36 kontejnerskih brodova, 27000 kontejnera i spoj sa više od 30 američkih luka.

Iz godine u godinu izgrađuju se sve veći kontejnerski brodovi, različiti po dužini, visini, kapacitetu, pogonu i tako kroz VIII. generacija.

² TEU – Twenty-Foot Equivalent Unit – osnovna jedinica za prostorni prijevozni kapacitet kontejnerskog broda, volumen standardnog 20-stopnog kontejnera, Žuškin, S : Sredstva pomorskog prometa, Nastavni materijal, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2020.



Slika 5. Generacije kontejnerskih brodova

Izvor: Rodrigue, J.P.: Generations of Containerships, 2022., <https://transportgeography.org/generations-of-containerships-update/> (10.05.2023.)

Kontejnerizacija je transformirala logistiku i transport robe, omogućila je brži pretovar i prijevoz, smanjila gubitak i oštećenje robe te znatno smanjila troškove i zbog toga je nezaobilazan alat u svjetskoj trgovini.

2.2. Obilježja i podjela kontejnera

Kontejner je čvrsta, najčešće zatvorena, na vremenske prilike otporna, stalno upotrebljiva transportna jedinica s najmanje jednim vratima, izrađena od različitih materijala po određenim međunarodnim ISO normama gdje se komercijalno iskorištava njezin prostor u prijevozne svrhe kao bazična jedinica čime se ujedno postiže sigurnost prijevoza tereta.³

Kapacitet kontejnera izražava se u TEU jedinicama. TEU jedinica predstavlja prostorni prijevozni kapacitet broda za prijevoz kontejnera odnosno volumen standardnog 20' ISO kontejnera.

1961. godine International Standard Comitee, priznaje kontejnere veličine:

- **Twenty Foot Equivalent Unit** – 20' (duljina 20', širina 8', visina 8'6")
- **Forty Foot Equivalent Unit** – 40' (duljina 40', širina 8', visina 8'6")

Također se upotrebljavaju:

- 40' "High Cube" kontejner dimenzija: 40' duljine, širine 8' i visine 9'6" (1 FEU)

³ Žuškin, S.: *Optimizacija rasporeda tereta na kontejnerskim brodovima u funkciji skraćivanja prekrcajnog procesa* (Disertacija), Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2015.

što odgovara 2 TEU)

- 45' "High Cube" kontejner dimenzija: 45' duljine, 8' širine i 9'6" visine (45' odgovaraju 2 TEU)
- 48' kontejneri dimenzija: 48' duljine, 8'6" širine i 9'6" visine
- 53' kontejneri dimenzija: 53' duljine, 8'6" širine i 9'6" visine

Nosivost, volumen, otvori odnosno utovarno istovarni elementi, operativna površina najčešći su elementi usporedbe između kontejnera. Nosivost kontejnera može biti bruto i neto nosivosti. Iskorištenost volumena bi trebala biti viša od 80%.

Tablica 1. Prikaz ISO dimenzija kontejnera

STANDARDNI 20' KONTEJNER					
Dimenzije	Dužina	Širina	Visina	Težina	Zapremnina
Izvana	6058 mm	2438 mm	2591 mm	2,3 t	33 m ³
Iznutra	5898 mm	2350 mm	2390 mm	nosivost 28 t	
STANDARDNI 40' KONTEJNER					
Dimenzije	Dužina	Širina	Visina	Težina	Zapremnina
Izvana	12192 mm	2438 mm	2591 mm	3,7 t	67 m ³
Iznutra	12032 mm	2350 mm	2390 mm	nosivost 28 t	

Izvor: Pripremila studentica prema: Pomorac.hr: *Što sve trebate znati o kontejnerima*, 2020.,

<https://pomorac.hr/2020/11/18/sto-sve-trebate-znati-o-kontejnerima/> (10.05.2023.)

Tablica 1. pokazuje da kod 20' kontejnera imamo duljinu od 6058 mm, 8' širine odnosno 2438 mm i 8'6" visine odnosno 2591 mm. 1 TEU odgovara 20' kontejneru. 40' kontejneri imaju duljinu od 12192 mm, 8' širine odnosno 2438 mm i 8'6" visine odnosno 2591 mm. 2 TEU odgovara 40' kontejneru.

ISO (Međunarodna organizacija za normizaciju) odluke standardizacije za kontejnere na globalnoj razini:

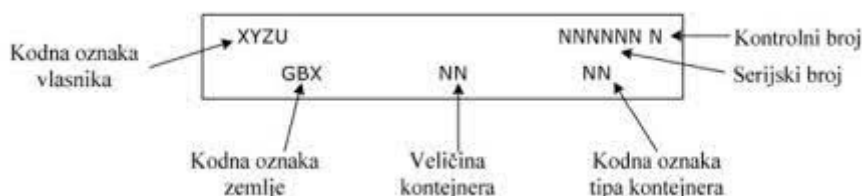
- 1968. siječanj – ISO 668 definirala je dimenzije, terminologiju, ocjene
- 1968. srpanj – R- 790 definirane identifikacijske oznake
- 1970. siječanj – R- 1897 izvršene preinake u spajanju kutova kontejnera
- 1970. listopad – R- 1897 utvrđene minimalne dimenzije unutarnjih transportnih kontejnera opće namjene.

Maksimalna bruto masa kontejnera za suhi teret od 20' (6,10 m) iznosila je u početku 24 000 kg, za 40' (12,19 m) 30 480 kg. Uzimanjem u obzir mase tare kontejnera, maksimalna nosivost se smanjuje na približno 20 000 kg za 20' i 30 000 kg za 40' kontejnere.⁴

Označavanje kontejnera:

Kod označavanja kontejnera koristi se jednoznačni sustav numeriranja kontejnera koji je predložila ISO-međunarodna organizacija za normizaciju.

Oznaku kontejnera odnosno ukupan kodni ključ za označavanje kontejnera sadrži : oznaku vlasnika, zemlje, tip i veličinu kontejnera te serijski broj(6 brojeva) i kontrolni broj(1 znamenka). Prva znamenka u kodnoj oznaci tipa kontejnera označava posebnu grupu u koju kontejner spada.



Slika 6. Prikaz označavanja kontejnera

Izvor: Vranić , D., Kos , S.: *Morska kontejnerska transportna tehnologija I.*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2008.

Tablica 2. Prva znamenka kod označavanja tipa kontejnera i značenje

Prva znamenka kod oznake tipa kontejnera	Značenje
0	Zatvoreni kontejner
1	Zatvoreni kontejner zračen
2	Izolacijski kontejner
3	Rashladni kontejner
4	Rashladni kontejner s odstranjivom opremom
5	Kontejner s otvorenim krovom
6	Kontejner – platforma
7	Tank- kontejner (cisterna)
8	Bulk-kontejner, za prijevoz žive stoke
9	Zračni kontejner

Izvor: Pripremila studentica prema: Vranić , D., Kos , S.: *Morska kontejnerska transportna tehnologija I.*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2008.

⁴ Božičević, D., Kovačević, D.: *Suvremene transportne tehnologije*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2002.

2.3. Podjela kontejnera u pomorstvu

Zbog potrebe prijevoza različite vrste tereta razlikujemo 9 tipova 20stopnih kontejnera:

1. Kontejner opće namjene
2. Visoki kontejner
3. Kontejner s pomičnim krovom
4. Kontejner s otvorenim krovom
5. Sklopivi kontejner
6. Kontejner platforma
7. Izolacijski kontejner
8. Kontejner za suhi rasuti teret
9. Tank kontejner

1. Kontejner opće namjene/ dry box (General Purpose Container)

Najčešće korišteni kontejner, 20' i 40'. Kontejner zatvorenog tipa, koji se koristi u transportu i prijevozu za skladištenje suhog i generalnog tereta.



Slika 7. Kontejner opće namjene

Izvor: Polame, L.: *Types of shipping containers*, 2020., <https://www.easycargo3d.com/ro/blog/types-of-shipping-containers-and-which-one-to-choose/> (12.05.2023.)

2. Visoki kontejner (High Cube)

Strukturno slični kontejnerima opće namjene, razlika u visini. Visina kontejnera opće namjene je 2591 mm, dok je kod visokih kontejnera visina 2896 mm. Postoje 40' i 45' kontejneri, širina se ne mijenja.



Slika 8. Prikaz visokog kontejnera

Izvor: Polame, L.: *Types of shipping containers*, 2020., <https://www.easycargo3d.com/ro/blog/types-of-shipping-containers-and-which-one-to-choose/> (15.05.2023.)

3. Kontejner s pomičnim krovom (Hard Top)

Kontejneri s pomičnim krovom odnosno poluotvoreni kontejneri. Sastavni dio su im čelične ploče na krovu koje se po potrebi miču. Pogodni za prijevoz tereta velikih dimenzija i teških tereta.



Slika 9. Prikaz Hard Top kontejnera

Izvor: Transportplanning.com: *Hard Top Container*, <https://www.transportplanning.com/our-products/hardopen-top-shipping-containers/> (15.05.2023.)

4. Kontejner s otvorenim krovom (Open Top)

Karakteristike kontejnera s otvorenim krovom jednake su kao i kod kontejnera s pomičnim krovom. Služi za prijevoz teških i glomaznih tereta. Karakteristika mu je cerada koja se po potrebi pomiče, takvi kontejneri se slažu na vrhu zbog toga što teret može viriti izvan samog kontejnera.



Slika 10. Prikaz kontejnera s otvorenim krovom

Izvor: Polame, L.: *Types of shipping containers*, 2020., <https://www.easycargo3d.com/ro/blog/types-of-shipping-containers-and-which-one-to-choose/> (15.05.2023.)

5. Otvorivi ili sklopivi kontejner (Flat Rack)

20' i 40' kontejneri, prednosti su nedostatak krova i lijeve i desne strane što je pogodno za viličare zbog lakšeg ukrcanja tereta posebice vrlo visokih tereta. Postoji mogućnost i sklapanja prednjih i stražnjih strana da bi se dobila ravna površina. Koriste se za prijevoz autobusa, automobila, brodova, strojeva za građevinu, međutim moraju se dobro učvrstiti i paziti da se ne prelazi dopuštena nosivost.



