

Obilježja nove generacije kotejnerskih brodova

Vraneković, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:784621>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-12**



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 U RIJECI

TOMISLAV VRANEKOVIĆ

OBILJEŽJA NOVE GENERACIJE KONTEJNERSKIH
BRODOVA
ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

**OBILJEŽJA NOVE GENERACIJE KONTEJNERSKIH
BRODOVA**
**FEATURES OF NEW GENERATION OF CONTAINER
SHIPS**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: SREDSTVA POMORSKOG PROMETA

Mentor: prof. dr. sc. Igor Rudan

Student: Tomislav Vraneković

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 1307990360091

Rijeka, veljača 2022.

Student: Tomislav Vraneković

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

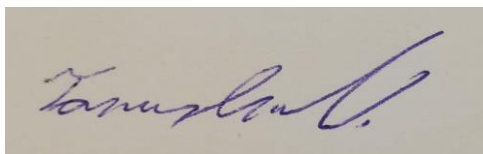
JMBAG: 1307990360091

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom OBILJEŽJA NOVE GENERACIJE KONTEJNERSKIH BRODOVA izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Igora Rudan.

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

Student



(potpis)

Tomislav Vraneković

Student: Tomislav Vraneković

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

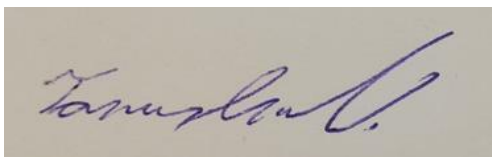
JMBAG: 1307990360091

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student – autor



(potpis)

SAŽETAK

Globalizacijom u svjetskom društvu došlo je do povećanja proizvodnje i tržišta roba i sve veće povezanosti država i gradova između kojih se javila potreba za trgovinom i prijevozom velike količine tereta. Kao najjeftiniji i najpristupačniji oblik prijevoza tereta nametnuo se prijevoz brodovima koji su svojim dizajnom i karakteristikama kroz generacije proizvodnje bili sve veći i omogućavali maksimalnu iskoristivost površine broda za smještaj tereta. Usporedo sa razvojem kontejnerskih brodova razvili su se i kontejneri u kojima je teret smješten i zaštićen od negativnih utjecaja. Ovim radom prikazat će se razvoj i obilježja kontejnerskih brodova te njihov utjecaj na moderan prijevoz tereta kojim je omogućeno ekonomski isplativ način prijevoza velike količine tereta od mjesta ukrcaja do mjesta iskrcaja kroz moderne kontejnerske terminale.

Ključne riječi: kontejnerski brod, kontejner, generacije proizvodnje, kontejnerski terminali

SUMMARY

Globalization in the world society led to an increase in the production and market of goods and the increasing connectivity of countries and cities, between which there has been a need for trade and transportation of large quantities of cargo. As the cheapest and most accessible form of cargo transportation which was imposed, was transportation by ships with their design and characteristics through the generations of production, were getting bigger and made it possible to maximize the use of the ship's surface for cargo accommodation. Parallel to the development of container ships, containers were also developed in which the cargo is placed and protected from negative influences. This paper will present the development and characteristics of container ships and their influence on modern cargo transportation, which enabled an economically profitable way of transporting a large amount of cargo from the place of loading to the place of unloading through modern container terminals.

Keywords: container ship, container, generation of production, container terminals

Sadržaj

SAŽETAK.....	I
SUMMARY.....	I
1. UVOD	1
2. KONTEJNERSKI BRODOVI – POVIJESNI RAZVOJ	2
2.1. Pojava kontenerizacije	2
2.2. Pojam kontejnerizacije	3
3. TIPOVI I VRSTE KONTEJNERA	5
3.1. Pojam i obilježja kontejnera	5
3.2. Kontejneri – dimenzioniranje i oznake.....	7
3.3. Način i učvršćivanje kontejnera	8
4. KONSTRUKCIJA I POGON KONTEJNERSKOG BRODA.....	10
4.1. Konstrukcija broda	10
4.1.1. <i>Protu nagibni sustavi (antiheeling system)</i>	12
4.1.2. <i>Sustav balasta</i>	13
4.1.3. <i>Nepropusne pregrade</i>	15
4.1.4. <i>Otvori na palubi - grotla</i>	16
4.2. Pogon	17
5. RAZVITAK KONTEJNERSKIH BRODOVA PO GENERACIJAMA RAZVOJA ..	19
5.1. Podjela kontejnerskih brodova prema generaciji proizvodnje.....	19
5.1.1. <i>Konvertirani (preuredivi višenamjenski brodovi) – I. generacija</i>	20
5.1.2. <i>Celularni - potpuno kontejnerski brodovi – II. generacija</i>	20
5.1.3. <i>Panamax generacija – III. generacija</i>	21
5.1.4. <i>Postpanamax generacija – IV. generacija</i>	21
5.1.5. <i>Post panamax plus generacija – V. generacija</i>	22
5.1.6. <i>Post new panamax – VI. generacija</i>	22

5.2. PODJELA PREMA NAMJENI KONTEJNERSKIH BRODOVA	23
6. KARAKTERISTIKE SUVREMENIH KONTEJNERSKIH BRODOVA	25
6.1. EEE CLASS	26
6.1.1. <i>Konstruktivska obilježja i obilježja klase</i>	26
6.1.2. <i>Obilježja klase</i>	27
6.1.3. <i>Obilježja propulzije i tijekom gradnje brodova</i>	27
6.2. CMA CGM JACQUES SAADE - KLASA KONTEJNERSKIH BRODOVA SA LNG POGONOM.....	28
6.3. OOCL HONG KONG I MSC GULSUN (najveći kontejnerski brodovi na svijetu)	29
7. KONTEJNERSKI TERMINALI.....	32
8. ZAKLJUČAK.....	35
LITERATURA	36
POPIS TABLICA.....	37
POPIS SLIKA.....	37

1. UVOD

Kroz stoljeća se putovalo morima prevozeći blago, hranu, robu i različiti teret potreban za preživljavanje te napredak i razvoj društva i privrede. Samim povećanjem društvenog standarda i sve veće razmjene roba i potrebe za napretkom javljali su se sve veći zahtjevi za unaprjeđenjem i modernizacijom transportnih usluga.

Početak kontejnerskog brodarstva jedan je od najvažnijih dijelova pomorske teretne industrije koji je pojavom kontejnerskih brodova doveo do promijene u načinu prijevoza tereta povećavajući udaljenosti prijevoza robe i tereta od proizvođača do potrošača te njegovoj sigurnosti. Kontejnerizacija tereta predstavlja objedinjavanje tereta u jednu jedinicu čime se ostvaruje velika isplativost kod prijevoza.

Sadržaj rada je podijeljen u 8 poglavlja. Na početku je predstavljen povijesni razvoj kontejnerskih brodova i same kontejnerizacije. U drugom poglavlju teorijski se definira pojam kontejnera i njihova svrha obilježja kontejnerizacije. U trećem dijelu opisuje se konstrukcija i pogon kontejnerskog broda.

Četvrto poglavlje odnosi se na razvitak kontejnerskih brodova po generacijama razvoja te obilježja istih dok su u petom dijelu opisane vrste i tipovi kontejnera te kako se njihovom uporabom doprinosi racionalizaciji transporta.

Unutar šestog poglavlja prikazani su kontejnerski terminali koji se modernizacijom prilagođavaju novim tipovima kontejnerskih brodova kao i pomorskom prometu i sve zahtjevnijem tržištu.

U sedmom poglavlju se spominju obilježja najvećih brodova u klasi koji su značajniji kao što su brodovi EEE klase, brod kompanije CMA CGM Jacques Saade te brod OOCL Hong Kong i brod kompanije MSC Gulsun koji ima titulu najvećeg kontejnerskog broda na svijetu. Zadnje poglavlje odnosi se na zaključak.