Slika 11. Prikaz Flat Rock kontejnera

Izvor: Polame, L.: *Types of shipping containers*, 2020., <https://www.easycargo3d.com/ro/blog/types-of-shipping-containers-and-which-one-to-choose/> (15.05.2023.)

6. Kontejner platforma (Platform Container)

Ovaj tip kontejnera sadrži samo donju, dodatno pojačanu podlogu koja je opremljena sa više pozicija kako bi bolje učvrstila teret. Također se mora paziti na nosivost, u slučaju da prijeđe određenu nosivost dodaje se još jedna platforma.



Slika 12. Prikaz kontejnera platforme

Izvor: Cargostore.com: *20ft Platform Container*, <https://cargostore.com/20ft-platform-flat-rack-iso/> (15.05.2023.)

7. Izolacijski / izotermični kontejner (Reefer Container)

Kontejner koji sadrži termičke karakteristike. Uporabljuje se kod lako kvarljivog tereta koji mora ostati u određenoj temperaturi kao što je naprimjer povrće, voće, riba, meso kao i za

farmaceutske proizvode i kemikalije. Pri dolasku na brod odmah se spaja na struju kako bi se pokrenuo rad hlađenja i održavanja temperature u rasponu od -40°C do $+30^{\circ}\text{C}$. Kontejner u sebi ima generator koji hladi putem vode ili zraka, po potrebi i kombinacijom istih. Kontejneri se postavljaju na nižim visinama radi utičnica te se moraju provjeravati dva puta dnevno.



Slika 13. Prikaz izolacijskog kontejnera

Izvor: Polame, L.: *Types of shipping containers*, 2020., <https://www.easycargo3d.com/ro/blog/types-of-shipping-containers-and-which-one-to-choose/> (16.05.2023.)

8. Kontejner za suhi rasuti teret (Bulk Container)

Kontejner koji na svom vrhu sadrži 3 grotla koja služe za ukrcaj tereta promjera 455 mm i time omogućuju pad takve vrste tereta u kontejner.



Slika 14. Prikaz kontejnera za suhi rasuti teret

Izvor: BLS: Bulk containers, <https://www.bls-bulk.com/food/bulk-containers> (17.05.2023)

9. Tank kontejner (Tank Container)

Namjena ovog kontejnera je prijevoz komprimiranih plinova i tekućina. U tank je pod tlakom ugrađen čelični okvir i njihova svrha je da nose teret kontejnera, zaštita tanka te omogućuju slaganje sa standardnom opremom za rukovanje kontejnerima. Tankovi su napunjeni 80-95% kako bi se spriječilo nadizanje tekućine pri transportu te kako bi imali dovoljno prostora za širenje plina.



Slika 15. Prikaz tank kontejnera

Izvor: Alts.biz: Tank container, <https://alts.biz/kontejner-cisterna-tank-kontejner/> (17.05.2023)

2.4. Prednosti i nedostaci kontejnera

Kontejnerizacija je hvaljena kao jedna od najvećih inovacija u industriji prijevoza robe. Iz početka je bio napravljen od valovitog čelika, a danas je to intermodalni kontejner. Intermodalni kontejneri su teške kutije standardnih veličina sagrađene od Corten čelika –

posebne legure čelika koje mogu izdržati oštre elemente prirode kao naprimjer koroziju. Još se zovu i otpremni kontejneri i oni se mogu zaključavati i zapečatiti posebnom kontejnerskom plombom pri prijevozu morem ili kopnom što pruža sigurnost.

Kontejnerizacija je koncept pakiranja robe u standardizirane metalne kontejnere koji omogućuju jednostavno manipuliranje, transport i skladištenje. Ova tehnologija je iznjedrila standardizirane veličine kontejnera, poput 20 ili 40 stopa, koje su postale industrijski standardi. Prednosti kontejnerizacije su izuzetno važne jer su kontejneri postali osnova moderne globalne trgovine.

Jedna od ključnih prednosti kontejnerizacije je efikasnost u logističkom procesu. Kontejneri omogućuju brzi prijevoz robe jer se mogu jednostavno utovariti na brodove, kamione, vlakove ili čak avione. Standardizirane veličine kontejnera olakšavaju rukovanje, skladištenje i manipulaciju robom na različitim prijevoznim sredstvima, što rezultira smanjenjem vremena utovara i istovara te smanjenjem ukupnih troškova transporta.

Kontejnerizacija također pruža zaštitu i sigurnost robe tijekom prijevoza. Kontejneri su izrađeni od čvrstog metala i opremljeni bravama, čime se osigurava sigurnost robe od krađe, oštećenja ili gubitka. Ova sigurnost omogućuje pouzdan transport robe na velike udaljenosti, bez obzira na vremenske uvjete ili prijevozne rute.

Još jedna važna prednost kontejnerizacije je pojednostavljenje logističkog procesa. Kontejneri omogućuju lakše upravljanje teretom, organizaciju skladišta i efikasnije raspoređivanje resursa. Standardizirane veličine kontejnera olakšavaju planiranje i optimizaciju utovara, skladištenja i isporuke robe, što dovodi do veće učinkovitosti i smanjenja vremena potrebnog za logističke operacije.

Unatoč brojnim prednostima, kontejnerizacija također ima neke nedostatke koji trebaju biti razmotreni. Jedan od njih je potreba za odgovarajućom infrastrukturom za manipulaciju kontejnerima, kao što su terminali za utovar, istovar i skladištenje. Osim toga, neka roba može biti neprilagođena za kontejnerizaciju zbog veličine, oblika ili posebnih uvjeta prijevoza.

Glavne prednosti kontejnerizacije:

Fleksibilnost. Kontejneri prevoze vrlo širok izbor robe, od ugljena, žitarica, automobila, rashladne robe. Također postoje i prilagođeni kontejneri za suhi rasuti teret, tekućine poput nafte i kemijskih proizvoda, i platformski kontejneri za vangabaritni teret (**OOG**⁵).

⁵ **OOG**—out of gauge, teret izvan gabarita, sav teret koji premašuje dimenzije kontejnera od 20 ili 40 stopa smatra se teretom izvan gabarita, <https://www.rohlig.com/freight-solutions/sea-freight/oog>

Lakoća upravljanja. Upravljanje teretom u kontejneru ili FCL (Full Container Load) lakše je od rukovanja drugim metodama prijevoza robe kao što je utovar manje od kontejnera (LCL).

Otpremni kontejneri su nedjeljive jedinice i svaki registrirani kontejner ima jedinstveni identifikacijski broj koji ga je lako pratiti i ući u trag tijekom putovanja. Ovaj jedinstveni broj koji se zove broj kontejnera dodijeljen mu je prema specifikacijama Bureau International des Containers (BIC). BIC je organizacija sa sjedištem u Parizu koja 'nadzire standarde za intermodalne kontejnere'. Broj kontejnera koristi se za provjeru tereta od strane raznih strana kao što su otpremnik, primatelj, lučke i carinske vlasti, i ostali.

Brzina prijevoza. S većim i snažnijim teretnim brodovima i modernom opremom za rukovanje kontejnerima, vrijeme prekrcaja se drastično smanjilo. Utovar i istovar ovih su dana brži, kako u lukama tako i modernim skladištima. Brojevi obrta brodske luke smanjeni su sa tri tjedna na otprilike 24 sata, a pretovarne operacije su brze i minimalne.

Ekonomija razmjera. Troškovi prijevoza robe kao što je rasuti teret ili LCL je 20 do 25 puta veći nego prijevoz iste robe kontejnerima. Zbog ekonomije razmjera, kontejnerizacija je drastično smanjila transportne troškove u cijenama robe. Ekonomija razmjera je prednost koju tvrtke dobivaju kao rezultat proizvodnje ili trgovine na veliko.

Standardizacija. Budući da su spremnici s ISO certifikatom standardne veličine i dimenzija, njima se može rukovati univerzalno bilo kojim standardnim prijevozom (brodovi, kamioni, teglenice vagoni). To olakšava korištenje, transport i skladištenje spremnika. Svaki kontejner ima svoj jedinstveni identifikacijski broj, te šifru vrste i veličine. Kontejner je transportna jedinica kojom se može upravljati kao takvom.

Sigurnost. Intermodalni kontejneri za teške uvjete rada obložene su zidovima na svih pet strana osim na jednom kraju gdje se nalaze dvostruka vrata. Ova dvostruka vrata imaju svaka dvostruku bravu koja se koristi za zaključavanje i brtvljenje spremnika što ga čini sigurnim i zaštićenim od neovlaštenog otvaranja. Kontejner omogućava diskretnost jer se on otvara samo na mjestu na kojem se teret ukrcavao (prodavatelj ili osoba koja je otpremila teret), na carini i na samom odredištu (kupac).

Izdržljivost. Ovisno o korištenju, transportni kontejner može trajati od 10 do 25 godina. Nakon što su osuđeni nakon što više nisu upotrebljivi, spremnici se često koriste za skladištenje ili pretvaraju u stambene prostorije.

Skladišta i distributeri koriste prazne kontejnere kao privremeni skladišni prostor, posebno kada im skladišni kapaciteti popune kapacitet. Kontejneri se mogu postaviti na bilo

koje prikladno mjesto u dvorištu skladišta. Omogućuje privremeno i fleksibilno skladištenje za tvrtke kada je to potrebno.

Praksa preuređenja i korištenja starih kontejnera kao stambenih prostorija postaje sve popularnija diljem svijeta. Postavljanje je jeftino, au isto vrijeme izgledaju moderno kada su izvedene ispravno i estetski.

Skladištenje. Kontejner štiti teret koji je posložen u njemu i to ga čini zapravo skladištem. Kapacitet slaganja na brodovima, vlakovima i na zemlji (dvorišta kontejnera) neto je prednost kontejnerizacije. Dvorišta kontejnera mogu povećati gustoću slaganja uz odgovarajuću opremu.

Glavni nedostaci kontejnerizacije:

Prostorna ograničenja. Kontejneri zauzimaju značajnu količinu prostora, bez obzira na to prevoze li teret ili su prazni. Terminali moraju osigurati dovoljno prostora za organizirano skladištenje kontejnera koji ulaze i izlaze iz njih. Također je važno obratiti pozornost na redosljed u kojem se kontejneri postavljaju, kako bi oni koji trebaju biti izvučeni prvi bili dostupni na vrhu, a ne duboko u stogu. Ovo postaje poseban izazov kada se uključe veći kontejneri, kao što su oni iz klase Post Panamax.

Infrastrukturni poslovi. Najnovija oprema u lukama, kao što su portalne dizalice, zajedno s drugom terminalnom opremom, zahtijeva znatne financijske resurse, obično u visini nekoliko milijuna američkih dolara. Vodeće luke i terminali su obično sposobni izdvojiti takva sredstva i redovito ažurirati svoju opremu kako bi pratili napredak tehnologije. No, za manje razvijene zemlje i luke, održavanje koraka s ovim financijskim izazovima i tehnološkim promjenama može biti izazovno.

Ilegalna trgovina. Kontejneri često služe kao sredstvo za ilegalnu trgovinu različitim vrstama robe, uključujući oružje, drogu i čak trgovinu ljudima. Uobičajena praksa carinskih vlasti širom svijeta je provoditi nasumične inspekcije kontejnera. Postoji mogućnost da se krijumčarenje ponekad može izbjeći ili proći neopaženo.

Ostali razlozi koji navode nadležna tijela na pregled određenih kontejnera su dojava, neispravna dokumentacija, sumnjivi obrasci otpremanja robe itd.

Carine u razvijenim zemljama koriste rendgenske skenere koji mogu skenirati kontejnere.

Bez obzira na nedostatke, stručnjaci predviđaju stopu rasta od 3 – 4% za kontejnerski teret u sljedeće tri godine.

Kontejnerizacijom su se uvelike smanjili troškovi međunarodne trgovine, povećala njenu brzinu te je također drastično promijenila karakter lučkih gradova širom svijeta. Prije visoko mehaniziranog kontejnera posade su ukrcavale pojedinačne terete u prtljažnik broda, a nakon

kontejnerizacije velike posade nisu bile potrebne. U međuvremenu dogodili su se usponi i padovi kod nekih luka. U luci San Francisco nekadašnji molovi više nisu bili potrebni za ukrcaj i iskrcaj, također bilo je i malo prostora za izgradnju parcela za skladištenje i sortiranje kontejnera u tranzitu. Tim događanjima u luci San Francisco je gotovo prestala funkcionirati kao glavna komercijalna luka, ali se pojavila druga najveća luka na zapadnoj obali SAD-a, luka Oakland. Također su i u Velikoj Britaniji liverpolska i londonska luka opale na značaju, a britanska luka Felixstowe i nizozemska luka Rotterdam su postale glavne luke.

Kod intermodalnih kontejnera proces pakiranja, raspakiranja i organiziranja tereta mogli bi se provoditi daleko od mjesta utovara. Ova vrsta zapošljavanja preselila se u velika skladišta u ruralnim zajednicama u unutrašnjosti, gdje su troškovi zemlje i radne snage bili niži nego u obalnim zajednicama. Ova temeljna promjena lokacije skladišta oslobodila je vrijedne nekretnine uz obalu u blizini središnjih poslovnih četvrti lučkih gradova za preuređenje. To je dovelo do niza inicijativa za revitalizaciju obale.

Pouzdanost kontejnera omogućila je i pravodobnu proizvodnju zbog mogućnosti isporuke komponente po fiksnom rasporedu.

3. BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA

Kontejnerski brodovi prevoze većinu svjetske industrijske robe i proizvoda, obično na redovnim linijskim linijama.

Kontejnerski brodovi prevoze kombinaciju dviju standardiziranih veličina kontejnera poznatih kao jedinice ekvivalenta. Kontejneri se prevoze u ćelijskim skladištima i naslažu na poklopce grotla broda i gornju palubu. Sadržaj spremnika može biti nepokvarljiv ili kvarljiv, pri čemu se potonji često prevozi u rashladnim posudama.

Po konstrukciji brodovi su sagrađeni kako bi mogli prevoziti velike količine tereta. Vrlo je bitno optimizirati konstrukciju da bi se smanjila krutost i masa kod brodova. Radi lakšeg ukrcaja i iskrcaja tereta imamo brodove koji imaju jednu ili više paluba, postoje i brodovi koji nemaju palubu što dodatno pojednostavljuje proces ukrcaja i iskrcaja tereta.⁶

Kontejnerski brodovi dominiraju pomorskim brodarstvom jer se većina robe mora otpremati u intermodalnim kontejnerima, osobito potrošačka ili 'konačna' roba. Kada je riječ o

⁶ Pronj, Z.: *Kontejnerski brodovi s osvrtom na kontejnerske terminale*, Rijeka, 2011.

poljoprivrednim proizvodima, obično se u kontejnere stavljaju stvari koje su prikladne za ljudsku prehranu ili su već prošle neku vrstu obrade, poput rafiniranog šećera. U posljednjem desetljeću broj kontejnerskih brodova u globalnoj trgovačkoj floti iznosio je u prosjeku oko 6000 godišnje.

Kontejnerski prijevoz možemo još nazvati i linijskim radi korištenja redovnog rasporeda po određenim rutama takozvanim linijskim uslugama.

Kako bi se izbjegao veliki broj matičnih kontejnerskih brodova u lukama razvio se feeder servis. Njegova namjena je prikupljanje kontejnera i opskrbe sa velikih matičnih kontejnerskih brodova. U posljednjih dvadeset godina došlo je do značajnih promjena u veličini feeder brodova. Kapacitet najmodernijih feeder brodova penje se i do 1.000 TEU⁷ za razliku od početnih 100 do 300 TEU.⁷

Sustav rukovanja kontejnerima potpuno je mehaniziran, što kontejnerizaciju čini vrlo učinkovitim i brzim načinom transporta. Namjenski kontejnerski brodovi ovise o kontejnerskim dizalicama u lukama za ukrcaj i iskrcaj kontejnera.

Kontejnerski brodovi su imali presudnu ulogu u širenju globalne dostupnosti proizvoda u posljednjih dvadeset godina. Oni su omogućili proizvodnju različitih roba u zemljama koje se razvijaju uz manje troškove te izvoz tih proizvoda u zemlje s većim troškovima. Tijekom proteklih 20 godina, kontejnerski brodovi su značajno povećali svoju veličinu. Na primjer, dok je 2002. godine veliki kontejnerski brod mogao prevoziti oko 6.500 TEU, današnji najveći brodovi mogu prevoziti gotovo 24.000 TEU-a.

Između 1980. i 2022. godine, kapacitet kontejnerskih brodova je znatno porastao, sa oko 11 milijuna metričkih tona nosivosti na impresivnih otprilike 293 milijuna metričkih tona. Trenutno, najveći operater kontejnerskih brodova u svijetu je Mediterranean Shipping Company s ukupnim kapacitetom od preko pet milijuna TEU-a. Ostali značajni operateri uključuju APM-Maersk, CMA CGM, COSCO i Hapag-Lloyd.

Ova povećana efikasnost u proizvodnji je dodatno smanjila cijenu pojedinačnih proizvoda za kupce. Na primjer, trošak transporta perilice rublja iz Kine do sjeverne Europe je oko 10 USD, što čini otprilike 2-3% ukupne cijene proizvoda.

Ekološki troškovi također su niski, s kontejnerskim brodovima koji ispuštaju prosječno 30 g CO₂/toni nm u odnosu na 140 g CO₂/toni nm za teška teretna vozila. Uistinu, cijelo

⁷ Rudić, D., Hlača, B.: Feeder servis to promote revitalization of container transport in the Adriatic ports, *Naše more*, 52(1-2), 2005, str. 38.

putovanje kontejnerom na brodu iz Kine u Europu proizvodi približno iste emisije CO₂ kao ono kod europskog dugolinijskog kamiona ako prevozi isti kontejner samo 200 kilometara.

Godine 2022. vodeće luke za rukovanje kontejnerima diljem svijeta nalazile su se u azijsko-pacifičkoj regiji. Šangajska luka bila je najprometnija kontejnerska luka na svijetu, s oko 47 milijuna TEU-a tereta u kontejnerima 2022. godine. Osim azijsko-pacifičke regije, Sjeverna Amerika i Europa također su važna čvorišta za kontejnerski teret. U svojoj fiskalnoj godini 2022. luka Los Angelesa pretovarila je gotovo 10,7 milijuna TEU-a, što ju čini najvećom kontejnerskom lukom u Sjedinjenim Državama. U Europi je luka Rotterdam na vrhu ljestvice kao najveća kontejnerska luka na kontinentu, s više od 8,3 milijuna kontejnera u 2022. godini.

Kako bi pobliže definirali i objasnili razvoj kontejnerskih brodova kroz generacije potrebno je objasniti podjelu kontejnerskih brodova.