Rad je napravljen sa ciljem da se ukaže na važnosti kontejnerskih brodova u suvremeno doba.

2. KONTEJNERSKI BRODOVI – POVIJESNI RAZVOJ

Od davnina ljudi trguju i prevoze robu. S obzirom da se širilo tržište javila se potreba za prijevozom sve veće količine tereta. Kako su se brodovi unaprijeđivali i povećavali tako se modernizirao i način pakiranja i skladištenja velike količine tereta koja se mogla prevoziti od luke do luke tj. dolazi do razvoja kontejnerizacije.

2.1. Pojava kontenerizacije

Kroz povijest ljudi su transport robe i tereta izvršavala se na razne načine upotrebljavajući neodgovarajuću opremu. Prije nego što je došlo do kontejnerizacije tereta sav teret (osim tekućeg i rasutog) prevozio se kao generalni teret.

Polovicom 20. stoljeća dolazi do velikih promjena koje utječu na razvoj kontejnerizacije.

Malcolm McLean promatrajući radnike u luci dok ukrcavaju teret dolazi do ideje kako bi taj teret mogao objediniti i na taj način olakšati transport i operacije ukrcaja i iskrcaja te je upravo on osnivač i poznate kompanije Sea Land te ga se smatra začetnikom kontejnerizacije.¹



Slika 1. Malcom McLean u luci Newark

izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Malcom_McLean

¹ <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:155577>

Do tada problem je bio taj što su pakiranja za teret bila izrazito malih volumena, pojedinačna i nestandardizirana te se je gubilo puno vremena na operacije sa teretom i popratnom dokumentacijom u luci pa upravo radi toga dolazi do potrebe za objedinjavanjem tereta.

Zamisao Malcolma McLeana bila je da se unaprijedi transportni proces u obliku kontejnera koji će moći kombinirati i druge vidove transporta kao što je cestovni i željeznički prijevoz koji će biti praćen jednim prijevoznim dokumentom.

Kao početak kontejnerizacije smatra se travanj 1956. godine kada su ukrcani prvi kontejneri na brod IDEAL X. IDEAL X je preuređeni brod za prijevoz tekućih tereta i prometovao je na relaciji Port Newark - Huston.



Slika 2. Brod IDEAL X

izvor: https://transportgeography.org/?page_id=1323

1957. godine pojavljuje se brod namijenjen za transport kontejnera imena Gateway City koji je prometovao između Puerto Rica i meksičkih luka sa kapacitetom od 226 kontejnera. Prvo preplovljavanje kontejnerskog broda preko Atlantika desilo se 23. travnja 1966. godine koje obavlja brod Fairland koji je bio u vlasništvu prije spomenute kompanije Sea Land.

2.2. Pojam kontejnerizacije

Sve prije navedeno obilježilo je početak novog poglavlja u prijevozu tereta i distribuciji roba i tereta te razvoj nove grane – **kontejnerizacije**. Kontejnerizacija obuhvaća proces pakiranja robe, slaganja u kontejnere i prijevoza različitim oblicima transporta, od mjesta ukrcaja tereta na kontinentu jedne države do mjesta odredišta na teritoriju druge države.

Uvođenjem kontejnerizacije dolazi do prednosti takvog načina prijevoza kao što je manja cijena, veća iskorištenost prostora i sigurniji transport – zaštita robe, brža manipulacija i iskrcaj robe, pregled tereta i sl.

Danas se većina prijevoza odvija kontejnerskim prijevozom koji je doveo do razvoja velikih brodova koji mogu prevoziti velike količine hrane i robe različite namjene.

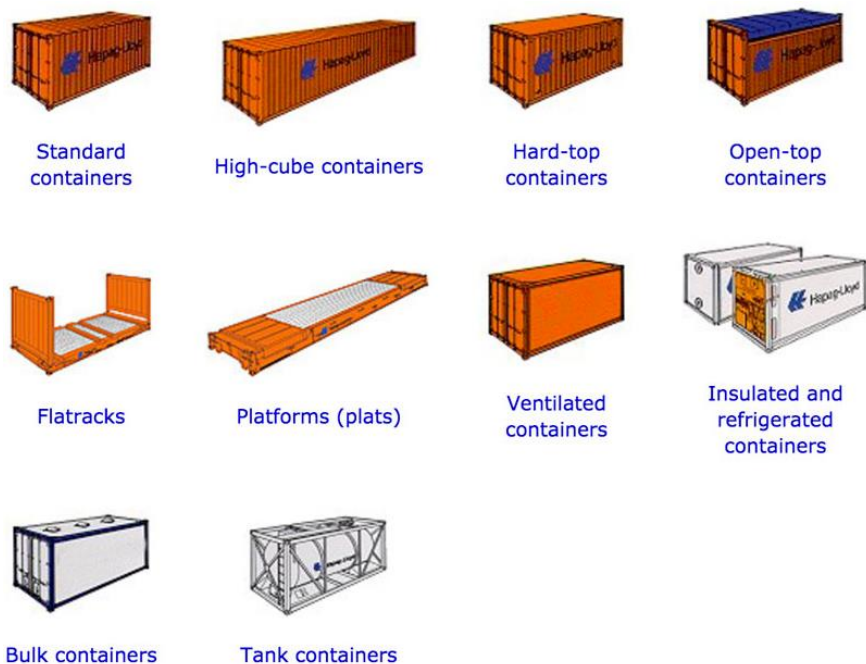
3. TIPOVI I VRSTE KONTEJNERA

Jedinica u kojoj se izvodi prijevoz tereta je kontejner. U daljnjem tekstu detaljnije će se objasniti dimenzije i tipovi pojedinih kontejnera koji se koriste u kontejnerskom prijevozu.

3.1. Pojam i obilježja kontejnera

Definicija kontejnera prema ISO standardizaciji je da je kontejner zatvorena, čvrsta, na izdržljiva, često uporabljiva transportna jedinica, sa dvostrukim vratima, izgrađena prema međunarodnim normama, a koristi se za transport robe kopnom, zrakom i morem. Kontejnere prema vrsti možemo podijeliti na:

- Standardni kontejner
- *High-cube* kontejner
- *Hard-top* kontejner
- Open-top kontejner
- *Flatracks*
- Platforme
- Ventilacijski kontejner
- Rashladni kontejner
- *Bulk* kontejner
- Tank kontejner



Slika 3. Vrste kontejnera

izvor: <https://www.tanndy.com/about-us/faq>

1961. godine dolazi do uvođenja standardnih dimenzija kontejnera:

- 20' kontejnere karakteriziraju dimenzije od 20' duljine 8' širine i 8,5' visine te se za takve kontejnere koristi kratica TEU (Twenty feet equivalent unit)



	STANDARD 20'	
UNUTRAŠNJA DUŽINA	19'4"	5.89 m
UNUTRAŠNJA ŠIRINA	7'8"	2.33 m
UNUTRAŠNJA VISINA	7'10"	2.38 m
ŠIRINA VRATA	7'8"	2.33 m
VISINA VRATA	7'6"	2.28 m
KAPACITET	1,172 ft ³	33.18 m ³
TEŽINA KONTEJNERA	4,916 lb	2,229 kg
TEŽINA TOVARA MAX.	47,999 lb	21,727 kg

Slika 4. Dimenzije 20' kontejnera

izvor: <https://www.ikspeditor.rs/vrste-kontejnera/>

- 40' kontejnere karakteriziraju dimenzije 40' stopa duljine 8' širine te 8,5' stopa visine te se za takve kontejnere koristi kratica FEU (Forty feet equivalent unit)



	STANDARD 40'		HIGH CUBE 40'	
UNUTRAŠNJA DUŽINA	39'5"	12.01 m	39'5"	12.01 m
UNUTRAŠNJA ŠIRINA	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m
UNUTRAŠNJA VISINA	7'10"	2.38 m	8'10"	2.69 m
ŠIRINA VRATA	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m
VISINA VRATA	7'6"	2.28 m	8'5"	2.56 m
KAPACITET	2,390 ft ³	67.67 m ³	2,694 ft ³	76.28 m ³
TEŽINA KONTEJNERA	8,160 lb	3,701 kg	8,750 lb	3,968 kg
TEŽINA TOVARA MAX	59,040 lb	26,780 kg	58,450 lb	26,512 kg

Slika 5. Dimenzije 40' kontejnera

izvor: <https://www.ikspeditor.rs/vrste-kontejnera/>

3.2. Kontejneri – dimenzioniranje i oznake

S obzirom da je potreba za kontejnerima bila sve veća, javila se potreba za standardizacijom njegovih dimenzija. To se postiže 1965. godine čime je omogućena primjena kontejnera u svim prometnim granama kao i jednostavnije rukovanje njima.

U današnje vrijeme najviše se upotrebljavaju ISO dimenzije, odnosno DIN/ISO 668 i DIN 15190:

- 20 stopni (1CC)
- 40 stopni (1AA)
- 45 stopni
- 48 stopni
- 53 stopni.

Najviše korišteni su 20 stopni kontejner (1CC) i 40 stopni kontejner (1AA). Zbog same standardizacije kontejnera uz primjenu multimodalne koncepcije prijevoza po principu “od vrata do vrata” osiguran je učinkovit način prijevoza u pomorskom, cestovnom, željezničkom i riječnom transportu. U CSC1-u svi dozvoljeni kontejneri moraju imati tablicu o priznanju sigurnosti na svojim stjenkama, sa slijedećim sadržajem:

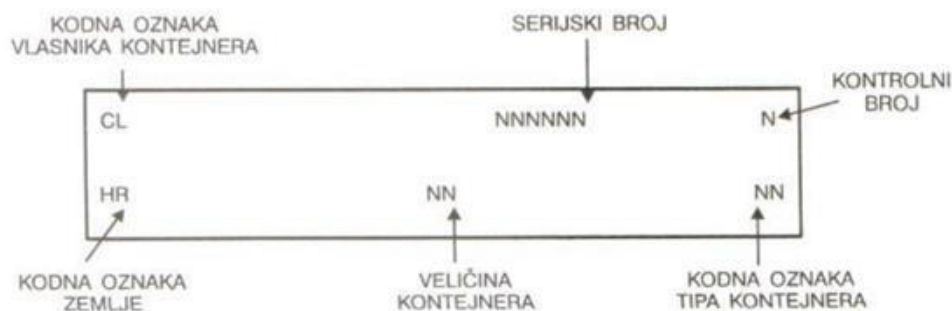
- naziv zemlje koja je izdala priznanje te broj priznanja
- datum izradbe,
- identifikacijski broj,
- najveća bruto masa,
- dopušten teret kod slaganja pri 1,8 g,
- sile ispitane na smicanje,
- ispitna sila prednje stjenke,
- ispitna sila bočne stjenke,
- datumi pregleda.

Svaki kontejner ima oznaku koja je propisana od Međunarodne organizacije za ISO standardizaciju sa slijedećim podacima:

- kodna oznaka vlasnika,
- kodna oznaka države,
- dimenzije kontejnera,

- kodna oznaka tipa kontejnera,
- serijski broj,
- kontrolni broj.

Kontejner u kojem se prevozi teret koji je opasan mora biti označen oznakom minimalnih dimenzija 25 cm x 25 cm. Oznaka je napravljena kao naljepnica na kojoj je navedena klasa i razred opasnosti i grupu združivosti. Također naljepnica mora biti zalijepljena na sve strane samog kontejnera, s tim ako se prevozi više različitih opasnih tereta tada se za svaki opasni teret unutar kontejnera lijepi zasebna naljepnica.



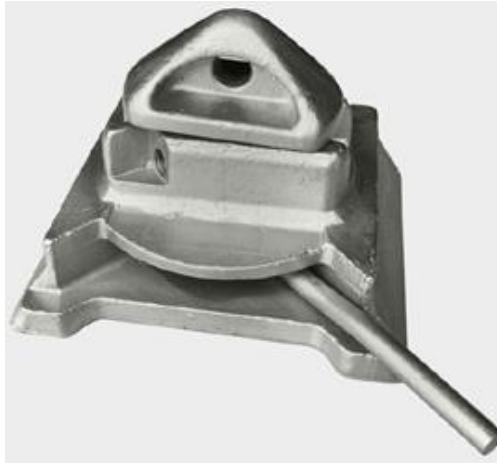
Slika 6. Izgled oznake kontejnera

Izvor: https://pitupvz.weebly.com/uploads/1/7/9/8/17984951/logistika_2._dio.pdf

3.3. Način i učvršćivanje kontejnera

Kontejneri se na brodu učvršćuju vertikalno i horizontalno. Kada se govori o vertikalnom učvršćivanju kontejnera možemo ga podijeliti u učvršćivanje na palubi i u skladištu.

Na palubi, učvršćenje kontejnera se izvodi pomoću zakretnih zatvarača i pomoću nosećih konusa dok se u skladištu učvršćivanje izvodi preko vertikalnih vodilica.



Slika 7. Twistlocker

Izvor: <http://www.pacificmarine.net/marine-deck/cargo-securing/container-twistlocks.htm>

Horizontalno učvršćivanje se izvodi pomoću šipki za učvršćivanje, stezaljki i lanaca za učvršćivanje te pomoću čelične užadi. Zakretni zatvarači kada nisu potrebni smještaju se u prostor koji se naziva Safety cage te je namjena toga prostora također da zaštiti radnike od opasnosti koje mogu doći kod operacija sa teretom.

Zatvarače smo podijelili na klasične i poluautomatske. Klasične stavljaju radnici dok se poluautomatski stavljaju dok je kontejner još na obali i onda se dolaskom kontejnera na poziciju zatvarač zatvori pomoću mase kontejnera. Poluautomatski zatvarači se sastoje od konusa, opruge i sigurnosnog osigurača (safety pin).

Sve radnje posade na brodu u vezi učvršćivanja moraju se bilježiti u *Lashing check list* to jest jesu li *safety pin*-ovi zaključani, jesu li zakretni zatvarači zaključani i da li su svi steznici stegnuti, također potrebno je izvoditi mjesečno održavanje steznika na način da se jednom na mjesec uspoređuje količina opreme za učvršćivanje na brodu sa onom prema Kodeksu o sigurnom slaganju i učvršćivanju tereta – *CSS Code* (eng. *CSS Code – Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing*). Sva oprema za učvršćivanje kada se ne koristi treba biti složena i odložena na mjestu gdje neće smetati u ostalim operacijama koje izvodi posada.

4. KONSTRUKCIJA I POGON KONTEJNERSKOG BRODA

Zbog sve većeg tereta koji moraju prevoziti tokom vremena mijenjala se i konstrukcija kontejnerskog broda. Dizajn i način izgradnje doveo je do maksimalne iskoristivosti brodske površine gdje se teret može slagati u visinu i širinu i na taj način omogućuje ekonomsku isplativost i učinkovitost.

4.1. Konstrukcija broda

Kontejnerski brod je konstruiran na način da može prenositi ogromne količine terete te je zbog toga bitno optimizirati konstrukciju čime bi se smanjila masa i krutost.

Glavna odlika kontejnerskih brodova su skladišta s posebnim ćelijama za svaki pojedini kontejner i automatskim slaganjem vrlo jednostavne konstrukcije. Kontejneri se slažu na palubi i u potpalublju gdje se teret utovaruje kroz brodske otvore – grotla. Kod brodova gdje se kontejneri slažu pod palubom potrebni su protu nagibni sustavi koji brod drže u uspravnom položaju. Brod nema dizalice jer se sva oprema za prekrcaj nalazi na lučkim obalama.