Prema načinu prekrcanja brodovi za prijevoz kontejnera dijele se u tri skupine:

- **LO-LO tehnika** – “Lift on - Lift off” (“podigni-spusti”), plovila mogu prevoziti niz različitih proizvoda kao rezultat njihovog fleksibilnog teretnog prostora, kapaciteta kontejnera i ugrađenih dizalica. Lift-on/Lift-off (lo/lo) teret je kontejnerski teret koji se mora podići na i s plovila i drugih vozila pomoću opreme za rukovanje. Operacija LOLO je kada se teret ukrcava i ispušta preko vrha broda pomoću dizalica ili dizalica. LoLo plovila ukrcavaju i iskrcavaju teret u Roll On-Roll Off (Ro-Ro) lukama, Load On-Load Off (Lo-Lo) lukama i na neservisiranim molovima, koristeći vlastite dizalice. Plovila tipa Lift-on/Lift-off (Lo/Lo) s vlastitim pogonom ukrcavaju se i istovaruju dizalicom koja podiže teret na određeno mjesto na brodu Lo/Lo.
- **RO-RO tehnika**- “Roll on – Roll off” (“dokotrljaj-otkotrljaj”), teretni brodovi dizajnirani za prijevoz tereta na kotačima, kao što su automobili, motocikli, kamioni, kamioni s poluprikolicama, autobusi, prikolice i željeznička vozila, koji se voze na i izvan broda na vlastitim kotačima ili korištenjem platformskog vozila, kao što je samohodni modularni transporter, RORO plovila imaju ugrađene ili obalne rampe ili skele za trajekte koji omogućuju učinkovito utovarivanje tereta na i s plovila dok je u luci. Dok manji trajekti koji prometuju preko rijeka i na drugim kratkim udaljenostima često imaju ugrađene rampe, pojam RORO općenito je rezerviran za velika pomorska plovila. Rampe i vrata mogu se nalaziti na krmu, pramcu ili bokovima, ili bilo kojoj njihovoj kombinaciji.
- **FLO-FLO tehnika** – “Float on – Float off” (“doplutaj-otplutaj”), specijalizirani brodovi za podizanje teških tereta, također poznati kao plutajući/isplivavajući (FLO/FLO) ili

poluuronjivi brodovi, pružaju mogućnost utovara, prijevoza i istovara velikog tereta neovisno o lučkoj opremi koja se tradicionalno koristi za rukovanje velikim ili iznimno teškim teretom, kao što su tegljači, teglenice, desantne čamce, plutajuće dizalice i sustavi za privez s jednim sidrenim krakom. Dizanja se kreću od otprilike 50 do čak 45.000 tona. Ovi brodovi su dizajnirani za preuzimanje balastne vode u spremnike koji se mogu potopiti i koji djelomično potapaju plovilo. Teret tada lebdi iznad potopljenog dijela broda koji se zatim uklanja i izroni ispod tereta. Nakon što plovilo potpuno ispliva, teret se osigurava za prijevoz.

Kontejnerski brodovi po sustavu LO-LO:

- Klasični trgovački brodovi
- Preuredivi kontejnerski brodovi
- Djelomično kontejnerski brodovi
- Potpuno kontejnerski brodovi ⁸

Ovaj rad baziran je na potpuno kontejnerske brodove koji spadaju u skupinu prekrcaja putem LO-LO tehnike. Nastavno će se objasniti klase kontejnerskih brodova, njihova razlika u dužini, širini, njihov kapacitet i pogon te ostale razlike koje su pridonijele razvoju do danas.

⁸ Žuškin,S : *Sredstva pomorskog prometa*, Nastavni materijal, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2020.

4. RAZVOJ KONTEJNERSKIH BRODOVA KROZ GENERACIJE

Analiza kontejnerskih brodova kroz generacije razvoja predstavlja izuzetno zanimljivu i važnu temu koja nam omogućava uvid u evoluciju ovog ključnog sektora globalne logistike. Kontejnerski brodovi su postali vitalna karika u međunarodnom prijevozu robe, omogućavajući efikasno, brzo i ekonomično prebacivanje tereta širom svijeta. Kroz povijest razvoja brodskih kontejnera, svaka generacija donijela je inovacije i promijene koje su transformirale industriju plovidbe. Fokus će biti na osam ključnih generacija kontejnerskih brodova, a svaka od njih predstavlja prekretnicu u tehnologiji, kapacitetu i efikasnosti. Pratimo putovanje od prvih eksperimentalnih kontejnera koji su prevozili ograničen teret, pa do masivnih i sofisticiranih kontejnerskih brodova koji danas dominiraju svjetskim lukama.

Tablica 3. Razvoj kontejnerskih brodova kroz generacije

Generacije	Klase kontejnerskih brodova	TEU	Duljina u metrima	Širina u metrima
I. generacija	Preuredivi / konvertirani višenamjenski brodovi	Do 1.000	Od 135 do 200	Od 17 do 23
II. generacija	Potpuno kontejnerski brodovi	Od 1.000 do 2.500	Od 200 do 250	Od 23 do 30
III. generacija	Panamax klasa	Od 2.500 do 4.500	Od 250 do 290	32,2
IV. generacija	Postpanamax klasa	Od 4.500 do 10.000	Od 290 do 370	Od 32 do 49
V. generacija	Nova Panamax klasa	Od 10.000 do 13.000	366	49
VI. generacija	Nova Postpanamax klasa	Od 13.000 do 18.000	Od 370 do 400	Od 49 do 56
VII. generacija	Malacca klasa	Od 18.000 do 20.000	Od 370 do 400	Od 56 do 60
VIII. generacija	Postmalacca klasa	Kapacitet veći od 20.000	Veća od 400	Veća od 60

Izvor : Pripremila studentica prema : Žuškin, S.: *Optimizacija rasporeda tereta na kontejnerskim brodovima u funkciji skraćanja prekrcajnog procesa*, Doktorski rad, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2015.

4.1. I. generacija

Prva generacija kontejnerskih brodova se sastojala od preuređenih brodova za prijevoz rasutog tereta ili tankera, koji su imali kapacitet za prijevoz do 1000 TEU-a. Prvi primjerak kontejnerskog broda, nazvan "Ideal-X", bio je prenamijenjeni tanker tipa T2 koji je korišten u Drugom svjetskom ratu. Početkom 1960-ih, kontejnerizacija je bila nova metoda transporta koja se ispitivala i postupno razvijala. Transformacija postojećih brodova pokazala se kao ekonomična i manje rizična opcija. Ovi brodovi su imali ugrađene dizalice jer većina lučkih terminala tada nije imala kapacitete za manipulaciju kontejnerima. Također, bili su relativno sporiji, postizavši brzine od otprilike 18 do 20 čvorova i mogli su nositi samo kontejnere na preuređenoj palubi, a ne u svom trbušnom držaču.



Slika 16. Prikaz broda Ideal - X

Izvor: Modelshipmaster.com: *Prikaz broda Ideal- X*,

https://www.modelshipmaster.com/products/ocean_liners/IDEAL-X.htm (03.06.2023)

4.2. II. generacija

Kada je koncept kontejnerizacije početkom 1970-ih postao široko prihvaćen, započela je izgradnja prvih potpuno čelijskih kontejnerskih brodova (FCC; druga generacija) koji su bili specijalno dizajnirani za manipulaciju kontejnerima. Ova nova kategorija brodova omogućavala je postavljanje kontejnera u posebno oblikovane ćelije na brodu. Prvi primjerci ovih čelijskih kontejnerskih brodova, poznati kao klasa C7, počeli su ploviti 1968. godine.

Svi kontejnerski brodovi tog tipa bili su organizirani u "ćelije" koje su držale kontejnere složene u različite visine, ovisno o kapacitetu broda. Ova struktura omogućila je iskorištavanje cijelog prostora broda za skladištenje kontejnera, uključujući i potpalublja. Ovo je omogućilo postavljanje dva dodatna reda kontejnera po širini iznad palube, umjesto ispod nje. U cilju

povećanja kapaciteta, dizalice za rukovanje kontejnerima su uklonjene iz dizajna brodova (mada su danas i dalje prisutne na specijaliziranim brodovima). Specijalizirani kontejnerski terminali diljem svijeta postavljeni su kako bi se nosili s potrebama za rukovanje ovim vrstama brodova, stoga pitanje sposobnosti luka za rukovanje čelijskim kontejnerskim brodovima više nije bilo primarna briga.

Ovi čelijski kontejnerski brodovi bili su znatno brži, s brzinama plovidbe od 20-24 čvora, što je postalo standard za kontejnerski transport.

Prvi brod koji je potpuno preuređen za prijevoz kontejnera s posebnim vodilicama za kontejnere bio je "Getaway City", a imao je kapacitet prijevoza 226 kontejnera.



Slika 17. Prikaz broda Getaway City

Izvor : Pprtfolio.panynj.gov: *The Story Behind Modern Shipping*, 2015.,

<https://portfolio.panynj.gov/2015/06/23/the-world-in-a-box-a-quick-story-about-shipping/> (03.06.2023)

4.3. III. generacija

Od njegovog potvrđenog usvajanja u kasnim 1960-im i ranim 1970-im, količina isporučenih kontejnera počela je rasti usporedno, i istom brzinom kao i rast izvezeno robe diljem svijeta. Kontejnerski brodski prijevoznici držali su svoj tržišni udio u svijetu međunarodnog pomorskog prijevoza.

Kako bi se apsorbirao porast broja kontejnera koje treba premjestiti i podržao rast globalnog izvoza, ne samo da je globalna flota porasla u broju plovila, već i novih većih plovila

– poput američkog „New Yorka“ (IMO 8212611 – TEU 4,614 – izgrađen 1984.) – izgrađeni su, budući da su njihovi vlasnici sada mogli biti sigurni da će biti dostupno dovoljno kontejnera koje je potrebno premjestiti kako bi se maksimalno iskoristila njihova iskoristivost i iskoristili niži operativni troškovi po kontejneru. Ali s razvojem američkog „New Yorka“, 1984. godine, težnja za razvojem sve većih kontejnerskih brodova došla je do zastoja i najveći brodovi će ostati usporedivi do 1996. godine.

Ova suzdržanost da se nastavi s razvojem većih plovila može se smatrati uglavnom povezanom s činjenicom da bi mnoge glavne rute i kontejneri u to vrijeme prolazili kroz Panamski kanal i postojala je zabrinutost da bi izgradnja plovila širih od kanala ograničila njihovu upotrebu na određenim rutama, bile bi prevelike da bi učinkovito funkcionirale na tim ograničenim rutama i njihovu relativno ograničenu potražnju.

Zapravo, širina američkog „New Yorka“ bila je 32,20 metara (105,5 stopa), a najveća dopuštena širina kanala u to je vrijeme bila 32,31 metar (106 stopa).

Nekoliko brodova, kao što je „President Truman“ (IMO 8616283, TEU 4340, izgrađeno 1988.), izgrađeno je u ovom razdoblju (1984. do 1996.) sa širinom većom od Panamskog kanala, ali su njihovi kapaciteti bili usporedivi s brodovima Panamax, što potvrđuje da promet koji nije povezan s Panamskim kanalom možda se nije smatrao dovoljnim za prihvatanje plovila većeg kapaciteta.