Slika 8. Ćelijska struktura teretnog prostora

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Kontejnerski_brod

Najvažniji tehnički nedostatak kod ovih brodova je struktura. Kod ćelijskog tipa broda, površina palube ograničena je uskim dijelovima između ćelijskih skladišta i brodskih bokova. Zbog toga

se takva struktura koristi i za osiguravanje brodskog stabiliteta. Kod dizajna brodova za prijevoz kontejnera jedna od najbitnijih odlika je što veća optimizacija i slaganje tereta i opterećenja. Kapacitetom ukrcanja TEU (*eng. TEU - Twenty-foot equivalent unit*) kontejnera standardnih dimenzija $6,10 \times 2,40 \times 2,60$ m mjeri se kapacitet broda, iako se u današnje vrijeme većinom upotrebljavaju dužine 12 m. Brodovi manjeg kapaciteta, do 2900 TEU, u mnogim slučajevima su opremljeni dizalicama.

Bitan dio konstrukcije je i geometrija trupa. Da bi se dobila prosječna brzina koja kod kontejnerskih brodova iznosi 24 čvora, trup treba svesti na minimum, a što se postiže konstrukcijom broda sa dvije oplata tj. dva trupa. Da bi se spriječio pregib i progib broda potrebni su i veliki balastni tankovi. Vrlo važna stavka kod brodova je vidljivost s brodskog mosta i zbog toga se kontejneri slažu tako da ne utječe na vidljivost i preglednost.

Nove generacije brodova za prijevoz kontejnera pokušavaju prilikom izgradnje nadgrađa odmaknuti od same krme prema sredini zbog njihove osjetljivosti na razne vibracije koje su nastaju uslijed rada propelera te se kod nadgrađa koja su pomaknuta postiže mogućnost slaganja kontejnera do njihove pune visine.



Slika 9. Presjek broda Triple E klase, u izgradnji

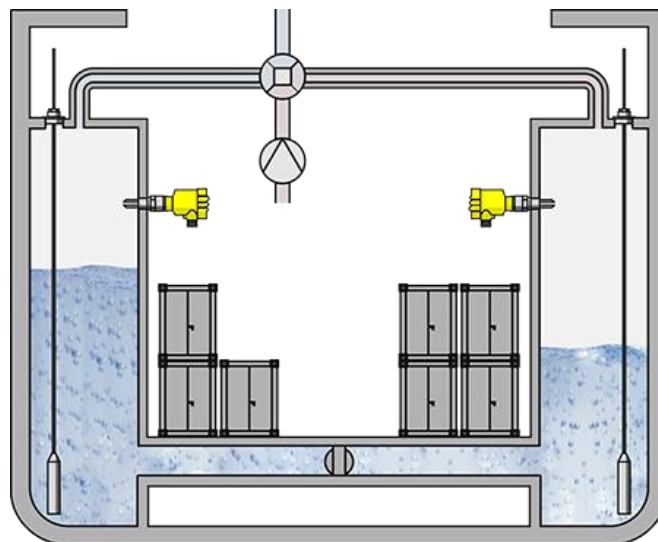
Izvor: <https://edition.cnn.com/2013/06/26/business/maersk-triple-e-biggest-ship/index.html>

4.1.1. Protu nagibni sustavi (antiheeling system)

Kod brodova za prijevoz kontejnera koji u prostorima pod palubom imaju vodilice za kontejnere, važno je da brod bude neprestano u uspravnom položaju. Iz ovoga proizlaze dva uvjeta koja moraju biti zadovoljena tijekom ukrcaja i iskrcaja kontejnera:

- u poprečnom smislu nagib broda ne smije biti veći od $0,5^\circ$ oko uzdužne osi,
- u uzdužnom smislu nagib broda oko poprečne osi ne smije biti veći od određene vrijednosti koja direktno ovisi o visini i dužini broda, odnosno visini slaganja kontejnera pod palubom.

Ovaj uvjet postiže se dijelom odgovarajućim rasporedom kontejnera, a u najvećoj mjeri pomoću nagibnog sustava, tzv. automatskog protu nagibnog sustava (antiheeling system).



Slika 10. Anty-heeling sustav

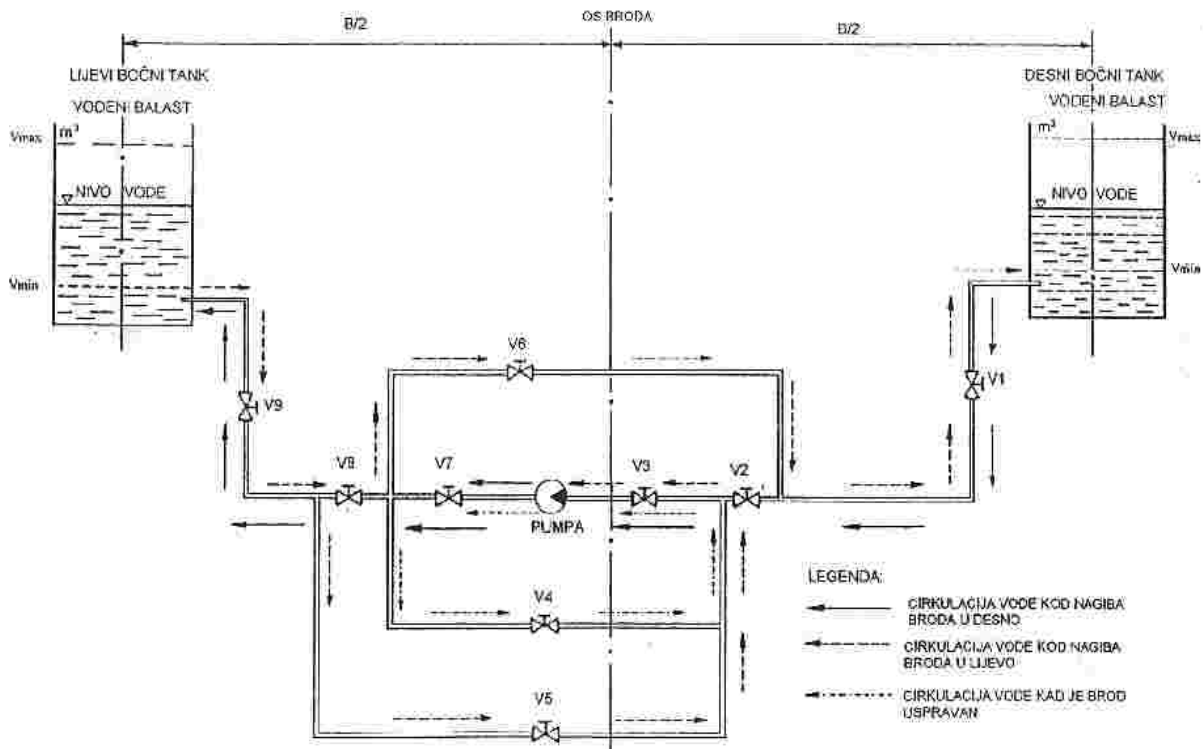
Izvor: <https://www.vega.com/en-no/industries/ship-and-yacht-building/shipbuilding/anti-heeling-system>

Uloga automatskog protunagibnog sustava je da tokom operacija iskrcaja i ukrcaja kontejnera kontinuirano osigurava da se brod nalazi u vertikalnom položaju to jest da se nalazi unutar predviđenog nagibnog kuta od $0,5^\circ$. Sistem je zaseban s cjevovodima, ventilima i pumpama, u potpunosti odvojen od ostalih sustava. Sustav djeluje na principu protoka vode i projektiran je u odnosu na ukupnu nosivost samog broda.

Razlikuju se tri slučaja održavanja nagiba broda unutar određenog kuta oko uzdužne osi:

- kada je kut nagiba broda u desno veći od $0,5^\circ$

- kada je kut nagiba broda u lijevo veći od $0,5^\circ$
- kada je kut nagiba broda unutar granice od $0,5^\circ$.



Slika 11. Protu nagibni sustav kontejnerskog broda

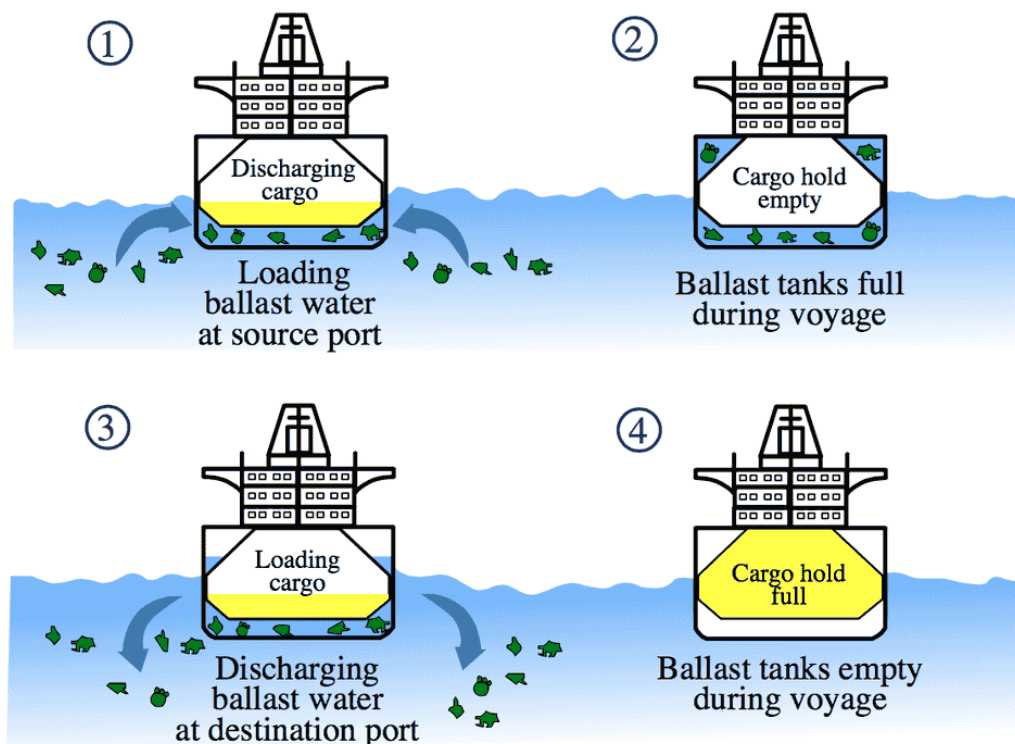
Izvor: <http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/RT1/Dio2-13.pdf>

Otvaranje i zatvaranje ventila, radi protoka vode, može se vršiti putem računalnog sustava iz kontrolne sobe koji nadgleda sve parametre I časnik palube vrši nadzor nad radom sustava. Otvaranje i zatvaranje ventila može se obavljati i ručno, ali u tom slučaju potrebna je stalna prisutnost časnika u kontrolnoj sobi s tim da časnik ne može istovremeno nadzirati ukrcaj/iskrcaj tereta.

4.1.2. Sustav balasta

Svi tankovi, odjeljci i prostor na brodu koji služi za ukrcaj, iskrcaj i prijevoz voda za balast te uz navedeno uključuju i tankove različite namjene, odjeljke ili prostore izgrađene tako da mogu prevoziti i balastne vode zajedno s cjevovodom za balast i odgovarajućim pumpama zove se balastni sustav.

Glavna namjena sustava je povećati stabilitet i poravnati broda uslijed promjene mjesta tereta u skladištima, kod smanjenja količine goriva i zaliha vode. Za balast brod koristi morskou vodu koja se upumpava u za to predviđene balastne tankove ili u tankove teret, ali samo pod posebnim uvjetima. Pomak težišta broda po vodoravnoj ravnini prepumpavanjem i crpljenjem balastnih voda ili slobodnim padom iz pramčanih u krmene tankove i obratno u svrhu postizanja određenog trima naziva se trimovanje broda. Način na koji se izvodi trimovanje uvjetovano je prema namjeni broda i zahtjevima klasifikacijskih zavoda.



Slika 12. Balastni sustav

Izvor: <https://repositorij.pfst.unist.hr/islandora/object/pfst%3A464/datastream/PDF/view>

Pražnjenja odnosno punjenje balasta izvodi se dvjema pumpama centrifugalne izvedbe na koje je ugrađen samo usisni uređaj. Vrijeme potrebno za izvođenje balasta ovisi o kapacitetu crpke. Za balast služe tankovi dvostrukog dna, visinski i bočni tankovi, pikovi, te se za balast može predvidjeti i određeni skladišni prostor.

Svi tankovi imaju tlačno / usisni cjevovod koji se nalazi u krmenom dijelu tanka te je tako postignuto efikasnije pražnjenje tanka. Sam usis kod balastnih tankova provodi se putem skupnog cjevovoda, a čine ga balastni i glavni cjevovod koji prolazi unutar balastnih tankova. Od tih tankova vode spojne cijevi do određenih balastnih usisa ili za svaki pojedini

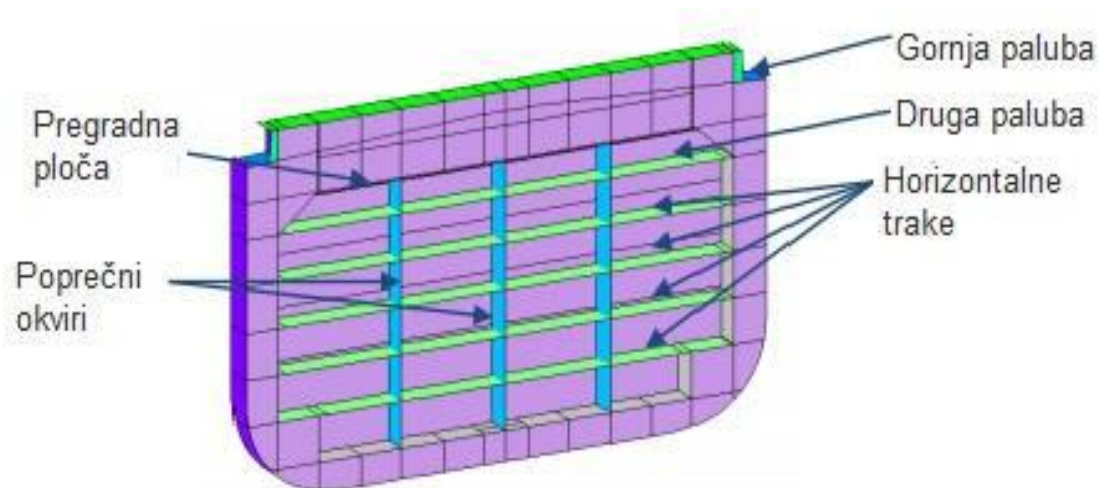
tank iz strojarnice dolazi zaseban ogranak cjevovoda za balast. U slučaju da na brodu postoji tunel u dvostrukom dnu tada se cjevovod nalazi u tunelu dvostrukog dna. Suvremeni ventili određenih balastnih tankova najčešće su leptir ventili kojima se upravlja sa daljine, putem hidrauličkog i/ili pneumatskog cilindra koji se nalazi u tom ventilu. Za upravljanje na daljinu koristi se zasebna soba u kojoj je smješten ploča za upravljanja balastnim sustavom dok se u novije vrijeme može upravljati i s mosta.

Svi daljinsko upravljani ventili imaju mogućnost manualnog načina rada ili s mehanički okretnog vretena ili se hidrauličke ručne pumpe priključe na aktuator ventila.