4.4. IV. generacija

Krajem 80 – ih točnije 1988. dolazi kontejnerski brod „APL President Truman“ kompanije American President Lines. Dimenzije broda su prelazile 32,2 metra širine i imao kapacitet 4500 TEU-a. Veličina brodova raste te se do 1990. kapacitet TEU-a na brodovima povećao do 8000. Zbog svoje širine nije mogao proći Panamskim kanalom te se zbog toga ta generacija naziva „Post Panamax“. Povećanjem širine i time i gaza broda javljaju se problemi na lučkim terminalima te moraju prilagođavati dubinu kako bi mogli prihvaćati novu generaciju.

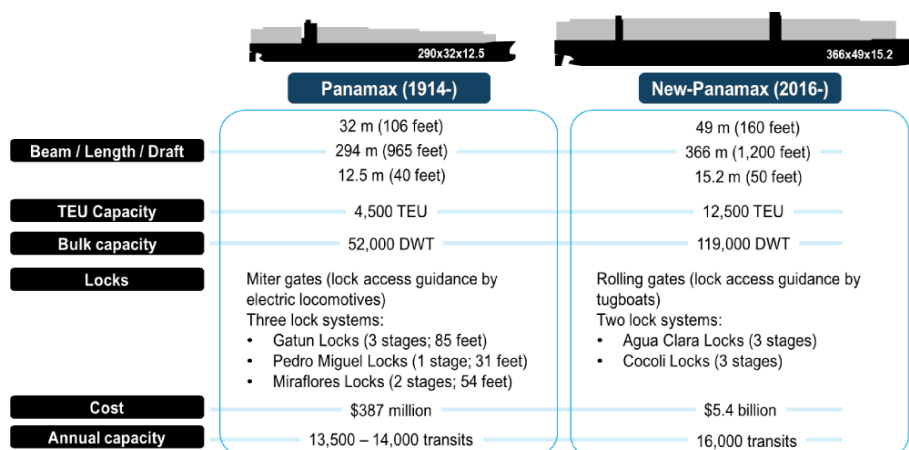


Slika 18. Prikaz broda Post Panamax klase

Izvor: Gcaptain.com: *First Post-Panamax Containerships Headed to Panama Canal, Leaving Workhorses to Bow Out*, 2016., <https://gcaptain.com/first-post-panamax-containerships-headed-to-panama-canal-leaving-workhorses-to-bow-out/> (03.06.2023.)

4.5. V. generacije

„Nova Panamax klasa“ ili drugim nazivom Very Large Container Vessel (VLCV) pojavljuje se 2016. godine proširenjem Panamskog kanala kroz koji sada mogu prolaziti brodovi od 366 metara duljine, širine do 49 metara, sa gazom do 15.2 metara i kapacitetom do 12.500 TEU-a. Povećanjem kanala povećao se i godišnji kapacitet za 2000 dodatnih brodova.



Slika 19. Usporedba proširenja Panamskog kanala

Izvor: Porteconomicsmanagement.org: *Comparative Characteristics of the Panama Canal Expansion*, <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part1/interoceanic-passages/characteristics-panama-canal-expansion/> (03.06.2023.)

4.6. VI. generacija

Godine 2006. kompanija „Maersk“ predstavlja brod pod imenom „Emma Maersk“ koji se smatra začetnikom VI. generacije Ultra Large Container Vessel (ULCV). Njegova dužina je 397m, 56 m širine, kapacitet od 13 000 TEU-a, gaz 15,5 m i brzina veća od 25 čvorova. Njegove dimenzije prelazile su ograničenja proširenja novog Panamskog kanala.

Obilježja VI. generacije su nadgrađe i brodska strojarnica postavljena na sredinu broda radi povećanja kapaciteta slaganja kontejnera na krmi, no međutim to se ispostavilo kao loša konstrukcijska izvedba. Javljale su se deformacije nakon određenog perioda na predugačkoj osovini, te su imali limitirani broj kontejnera po visini na palubi radi vidljivosti sa zapovjedničkog mosta po SOLAS-u (minimalno 500m).⁹



Slika 20. Prikaz broda Emma Maersk

Izvor: Konrad, J.: *Emma Maersk-The Secret Story of Building The World's Largest Container Ship*, <https://gcaptain.com/emma-maersk-from-shipyard-fire-to-world-records/> (03.06.2023.)

⁹ Žuškin, S.: *Optimizacija rasporeda tereta na kontejnerskim brodovima u funkciji skraćivanja prekrcajnog procesa* (Disertacija), Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2015.

4.7. VI. generacija

Dolazi do promjena u konstrukcijskim karakteristikama, ugrađuju se dva nadgrađa jedan po pramcu, a drugi po krmi. Strojarnica je smještena na krmu, kapacitet skladišnog prostora se povećava te se smanjuje duljina osovine. Smještajem nadgrađa po pramcu povećala se vidljivost sa zapovjedničkog mosta prema SOLAS-u te se ujedno dobila mogućnost da se slaže više kontejnera u visinu na palubi.¹⁰

Brodovi ove generacije su brodovi koji su trebali povećati prijevozni kapacitet radi rasta tržišta, dolazi i do povećanja glavnih dimenzija broda što je ujedno vodilo i do veće potrošnje odnosno manje ekonomske iskoristivosti broda. U usporedbi sa brodovima prijašnje generacije, brodovi ove generacije imaju 20% manje emisija ugljičnog dioksida po prevezenom kontejneru.

VII. generaciju predstavlja brod kompanije "Maersk" pod nazivom "Mearsk McKinney Moller" koji pripada klasi "Triple E", kapaciteta od 18 270 TEU-a, sa brzinom od 23 čvora, dužinom 399 m i širinom 59 m, ukupne nosivosti 194 153 t, te dva pogonska stroja MAN-B&W.

Brodovi Malacca klase kroz klasu "Triple E" (EEE) predstavljaju ekološku osviještenost, svako slovo E prikazuje jednu od karakteristika:

1. Economy of scale: ili ekonomija razmjera odnosi se na koncept da se prosječni troškovi proizvodnje, operacije ili transporta smanjuju sa povećanjem veličine i kapaciteta broda. Drugim riječima, što je brod veći i nosivost mu je veća, troškovi po jedinici tereta (na primjer, po kontejneru) postaju manji. Ovaj koncept se zasniva na ideji da kada se kapacitet nekog sistema povećava, fiksni troškovi se distribuiraju na veći broj jedinica proizvoda (u ovom slučaju, kontejnera) što smanjuje prosječne troškove po jedinici. Ovo ima ključni značaj u industriji brodova i pomorskog transporta jer omogućava prijevoz veće količine tereta uz manje troškove po kontejneru, što povećava efikasnost i konkurentnost prijevoza. Na primjer, veći brod može prevoziti više kontejnera od manjeg broda, ali troškovi goriva, osoblja i održavanja ne rastu proporcionalno. Tako se ukupni troškovi broda dijele na veći broj kontejnera, što rezultira manjim troškovima prijevoza po jedinici tereta. Ovo je posebno važno u kontejnerskom prijevozu, gdje se veliki broj kontejnera često prevozi na velike udaljenosti između luka širom svijeta.

¹⁰ Žuškin, S.: *Optimizacija rasporeda tereta na kontejnerskim brodovima u funkciji skraćivanja prekrcajnoga procesa* (Disertacija), Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2015.

Isto tako, ekonomija razmjera omogućava brodskim kompanijama da ostvare prednost u odnosu na konkurenciju. Veći brodovi mogu prevoziti više tereta, a time i smanjiti cijenu prijevoza po kontejneru, što može privući više klijenata i povećati profitabilnost kompanije. Međutim, važno je napomenuti da postoji granica do koje ekonomija razmjera može biti isplativa. Pretjerano veliki brodovi mogu naići na ograničenja u lukama, povećane rizike prilikom plovidbe, kao i povećane troškove prilikom operacija i održavanja. Dakle, postoji optimalna veličina broda koja će omogućiti ostvarivanje najveće ekonomske efikasnosti.

2. Energy efficient: ili energetska učinkovitost odnosi se na sposobnost brodova da postignu maksimalne performanse i obave svoje zadatke uz minimalnu potrošnju energije. Cilj je smanjiti potrošnju goriva i emisiju štetnih plinova kako bi se povećala ekološka održivost i smanjili operativni troškovi brodskih kompanija.

Postizanje energetske učinkovitosti u brodovima uključuje primjenu različitih tehnologija i strategija kako bi se smanjila potrošnja energije tokom plovidbe. Evo nekih ključnih aspekata energetske učinkovitosti u brodovima:

Dizajn trupa: Brodovi se mogu konstruirati sa optimiziranim trupom kako bi se smanjio otpor vode tokom plovidbe. Otpor vode je jedan od glavnih uzroka potrošnje goriva. Dizajn trupa može se prilagoditi da smanji hidrodinamički otpor i poveća efikasnost plovidbe.

Propulzija: Korištenje efikasnih propelera i sistema propulzije pomaže u smanjenju gubitaka snage tokom prijenosa energije iz motora na propelere.

Gorivo i motori: Korištenje goriva visokog kvaliteta i efikasnih motora, kao što su motori sa smanjenom emisijom, doprinosi smanjenju potrošnje goriva i emisije štetnih plinova.

Promjena kod nove generacije je primjena dva slabija glavna motora čija ukupna snaga ne prelazi snagu glavnog motora kao kod drugih klasa brodova slične veličine.

3. Environmentally improved vessel: ili ekološko poboljšanje koje se ostvaruje sustavom za recikliranje otpadne topline iz otpadnog zraka. Ušteda je 10% snage glavnog motora, te se ispušni plinovi također iskorištavaju kao pogon turbinama koje opskrbljuju brod električnom energijom.



Slika 21. Prikaz broda „Maersk McKinney Moller“

Izvor: Marinetrtraffic.com: *Maersk McKinney Moller*,

https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:155711/mmsi:219018271/imo:9619907/vessel:MAERSK_MC_KINNEY_MOLLER (03.06.2023.)

4.8. VIII. generacija

Trenutno najveći kontejnerski brod na svijetu naziva se „MSC Irina“. Njegov kapacitet iznosi 24 346 TEU-a kompanije MSC. MSC (Mediterranean Shipping Company S.A.) vodeća je svjetska kontejnerska linijska tvrtka sa sjedištem u Ženevi, Švicarska. MSC brodovi plove na više od 260 trgovačkih ruta, sa flotom od 730 brodova. „MSC Irina“ izgrađen je 2023. godine i pušten je u službu iste godine, te plovi pod zastavom Liberije. „MSC Irina“ je prvi od šest sestrijskih brodova koje će graditi kineska Jiangsu Yangzijiang Shipbuilding Group. Brodski kapacitet je 24 346 TEU naslaganih do 26 TEU-a dubine. Također brod emitira 3-4% manje ugljika u usporedbi sa sličnim brodovima. Radovi na brodu „MSC Irina“ započeli su u studenome 2021., a montaža doka je bila u lipnju 2022.. U veljači 2023. godine „MSC Irina“ napravila je svoja morska ispitivanja, a zatim otišla u brodogradilište Zhejiang Zhoushan na završne radove prije nego što je isporučena početkom ožujka. Prvo putovanje broda preko oceana odvija se od Qingdaoa do Busana, natrag u Kinu, a zatim u Singapur, Italiju i Španjolsku (preko Sueskog kanala). Brod sadrži nove značajke za uštedu energije, uvodi propelere velikog promjera, mali lukovičasti pramac. Također otpor trupa i osovinski generatori opremljeni su air lubrication sustavom (sustav zračnog podmazivanja) koji smanjuje otpor trenja stvaranjem

tepiha od mikromjehurića na potpuno ravnom trupu plovila. Taj sustav smanjuje potrošnju goriva do 10%.

„MSC Irina“ ima nosivost od 240 000 DWT , kapaciteta od 24 346 TEU-a, dužine 399,9 m (1312 stopa), širine 61,3 m (201,1 stopa).

Tablica 4. Usporedba najvećih kontejnerskih brodova na svijetu u 2023. godini

	MSC IRINA	OOCL SPAIN
TEU	24 346	24 188
UKUPNA NOSIVOST (u tonama)	240 000	224 969
DUŽINA (u metrima)	399,9	399,9
ŠIRINA (u metrima)	61,3	61,3
GAZ (u metrima)	15.5	11.4

Izvor: Pripremila studentica prema: Marinetrffic.com: *MSC Irina*,

https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:7507138/mmsi:636022601/imo:9929429/vessel:MSC_IRINA (03.06.2023)



Slika 22. Prikaz broda MSC Irina

Izvor: Marinetrffic.com: *MSC Irina*,

https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:7507138/mmsi:636022601/imo:9929429/vessel:MSC_IRINA (03.06.2023)

5. BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA VIII. GENERACIJE

Do sada najveći brod na svijetu je, kao što je prethodno rečeno je „MSC Irina“ kompanije „MSC“ (Mediterranean Shipping Company) koja je za sada vodeća o prijevozu kontejnera. Kompanije koje se bave prijevozom kontejnera igraju ključnu ulogu u globalnoj trgovini. Među prvih 5 kompanija na svijetu su MSC, Maersk, CMA CGM, COSCO Shipping Lines, Hapag – Lloyd. U niže postavljenoj tablici će se prikazati njihov kapacitet voznog parka te kapacitet u TEU jedinicama.

Tablica 5. Prikaz vodećih kompanija za prijevoz kontejnera

RANG	NAZIV KOMPANIJE	TEU-ovi	KAPACITET VOZNOG PARKA	MJESTO
1.	MSC – Mediterranean Shipping Company	4,8 milijuna	740	Švicarska / Italija
2.	Maersk	4,1 milijun	696	Danska
3.	CMA CGM	3,4 milijuna	604	Francuska
4.	COSCO Shipping Lines	2,8 milijuna	464	Kina
5.	Hapag - Lloyd	1,7 milijuna	246	Njemačka

Izvor: Pripremila studentica prema: Toeffie, A.: *Top 10 shipping container companies in 2023*,
<https://www.container-xchange.com/blog/shipping-container-companies/> (20.06.2023.)

Pomorstvo igra ključnu ulogu u međunarodnoj trgovini, budući da se otprilike 80% svih roba prevozi morem. S rastom svjetskog gospodarstva tijekom prošlih desetljeća, porasla je i količina tereta koji se prevozi brodovima. U 2022. godini, ukupno je otpremljeno oko 2,92 milijardi metričkih tona tereta putem brodova, u usporedbi sa svega oko 0,1 milijardu metričkih tona 1980. godine. Naravno, zajedno s tim rastom, globalna flota kontejnerskih brodova također se povećala. Između 1980. i 2022. godine, nosivost kontejnerskih brodova se povećala sa otprilike 11 milijuna metričkih tona na oko 293 milijuna metričkih tona.

Potražnja sve većih kapaciteta kontejnerskog broda dovela je do rasta samih kontejnerskih brodova. No međutim postoje granice do kojih brodovi mogu sezati, veličina broda je ograničena uglavnom dubinom kanala ili luke, CO2 ograničenja emisije, transportni troškovi po jedinici. Međutim kako je došlo do potražnje trenda gigantskih brodova poremetila se ravnoteža između ponude i potražnje.

U zadnjih par godina izgrađeni su brodovi sa velikim kapacitetima, za sada najveći je 24.346 TEU-a, što je neka granica zbog nekoliko čimbenika među kojima se nalazi lučka infrastruktura koja bi za rast i promjenu iziskivala jako puno novaca. Brodovi su radi svojega gaza ograničeni, u pojedinim lukama praktički su nasukani tj. dodiruju dno i klize kroz mulj. Također lučke dizalice moraju pretežati preko plovila kako bi se obavio utovar/istovar. Brodovi se moraju kretati, okretati, skretati npr. po Sueskom ili Panamskom kanalu koje imaju svoja ograničenja što bi ako se nastavi rast brodova moglo stvarati velike probleme.

Ograničenja veličine plovila nisu toliko povezana s samim inženjerskim izazovima izgradnje stvarno velikih brodova, već radije s ekonomikom i logistikom rada takvih divova.¹¹ Što bi značilo da sami brodovi mogu rasti međutim objekti u luci bili bi preskupi, utovar/istovar zahtijevali bi jako puno vremena, troškovi osiguranja otišli bi previsoko, te neke luke ne bi mogle primiti tako velike brodove zbog svoje infrastrukture.

¹¹ Baraniuk, C.: *Why container ships probably won't get bigger*, BBC.com., 2022., <https://www.bbc.com/future/article/20220629-why-container-ships-probably-wont-get-bigger> (20.06.2023.)

6. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA VIII. GENERACIJE

Vrlo je bitno izgraditi kvalitetne brodove, sa novim sustavima kako bi mogli prevoziti tako velike količine tereta i prelaziti puteve koji nose svoje izazove. Pri izradi novih brodova pristupilo se sa visokom razinom znanosti kako bi brodovi bili što sigurniji.

Ultra Large Container Carriers (dalje: ULCC) su brodovi posljednje, VIII. Generacije razvoja kontejnerskih brodova. Njihov kapacitet iznosi od 20 000 TEU pa na gore. Dužina im je najčešće oko 400 metara, a širina oko 60-tak metara (neznatna razlika između njihove širine i one brodova E klase – no razlika je u prijevozu kontejnera jer ULCC brodovi mogu prevesti 2500 kontejnera više. ULCC brodovi su na tržištu trenutno na najvećoj razini razvoja, pa stoga i najviše popularni.¹²

Konstruktivske karakteristike brodova za prijevoz kontejnera osme generacije obuhvaćaju, dakle, niz naprednih dizajnerskih elemenata i tehnologija kako bi se povećala efikasnost, kapacitet i sigurnost prijevoza kontejnera.

Kada je u pitanju **veličina i kapacitet**, brodovi osme generacije obično imaju znatno veći kapacitet u usporedbi s prethodnim generacijama. Duljina broda, širina i gaz često se povećavaju kako bi se omogućio prijevoz većeg broja kontejnera. To omogućava bolju ekonomiju razmjera i smanjuje emisiju CO₂ po kontejneru.

Nadgrade brodova osme generacije za prijevoz kontejnera predstavlja ključnu konstrukcijsku karakteristiku koja integrira niz funkcionalnosti i potreba. Ovo složeno i tehnološki napredno područje broskog dizajna obuhvaća različite aspekte, uključujući smještaj kontejnera, udobnost posade i putnika te integraciju sofisticiranih sustava za praćenje i upravljanje.

¹² Evangelos, F.: *Ultra large container ships: Technical implications and solutions for the design of the vessels and the port terminal facilities*, World Maritime University, Malmö, Švedska, 2006. ; Jha, B.: *What are Container Ships – History, Types and Design*, 2022., <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-container-ships/> (10.07.2023.)



Slika 23. Prikaz nadgrađa na brodu MSC Irina

Izvor: VesselFinder.com: *MSC Irina*, <https://www.vesselfinder.com/news/26004-MSC-Irina-Worlds-largest-container-ship-docks-in-Guangzhou> (30.08.2023.)

Konstrukcija **trupa** brodova često se optimizira kako bi se smanjila hidrodinamička otpornost. Uključuju se bolji oblici pramca i krme, kao i napredni sustavi kontrole stabilnosti i manevriranja. Napredak u dizajnu trupa brodova za prijevoz kontejnera osme generacije reflektira se u pažljivom pristupu optimizaciji hidrodinamičke otpornosti. Konstrukcija trupa postaje ne samo osnova za bolju učinkovitost, već i ključni faktor u postizanju ciljeva održivosti i smanjenja potrošnje goriva. Jedno od ključnih područja fokusa je oblikovanje pramca i krme. Inženjeri su posvećeni kreiranju pramčanog oblika koji smanjuje trenje između broda i vode, smanjujući time otpor i povećavajući brzinu i efikasnost broda. Slično tome, inovativno oblikovanje krme omogućava smanjenje turbulencija i otpora pri većim brzinama, doprinoseći stabilnosti i učinkovitosti plovidbe.