Jedna balastna pumpa predviđena je za balast, ali određenim kombinacijama ventila može upotrebljavati i crpka opće službe. Svi tankovi, osim krmenog pika, spojeni su tunelom za balast preko sustava cjevovoda i pripadajućeg ventila kojim se upravlja na daljinu. Tunel za balast je glavni balastni vod i svaki tunel opskrbljuje jednu stranu tankova za balast, desnu ili lijevu. Balastnim tunelom povezane su pumpe s visokim i niskim usisima. Osim pumpe postoji i mogućnost ispumpavanja balasta slobodnim padom određenih tankova koji su smješteni iznad vodene linije, a to su visinski tankovi i pikovi. Punjenje tankova može se izvesti i pomoću dvostrukog dna slobodnim usisom bez uporabe crpki jer se oni nalaze ispod vodene linije. Za sušenje dvostrukog dna i tunela za balast koristi se ejektor. Tom prilikom crpka se priključuje na skupljač morske vode. Linija za sušenje na koju su spojeni svi tankovi dvostrukog dna nalaze se u kobličnom tunelu, dok se posušivanje pojedinog tanka izvodi aktiviranjem odgovarajućeg ventila kojim se upravlja na daljinu.

4.1.3. Nepropusne pregrade

Nepropusne pregrade čine primarnu strukturu broda za raspodjelu tereta i preuzimaju ulogu da se smanji djelovanje vanjskih sila na brod. U svim brodovima, pa tako i u kontejnerskim brodovima, obavezne su sudarne pregrade, pregrade statvene cijevi i pregrade krajevima strojarnice. Kroz dva okvira proteže se struktura kod poprečnih pregrada. Oblik im je rešetkast i vrlo su krute. Same pregrade bitno smanjuju opterećenja trupa koji se sastoji od većeg broja pregrada i poprečnih presjeka koji su otvoreni. Razmak pregrada jednak je džini kontejnera od 40 stopa.



Slika 13. Nepropusna pregrada

Izvor: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1439/datastream/PDF/view>

4.1.4. Otvori na palubi - grotla

Grotla prema funkciji koriste za iskrcaj i ukrcaj tereta i robe. Kontejnerski brod može sadržavati više redova otvora po skladištu. U strukturnom pogledu to su otvori na palubi koji oslabljuju palubu. Po potrebi sadrže pražnice grotala koje se dijele na uzdužne i poprečne. Pražnice su limovi smješteni okomito i izrađeni su u obliku kutije s poklopcem te na izloženim palubama imaju dvojaku ulogu:

- osiguranje nepropusnosti,
- osiguravanje čvrstoće.

Način rada s poklopcima mora biti brz i jednostavan zbog sigurnosnih i gospodarsko – financijskih razloga. Danas se kod brodova sa kontejnerima sa otvorenim palubama upotrebljavaju podizni pontoni od čelika, koji se skidaju i postavljaju dizalicama s broda ili obale (sl. 14)



Slika 14. Člankasti sklapajući poklopci na izloženoj palubi

https://zoranpericsplit.weebly.com/uploads/1/2/4/9/12491619/zoran_peric_skripta_osnove_brodogradnje_industrijska_%C5%A1kola_split.compressed.pdf

4.2. Pogon

Dizel motorima opremljena je većina kontejnerskih brodova. Tijekom prijašnjih faza razvoja uporabe kontejnera, posebice krajem 1960-ih, brodovi kao na primjer, klase *Sea-Land McLean* izgrađeni su sa parnim turbinama i dosežali su čak brzinu od 33 čvora, ali završetkom energetske krize 1970-ih izgradnja brodova na parni pogon se ukida zbog visoke cijene izgradnje i održavanja. U novije doba jedan od najbržih brodova namijenjen za prijevoz kontejnera je *Hanjin Bremerhaven* brzine od 27 čv, dok kod većine brzina između 24 i 26 čv. Kod brodova klase Emma Maersk ugrađen je motor *Wärtsilä-Sulzer 14RTFLEX96-C*, trenutno najveći motor na dizel težine 2300 t s 109 000 KS (82 MW).



Slika 15. Glavni pogonski stroj kontejnerskog broda

Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Kontejnerski_brod

Kod suvremenih kontejnerskih brodova modernizira se pogonski stroj tako da je povećana snaga, a smanjena emisija plinova te se uvode nova goriva LSFO, ULSFO, LNG. Nova goriva su goriva s proizvedena s nižim udjelom sumpora nazvana LSFO (*Low Sulfur Fuel Oil*) čija se proizvodnja počele razvijati od 2005. godine. Ovo gorivo, posebno njegove modifikacije kao što je ULSFO-a (*Ultra Low Sulfur Fuel Oil*), sadrži vrlo mali nivo sumpora, tako da je u gorivu maksimalnih 0.1% sumpora.

5. RAZVITAK KONTEJNERSKIH BRODOVA PO GENERACIJAMA RAZVOJA

Kada se govori o suvremenim kontejnerskim brodovima misli se na moderne brodove koje karakterizira način gradnje da nema međupalublja i drugih otvora na palubi te najčešće nema niti opreme za operacije prekrcaja. Cilj suvremenih kontejnerskih brodova je ustvari prevesti što veću količinu tereta kako bi sam prijevoz bio isplativiji. Takve brodove karakterizira visoko i usko nadgrađe kako bi optimizacija teretnoga prostora bila bolja, uvodi se bulb profil povećava kapacitet broda i poboljšava se učinkovitost vijka.

Od početka kontejnerizacije do danas kontejnerski brodovi su podijeljeni na šest generacija uvjetovanim promjenama na tržištu. Generacije ovise o veličini i kapacitetu brodova.

Tablica 1. Podjela kontejnerskih brodova po generacijama

Karak.	GENERACIJA					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Konvertirani	KONVERTIRANI	CELULARNI	PANAMAX	POST-PANAMAX	POST-PANAMAX PLUS	POST NEW PANAMAX
Kapacitet (TEU)	DO 1000	1000 – 2500	2500 – 4500	4500 – 8000	8000 – 12000	>12000
Brzina (čv)	17.5	18 – 21	22 – 24.5	25	25.5	25.5
DWT (t)	5000 - 13500	14000-26000	30000-55000	55000 -93000	95000 - 137000	140000-240000
Duljina (m)	150	150 - 200	200 - 280	305 - 335	335 - 400	400 - 470
Širina (m)	17 - 23	23 – 30	30 -32	37 - 43	43 - 52	52 - 60
Gaz (m)	DO 9	9 -11.5	11.5 - 12	12.5 – 13.6	14.8	15 - 18

Izvor: Autor

5.1. Podjela kontejnerskih brodova prema generaciji proizvodnje

Od prvog broda i kontejnera do danas mijenjale su se karakteristike i brodova i kontejnera koje su prevozili. Zbog toga razvoj brodova podijeljen je po generacijama proizvodnje gdje se vidi njihov tehnološki napredak kao i izmjene u dizajnu i nosivosti.

5.1.1. Konvertirani (preuredivi višenamjenski brodovi) – I. generacija

Prva generacija brodova u razdoblju od 1956.g. – 1970.g. čine modificirane tankere i brodove za rasuti teret nosivosti do 800 TEU – a. Kod takvih brodova koristila se samo palubu za krcanje kontejnera i bili su vrlo spori.



Slika 16. Konvertirani višenamjenski brod

Izvor: https://hmn.wiki/sh/Container_ship

5.1.2. Celularni - potpuno kontejnerski brodovi – II. generacija

S razvojem tržišta i kontejnerskog transporta javila se potražnja za bržim i većim brodovima. Tako da od 1970.g. počinje gradnja brodova isključivo konstruiranih za kontejnerski prijevoz – FCC (*engl. Fully Cellular Containership*). Sami brodovi sastojali su se od ćelija unutar kojih su se kontejneri slagali u stupce i redove cijelom dužinom broda. Uz razvoj brodova za prijevoz kontejnera došlo do gradnje i razvoja kontejnerskih terminala sa dizalicama koji su omogućavali brži prekrcaj tereta. Tako je došlo i do povećanja dimenzija broda – prosječna duljina bila je 215 m, gaz do 10 m i nosivosti od 1000 – 2500 TEU. Usporedo s tim povećala se i brzina na 24 čvora.