Slika 24. Prikaz krme osme generacije brodova

Izvor: <https://premiershipmodels.com.au/product/maersk-mc-kinney-moller-container-ship/> (30.08.2023.)

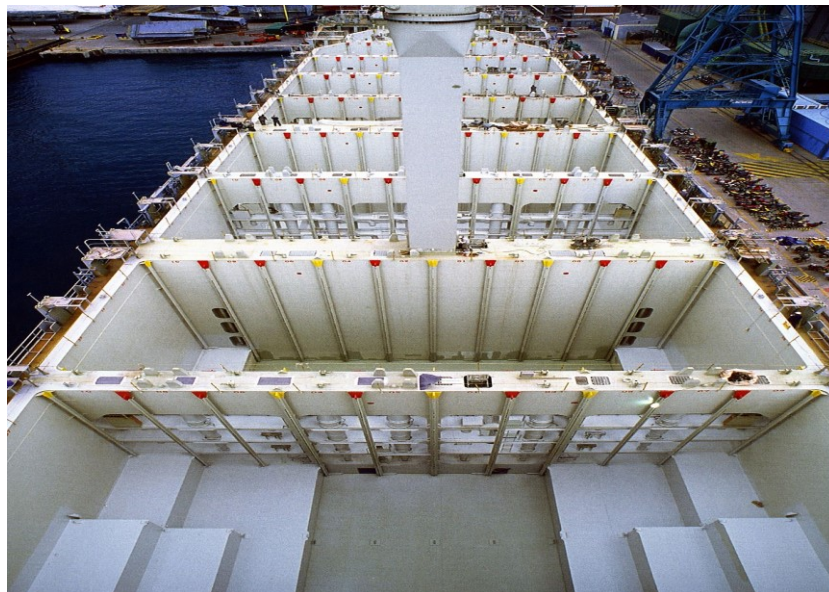
Osim toga, napredni sustavi kontrole stabilnosti i manevriranja igraju ključnu ulogu u osiguravanju glatke i sigurne plovidbe. Ovi sustavi koriste podatke o brzini vjetera, valovima,

težini tereta i drugim parametrima kako bi dinamički prilagodili trup broda. Na taj način, brodovi osme generacije ostvaruju bolju ravnotežu i stabilnost čak i u nepredvidivim uvjetima, što poboljšava sigurnost tereta i posade.

Napredak u računalnoj simulaciji i modeliranju omogućava inženjerima da precizno analiziraju hidrodinamičke efekte različitih dizajnerskih varijacija. Ovo omogućava brzu evaluaciju različitih konstrukcijskih opcija prije nego što se pristupi fizičkom izgradnjom broda. Time se smanjuje vrijeme i resursi potrebni za testiranje, omogućavajući brže donošenje odluka i implementaciju inovacija u dizajnu.

Dva su termina od iznimne važnosti kad se raspravlja o potrebi za velikim i snažnim spremnicima na ovakvim brodovima – **pregib i progib** broda. Pregib je pojam koji opisuje svinuće trupa broda zbog viška uzgona u odnosu na težinu središnjeg dijela broda. U engleskom jeziku, ovaj pojam je poznat kao "Hogging". Progib broda definira se kao višak uzgona u odnosu na težinu stražnjeg i prednjeg dijela broda. U engleskom jeziku, ovaj se izraz naziva "Sagging". Robusne crpke i spremnici većih dimenzija koriste se kako bi se umanjili efekti ovih dvaju gore navedenih pojmova. Potrebno je konstruirati četvrtasti nosač kako bi se osiguralo istezanje uzdužnih elemenata, kao i otpornost na torzijska i bočna opterećenja. Dodatno ojačanje također je prisutno unutar dvostrukog dna.

Skladišta brodova opremljena su vertikalnim vodilicama za brži i precizan ukrcaj/iskrcaj tereta. Vertikalne metalne strukture ili vodilice se postavljaju na skladišnu pregradu preko kojih se lakše i točnije određuju redovi kod ukrcaja/iskrcaja te osiguravaju kontejner.



Slika 25. Prikaz vertikalnih vodilica i skladišta broda

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Stowage_plan_for_container_ships (30.08.2023.)

Bitna značajka je također i **automatizacija i upravljanje**. Brojne tehnologije automatizacije primjenjuju se na ovim brodovima. To uključuje autonomne sustave za upravljanje brodom, praćenje tereta, tehnologije za sprečavanje sudara i druge inovacije koje smanjuju potrebu za ljudskom intervencijom.

Ravna pramčana statva postaje sve učestalija karakteristika na brodovima osme generacije. Ovaj dizajnerski element smanjuje hidrodinamički otpor i olakšava plovidbu kroz valove, čime se smanjuju potrošnja goriva i emisije. Osim toga, omogućava veći kapacitet smještaja kontejnera na pramcu broda, čime se dodatno optimizira prostor.



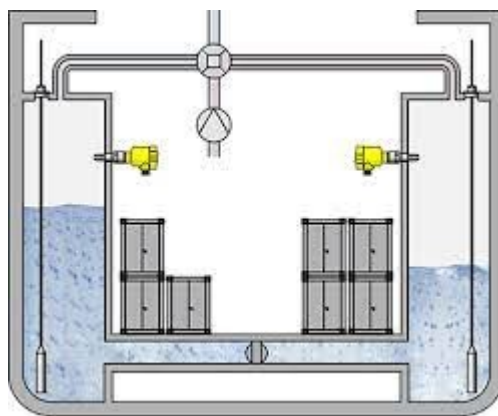
Slika 26. Prikaz ravne pramčane statve

Izvor: <https://shipsmonthly.com/news/16018/> (30.08.2023.)

Pogon brodova osme generacije često uključuje napredne tehnologije kako bi se postigla veća energetska učinkovitost i smanjena emisija. Električni ili hibridni pogonski sustavi sve su češći, a moderni dizajn propulzijskih jedinica omogućava bolje iskorištavanje energije, smanjenje buke i bolju kontrolu brzine. Na primjeru broda „MSC Irina“ možemo vidjeti da taj brod ima motor snage 72.240 kW¹³. Općenito govoreći o brodovima osme generacije raspon snage motora kreće se od 50.000 kW do čak 100.000 kW.

Anti-heeling sustavi postaju nezaobilazna komponenta brodova osme generacije kako bi se osigurala stabilnost tijekom teretnih operacija. Ovi sustavi koriste dinamičke balastne sustave kako bi se neutraliziralo naginjanje broda tijekom ukrcanja i iskrcanja tereta, povećavajući sigurnost posade i tereta.

¹³ Scheepvaartwest.be, <https://www.scheepvaartwest.be/CMS/index.php/containerships/5008-msc-irene-imo-9399040>



Slika 27. Prikaz anti-heeling sustava

Izvor: <https://www.vega.com/en/industries/ship-and-yacht-building/shipbuilding/anti-heeling-system>
(30.08.2023)

Što se tiče **efikasnosti goriva**, VIII. generacija brodova često se osmišljava kako bi bili energetske učinkovitiji. To uključuje bolje dizajnirane propulzijske sustave, sustave za smanjenje otpora trupa i upotrebu ekološki prihvatljivijih goriva.

Posljednja generacija brodova za prijevoz kontejnera često se usmjerava prema smanjenju **ekološkog utjecaja**. To uključuje tehnologije za smanjenje emisija štetnih plinova, praćenje ekoloških parametara i poštivanje strogih propisa o zaštiti okoliša.

Važno je spomenuti i **sigurnost**. Naime, Napredni sustavi za upravljanje sigurnošću i praćenje tereta osiguravaju da brodovi osme generacije budu otporni na nepredviđene situacije i osiguravaju zaštitu tereta i posade.

Sve ove konstrukcijske karakteristike zajedno čine brodove osme generacije za prijevoz kontejnera visoko sofisticiranim tehnološkim čudima. Njihova integracija omogućuje učinkovitiju, sigurniju i održiviju plovidbu, postavljajući nove standarde u industriji pomorskog transporta. Ovi brodovi predstavljaju sinergiju između inovacija u dizajnu, tehnološkog napretka i zahtjeva za održivošću, čime stvaraju novu eru u svijetu broskog transporta.

7. ZAKLJUČAK

Nakon što su se čitatelji upoznali s ključnim pojmovima istraživanja, odmah su uvučeni u srž teme pomoću definicija koje su presudne za razumijevanje sadržaja. Logično je bilo krenuti s preciznim određenjem kontejnerizacije, s obzirom na njezin izuzetan utjecaj na tržište kao globalni trend koji snažno potiče rast i napredak kontejnerskog prometa. Naravno, taj napredak prati mnoštvo tehnoloških inovacija, usklađivanje sa standardima te ažuriranje načina upravljanja logističkim procesima i srodnim aspektima. Kada se govori o standardizaciji, neizbježno je istaknuti koncept kontejnera. Riječ je o posebnom spremniku s jedinstvenim značajkama koje omogućuju olakšani, brži i sigurniji prijevoz tereta. Korištenje kontejnera za prijevoz robe implicira postojanje prijevoznog sredstva koje ih prevozi, a takva vozila su kontejnerski brodovi koji su evoluirali nakon Drugog svjetskog rata. Prvotno su se razvili transformacijom otpisanih tankera kako bi prevozili ove specifične spremnike. Tijekom vremena, dinamika je zahtijevala kontinuirane promjene, inovacije radi poboljšanja manipulacije teretom i načina rukovanja njime, te investicije u lučku infrastrukturu i druge srodne elemente.

Kontejnerski promet i njegove karakteristike su toliko napredovale da su danas vodeći kontejnerski brodovi masivne građe, poznati kao Ultra Large Container Carriers prema engleskom nazivu. Različite generacije brodova su najbolje prikazane usporedbom njihovih dimenzija s dimenzijama Panamskog kanala, što određuje mogućnost njihovog prolaska kroz taj kanal. Ako je odgovor negativan, to ukazuje na izuzetno velike dimenzije i kapacitete brodova, što rezultira većom učinkovitošću i efikasnošću, te potencijalno većom brzinom prijevoza. Ovo, naravno, dovodi do optimizacije troškova u optimalnom vremenskom okviru potrebnom za izvođenje cijelog prijevoznog procesa od početka do kraja.