Slika 17. Sydney Express 1970 – najveći kontejnerski brod II. generacije

Izvor: <https://www.fremantleports.com.au/the-port/history-and-heritage/container-trade/19---largest-container-vessel-in-the-world---debut-visit-sydney-express-1970>

5.1.3. Panamax generacija – III. generacija

Brodovi građeni 80-tih godina dvadesetog stoljeća u cilju povećanja broja prevezenih kontejnera dobili naziv po Panamskome kanalu te imaju dimenzije koje zadovoljavaju uvjete prolaska kroz taj kanal.



Slika 18. Panamax kontejnerski brod

Izvor: <https://wikihrh.top/wiki/Panamax>

5.1.4. Postpanamax generacija – IV. generacija

Brodovi koji ne zadovoljavaju uvjete kao prethodna generacija. Ne mogu proći Panamskim kanalom već se kreću novom transportnom mrežom. Prvi takav brod izgrađen je 1988.g. *President Truman*, brod za prijevoz kontejnera klase C10 od 4500 TEU nosivosti broda.



Slika 19. A New-Panamax ship, the *CMA CGM Theodore Roosevelt*

Izvor: <https://www.ajot.com/news/the-cma-cgm-theodore-roosevelt-became-the-largest-ship-ever-to-cross-the-pa>

5.1.5. Post panamax plus generacija – V. generacija

Izgradnjom Regina Maersk 1996. godine, pojavili su se brodovi s još većom nosivošću te se na tako ušlo u V. Generaciju izgradnje brodova za prijevoz kontejnera - Post Panamax Plus generaciju. Duljina broda najčešće je bila je 335 m, gaz do 14 m, s kapacitetom od 5000 do 8000 TEU. Ovaj tip broda građen je bez poklopaca grotna i umjesto toga počinje se koristiti novi sustav koji se sastojao od vodilica od čelika koje su išle od dna skladišta. Brodovi su se još radili s *lashing bridge* konstrukcijom čime se omogućavalo više redno nizanje kontejnera na palubi.



Slika 20. *Regina Maersk* 1996

[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Regina_Maersk_\(ship,_1996\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Regina_Maersk_(ship,_1996))

5.1.6. Post new panamax – VI. generacija

Nakon izgradnje Emme Maersk 2006. g., kapaciteta 14770 TEU i njezinih sedam sestrijskih brodova ušlo se u šestu generaciju kontejnerskih brodova koji su bili najduži i najveći brodovi

do 2013. godine kada je predstavljena Maersk Triple E klasu brodova kapaciteta 18000 TEU-a. Tako je nova klasa dobila ime zbog tri stvari koje zadovoljava: energetska i ekonomska učinkovitost te ekološko poboljšanje. Ova generacija kontejnerskih brodova naziva se *Ultra Large Container Vessel* (ULCV) ili Post New Panamax zbog svoje veličine te prelazi gabarite novo proširenog Panamskog kanala.

Dizajn Triple E omogućio je Maersku u srpnju 2011. osvajanje nagrade "Najodrživiji brodski operater godine".



Slika 21. Manila Maersk dolazi u njemački Hamburg u lipnju 2019

<https://www.vesselfinder.com/vessels/MANILA-MAERSK-IMO-9780469-MMSI-219038000>

5.2. PODJELA PREMA NAMJENI KONTEJNERSKIH BRODOVA

Brodovi za prijevoz kontejnera mogu se prema svojoj ulozi podijeliti u dvije grupe:

- Brodove matice,
- *Feeder* brodove.

Razvojem ekonomskog tržišta i zbog globalnog utjecaja došlo je do izgradnje „mega“ velikih brodova koji prevoze kontejnere. Uslijed velikih dimenzija, a time i do povećanih dimenzija gaza dolazi do potrebe za izgradnjom velikih luka, sa svom povećanom infrastrukturom koja će omogućiti brzi rad s teretom te mjesto potrebno za pohranu kontejnera. Rješenje se nametnulo uvođenjem *feeder* usluge kojima su se troškovi cijelog sustava snizili, a time se i optimizirao kompletan kontejnerski transport. *Feeder* usluga složena je od brodova matica i *feeder* brodova čiji teret se prekrca u *hub* lukama.

Veliki brodovi, s kapacitetom od 10000 TEU-a, koji prevoze teret i robu između velikih čvorišta, obavezno i na velikim udaljenostima nazivaju su brodovi matice, dok *feeder* brodovi su manji i prevoze teret između glavnih i sporednih luka i obratno.



Slika 22. Brod matica

Izvor: https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:WMS_Groningen.jpg

Feeder brodovi najčešće koriste opremu za upravljanje kontejnerima jer često dolaze u luke koje nemaju svoju opremu. Brodovi imaju kapacitet između 300 TEU i 3000 TEU i plove po utvrđenom rasporedu plovidbe. U logističkom procesu *feeder* usluga je jako važan faktor zbog brzine, učinkovitosti i fleksibilnosti što je bitno utjecala na povećani rast transporta, distribucije i proizvodnje.



Slika 23. Feeder WMS Groningen

Izvor: https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:WMS_Groningen.jpg

6. KARAKTERISTIKE SUVREMENIH KONTEJNERSKIH BRODOVA

Suvremeni kontejnerski brodovi imaju oblik trupa koji se razlikuje od svih drugih vrsta brodova. Pramac i krma nisu puniji ako što je to situacija kod ostalih brodova. Blok koeficijent odnosno koeficijent punoće trupa je između 0,60 i 0,70 pa se ostvaruje mali otpor trupa što daje takvim brodovima veliku brzinu. Pramac broda izgrađen je bulb profilom što smanjuje utjecaj pramčanog vala.²

Kada se govori o operacijama ukrcaja iskrcaja na takve brodove izvedene su na način da se kontejneri na brod ukrcavaju pomoću vodilica. Vodilice su metalne vertikalne strukture koje su postavljene na skladišnu pregradu te zahvaljujući njima kontejnerski brodovi imaju točno određene redove kod ukrcaja. Teret se na brodove krca po oznakama BAY, ROW i TIER.

Oznakom BAY označava se mjesto kontejnera u odnosu prema uzdužnici broda gledajući od pramca prema krmi. Parnim brojevima označeni su 40 stopni kontejneri dok su neparnim označeni 20 stopni kontejneri.



Slika 24. Oznake Bay Row Tier

Izvor: http://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/stra_01_03_03.html

Oznakom ROW označena je pozicija kontejnera u odnosu prema širini broda gledajući desno i lijevo od središnje linije. Neparnim brojevima označeni su kontejneri sa desne strane dok su parnim brojevima označeni kontejneri sa lijeve strane.

² <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:155577>

Poziciju samog kontejnera u odnosu prema njegovoj poziciji po vertikali gledajući od kobilice do glavne palube (oznake 02,04,06,...) i kontejnera smještenih po visini (oznake 80,82,84,...) označava oznaka TIER.

6.1. EEE CLASS

U ovom poglavlju biti će predstavljena EEE klasa brodova. Navedena je konstrukcija broda kao i obilježja klase. Spomenuta su obilježja propulzije kao i gradnja samih brodova.



Slika 25. EEE klasa brodova

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Triple_E-class_container_ship

6.1.1. Konstrukcijska obilježja i obilježja klase

EEE klasa brodova nudi do 16% više prostora za teret zbog svog pramca bulb profila. Širina broda omogućava dodatni prostor za više "Row-ova" te također, premještaj zapovjedničkog mosta prema naprijed ostvaruje posadi bolju preglednost i mogućnost slaganja kontejnera na veću visinu. Premještaj broskog stroja prema krmi povećava stabilnost broda i omogućuje ukrcaj kontejnera ispod i iznad palube. Uz sva navedena obilježja i poboljšanja smanjena je i emisija CO₂ za negdje oko 50 % što čini EEE klasu najprestižnijom i učinkovitom klasom brodova.