U ovom su radu istraženi i analizirani brodovi namijenjeni prijevozu kontejnera, s posebnim fokusom na najveće brodove osme generacije. Kroz temeljito proučavanje razvoja kontejnerskog brodarstva, karakteristika kontejnera te evolucije brodova kroz generacije, dobiven je dublji uvid u ključni aspekti ovog dinamičnog segmenta pomorske industrije.

Kontejnersko brodarstvo je revolucioniralo svjetsku trgovinu, ubrzavajući proces ukrcanja, iskrcanja i transporta tereta. Povijesni razvoj kontejnerizacije pokazao je postepeni rast prihvaćanja ovog koncepta, a obilježja kontejnera kao standardiziranih jedinica omogućila su brži i sigurniji transport različitih vrsta tereta. Podjela kontejnera prema njihovoj namjeni i

karakteristikama te njihova upotreba u pomorstvu dodatno su pridonijele efikasnosti logističkih lanaca.

Prednosti kontejnerskog brodarstva, kao što su smanjeni troškovi rukovanja, brza manipulacija teretom, veća zaštita tereta od oštećenja i lakša praćenja i kontrola pošiljaka, čine ga nezamjenjivim dijelom globalne trgovine. Međutim, postoje i izazovi, kao što su potreba za modernizacijom infrastrukture luka radi rukovanja velikim brojem kontejnera te ekološki aspekti koji su potaknuli istraživanje održivih pogonskih sustava.

Razvoj kontejnerskih brodova kroz generacije jasno prikazuje kontinuirani trud industrije da poveća kapacitete, efikasnost i održivost brodova. Prolaskom kroz I. do VIII. generaciju, brodovi su postali sve veći, sposobniji nositi veće količine tereta i manje utjecati na okoliš. Ključni trenutak predstavlja VIII. generacija, gdje svjedočimo najvećim kontejnerskim brodovima ikad izgrađenim. Ovi divovi moraju se nositi s izazovima poput stabilnosti, efikasnosti potrošnje goriva i infrastrukturnih ograničenja luka.

Konstruktivske karakteristike brodova osme generacije su rezultat usklađivanja raznih faktora, uključujući potrebu za povećanim kapacitetom, optimizacijom stope potrošnje goriva i minimizacijom ekoloških otisaka. Ovi brodovi često uključuju inovativne elemente poput šireg trupa, efikasnijih pogonskih sustava, sustava za optimizaciju utovara te smanjenih emisija štetnih plinova.

Zaključno se može reći da analiza brodova za prijevoz kontejnera s osvrtom na najveće brodove osme generacije otkriva nevjerojatne tehnološke i logističke napretke u pomorskoj industriji. Kontejnersko brodarstvo kontinuirano se prilagođava zahtjevima globalne trgovine, teži većoj efikasnosti i održivosti, i ostaje ključni pokretač svjetske ekonomije. Jasno je da su inovacija i prilagodba neophodni kako bi se osiguralo da ovaj sektor nastavi prosperirati i u budućnosti.

LITERATURA

1. Alts.biz: *Tank container*, <https://alts.biz/kontejner-cisterna-tank-kontejner/> (17.05.2023)
2. Baraniuk, C.: *Why container ships probably won't get bigger*, BBC.com., 2022., <https://www.bbc.com/future/article/20220629-why-container-ships-probably-wont-get-bigger> (20.06.2023.)
3. BLS: *Bulk containers*, <https://www.bls-bulk.com/food/bulk-containers> (17.05.2023)
4. Božičević, D., Kovačević, D.: *Suvremene transportne tehnologije*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2002.
5. Cargostore.com: *20ft Platform Container*, <https://cargostore.com/20ft-platform-flat-rack-iso/> (15.05.2023.)
6. Evangelos, F.: *Ultra large container ships: Technical implications and solutions for the design of the vessels and the port terminal facilities*, World Maritime University, Malmö, Švedska, 2006
7. Gcaptain.com: *First Post-Panamax Containerships Headed to Panama Canal, Leaving Workhorses to Bow Out*, 2016., <https://gcaptain.com/first-post-panamax-containerships-headed-to-panama-canal-leaving-workhorses-to-bow-out/> (03.06.2023.)
8. IMC: *Malcolm McLean – The Inventor of ISO Shipping Containers*, 2009, <https://www.imcbrokers.com/malcolm-mclean-the-inventor-of-iso-shipping-containers/> (05.05.2023.)
9. Jha, B.: *What are Container Ships – History, Types and Design*, 2022., <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-container-ships/> (10.07.2023.)
10. Konrad, J.: *Emma Maersk-The Secret Story of Building The World's Largest Container Ship*, <https://gcaptain.com/emma-maersk-from-shipyard-fire-to-world-records/> (03.06.2023.)
11. Levinson, M.: *The Box That Shrank the World*, <https://worksthatwork.com/2/intermodal-container> (05.05.2023.)
12. Marinetraffic.com: *Maersk McKinney Moller*, https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:155711/mmsi:219018271/immo:9619907/vessel:MAERSK_MC_KINNEY_MOLLER (03.06.2023.)

13. Marinetraffic.com: *MSC Irina*,
https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:7507138/mmsi:636022601/immo:9929429/vessel:MSC_IRINA (03.06.2023)
14. Modelshipmaster.com: *Ideal X*,
https://www.modelshipmaster.com/products/ocean_liners/IDEAL-X.htm
(05.05.2023.)
15. Modelshipmaster.com: *Prikaz broda Ideal- X*,
https://www.modelshipmaster.com/products/ocean_liners/IDEAL-X.htm (03.06.2023)
16. Polame, L.: *Types of shipping containers*, 2020.,
<https://www.easycargo3d.com/ro/blog/types-of-shipping-containers-and-which-one-to-choose/> (12.05.2023.)
17. Pomorac.hr: *Što sve trebate znati o kontejnerima*, 2020.,
<https://pomorac.hr/2020/11/18/sto-sve-trebate-znati-o-kontejnerima/> (10.05.2023)
18. Porteconomicsmanagement.org: *Comparative Characteristics of the Panama Canal Expansion*, <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part1/interoceanic-passages/characteristics-panama-canal-expansion/> (03.06.2023.)
19. Pprtfolio.panynj.gov: *The Story Behind Modern Shipping*, 2015.,
<https://portfolio.panynj.gov/2015/06/23/the-world-in-a-box-a-quick-story-about-shipping/> (03.06.2023)
20. Pronj, Z.: *Kontejnerski brodovi s osvrtom na kontejnerske terminale*, Rijeka, 2011.
21. Rodrigue, J.P.: *Generations of Containerships*, 2022.,
<https://transportgeography.org/generations-of-containerships-update/> (10.05.2023.)
22. Rudić, D., Hlača, B.: *Feeder servis to promote revitalization of container transport in the Adriatic ports*, *Naše more*, 52(1-2), 2005.
23. Stein: *Ist true box ship: Gateway City*, <https://www.shipsnostalgia.com/media/1st-true-box-ship-gateway-city.41047/> (05.05.2023)
24. Toeffie, A.: *Top 10 shipping container companies in 2023*, <https://www.container-xchange.com/blog/shipping-container-companies/> (20.06.2023.)
25. Transportplanning.com: *Hard Top Container*, <https://www.transportplanning.com/our-products/hardopen-top-shipping-containers/> (15.05.2023.)
26. Vranić , D., Kos , S.: *Morska kontejnerska transportna tehnologija I.*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2008.
27. VS&B Containers Group: *The History of Containerization*, 2020.,
<https://www.vsnb.com/history-containerization> (05.05.2023.)

28. Žuškin, S.: *Optimizacija rasporeda tereta na kontejnerskim brodovima u funkciji skraćenja prekrcajnoga procesa* (Disertacija), Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2015.
29. Žuškin, S : *Sredstva pomorskog prometa*, Nastavni materijal, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2020.

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz premještanja kontejnera	3
Slika 2. Osnivač Malcom McLean	4
Slika 3. Prvi kontejnerski brod, Ideal-X, 1956.....	5
Slika 4. Prikaz broda Gateway City, 1957.	6
Slika 5. Generacije kontejnerskih brodova	7
Slika 6. Prikaz označavanja kontejnera	9
Slika 7. Kontejner opće namjene.....	10
Slika 8. Prikaz visokog kontejnera	11
Slika 9. Prikaz Hard Top kontejnera	11
Slika 10. Prikaz kontejnera s otvorenim krovom	12
Slika 11. Prikaz Flat Rock kontejnera	13
Slika 12. Prikaz kontejnera platforme	13
Slika 13. Prikaz izolacijskog kontejnera	14
Slika 14. Prikaz kontejnera za suhi rasuti teret	15
Slika 15. Prikaz tank kontejnera.....	15
Slika 16. Prikaz broda Ideal - X	24
Slika 17. Prikaz broda Getaway City	25
Slika 18. Prikaz broda Post Panamax klase.....	27
Slika 19. Usporedba proširenja Panamskog kanala	27
Slika 20. Prikaz broda Emma Maersk	28
Slika 21. Prikaz broda „Maersk McKinney Moller“	31
Slika 22. Prikaz broda MSC Irina	32
Slika 23. Prikaz nadgrađa na brodu MSC Irina.....	36
Slika 24. Prikaz krme osme generacije brodova	36
Slika 25. Prikaz vertikalnih vodilica i skladišta broda	37
Slika 26. Prikaz ravne pramčane statve.....	38
Slika 27. Prikaz anti-heeling sustava.....	39

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz ISO dimenzija kontejnera.....	8
Tablica 2. Prva znamenka kod označavanja tipa kontejnera i značenje.....	9
Tablica 3. Razvoj kontejnerskih brodova kroz generacije	23
Tablica 4. Usporedba najvećih kontejnerskih brodova na svijetu u 2023. godini	32
Tablica 5. Prikaz vodećih kompanija za prijevoz kontejnera.....	33