6.1.2. Obilježja klase

Brodovi EEE klase su brodovi duljine 400 metara i širine 59 metara. Sama kratica EEE znači *Energy efficiency, Enviromental performance and Economics scale*³ što u grubo znači da brodovi te klase imaju malu potrošnju goriva, mogućnost “reciklaže” te mogućnost ponovne upotrebe. Energetska učinkovitost dolazi zbog posebnog dizajna oplata broda te zbog izvedbe dvostrukog poriva. Mogu prevoziti više od 18 tisuća kontejnera što im daje i ekonomičnost jer su konkurentniji od ostalih brodova koji plove i prevoze teret na relaciji Azija-Europa za oko 25 centi po kontejneru.

6.1.3. Obilježja propulzije i tijek gradnje brodova

EEE klasa brodova napravila je veliki korak što se tiče samog dizajna oplata i stroja. Premještanjem stroja ka krmi dobilo se više mjesta za ukrcaj kontejnera što poboljšava ekonomičnost broda. Brodovi te klase imaju posebnu izvedbu strojeva koja omogućava efikasnost u pogledu potrošnje goriva te se smanjuje emisija CO₂ za 50 % u usporedbi sa ASIA-EUROPE *trade line*. Poriv dolazi od strane dva motora sa dva propelera.

Kada se priča o tijeku gradnje brodova ove klase misli se isključivo na gradnju u sekcijama. Počinje se sa prvim blokom na kojeg se nastavljaju ostali, zatim se radi donji dio broda i neposredno prije završetka izgradnje samog broda brod ide na pokusnu vožnju unutar doka uz pomoć tegljača. Nakon vožnje brod se vraća nazad i završava mu se izgradnja pramca, a zapovjednički most gradi se tek na samom kraju. Kako bi se oplata broda napravila što je brže moguće koristi se posebna tehnika gradnje.

Brodovi ove klase grade se od kraja do kraja koristeći sekcije koje se nazivaju “Megablocks”. Za svaki megablok potrebno je 2200 tona željeza te je glavni razlog za njihovu uporabu upravo ušteda vremena. Prvi blok radi se u doku preko posebnih uređaja za rezanje željeza koji koriste plin pri temperaturi od 16 000 stupnjeva te rad sa uređajem izvode roboti.

³ <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:999489>

6.2. CMA CGM JACQUES SAADE - KLASA KONTEJNERSKIH BRODOVA SA LNG POGONOM

Kompanija CMA CGM ima cilj da postane vodeća kompanija pomorskog prometa. U 20 izrađenih brodova napravit će se 9 brodova od 400 metara duljine i 61 metar širine sa mogućnošću prijevoza 23 tisuće kontejnera. Jacques Saade jedan je od tih 9 brodova.

Brod Jacques Saade pogonjen je LNG-om te ima tank goriva dimenzija 52 x 24 što čini kapacitet od 18 600 m³ LNG-a koji je potreban za povratno putovanje na ruti EUROPA -AZIJA. Temperatura u tanku mora biti -161 stupnjeva te tank ima dvostruku membranu od nehrđajućeg čelika koja omogućava da se temperatura održava za cijelo vrijeme. Tank mora biti nekorozivan, ne smije biti toksičan i mora biti vatrootporan. LNG se koristi kako bi se smanjilo zagađenje okoliša te je emisija CO₂ kod ovoga broda smanjena za 20 %.

Brod se gradio u sekcijama, a materijal za gradnju blokova je čelik kako bi se sagradio tank za LNG. Četrnaest mjeseci bilo je potrebno za izgradnju oplata broda te je brod prije porinuća bojan posebnim premazom.



Slika 26. Jacques Saade

Izvor: <https://www.offshore-energy.biz/cma-cgm-to-take-delivery-of-worlds-largest-lng-powered-vessel/>

6.3. OOCL HONG KONG I MSC GULSUN (najveći kontejnerski brodovi na svijetu)

Najveći brod za prijevoz kontejnera na svijetu bio je brod OOCL Hong Kong te nakon njega brod kompanije MSC imena Gulsun. Brod OOCL Hong Kong je izgrađen 2017. godine u brodogradilištu Kocha u Južnoj Koreji. Glavni stroj broda ima 9 katova i ukupno 100 000 konjskih snaga. Brod ima kapacitet od 21 413 TEU i dug je 400 metara. Ispod palube broda stane 12 tierova kao i 12 na palubu. Sidro i sidreni lanac teže oko 440 tona i dugi su 770 metara.

Prvo putovanje broda bilo je kroz Sueski kanal te je na prvom putovanju bio izazov podići sidro baš radi njegovih dimenzija. Ruta je bila iz Koreje u Shanghai, nakon Shangaia u Singapur gdje je brod krcao teret i nakon toga je krenuo za Suez do luke Rotterdam.

Problem kod takvih brodova predstavlja pristajanje na terminal što je za brodove takvih dimenzija vrlo rizično. Ukrcaj tereta se prati preko *Cargo Plana* te to nadgleda prvi časnik. Kontejneri se učvršćuju pomoću *twistlockera* i na svaki kraj kontejnera se stavi po stezaljka. Protupožarna zaštita na brodu vrlo je zahtjevna iz razloga što je brod velik i posada ne zna što prevozi u kontejnerima.



Slika 27. OOCL Hong Kong

Izvor: <http://www.hongkongmaritimehub.com/oocl-giant-is-back-where-it-belongs/>

Kako se u kontejnerskom prometu uvijek teži ka većem kompanija MSC 2019. godine predstavlja brod koji preuzima titulu broda Hong Kong i naziva ga Gulsun. Gulsun je brod dužine 400 metara i 62 metara širine te ima kapacitet od 23 756 kontejnera. Brod ima mogućnost prevoženja više od 2000 kontejnera namijenjenih za rashlađeni teret, također je građen suvremenom tehnologijom kada se u pitanje dovodi i život posade na brodu kao i ostvarivanje

možnosti brzog prijenosa podataka sa obalom. Na brodu je izveden suvremeni sustav učvršćenja te je na brodu prisutan najsuremeniji sustav propulzije zajedno sa sustavom poriva i sustavom dvostruke oplata.



Slika 28. MSC GULSUN

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/MS_C%BCls%BCn

HMM GDANSK izgrađen je 2020. g. dužine 400 m s kapacitetom prijevoza od 24 000 standardnih kontejnerskih jedinica, ukupne nosivosti 224 900 t.



Slika 29. HMM Gdansk

Izvor: https://www.fleetmon.com/vessels/hmm-gdansk_9863326_8614526/

Najveći izgrađen kontejnerski brod iz 2022.g. je Ever Alot brod kapaciteta od 24.004 TEU što ga označava kao svjetskog rekordera. Brod je dužine 400 m, širine 61,50 m dok mu gaz iznosi 17 m.



Slika 30. Ever Alot - najveći kontejnerski brod

Izvor: <https://pomorac.hr/2022/06/24/isporecun-dosad-najveci-kontejnerski-brod-na-svijetu-kineski-brograditelji-oborili-rekord-za-nekoliko-teu/>

7. KONTEJNERSKI TERMINALI

Usljed sve većih i modernijih konetjnerskih brodova usporedo su se morali modernizirati i povećavati kontejnerski terminali i produbljivat gazovi. Terminali za kontejnere su mjesta na kojima se susreće više prometnih čimbenika radi predaje, odvoza ili dovoza te preuzimanja tereta za transport. Terminali takve namjene koriste se i kao mjesta za pohranu i skladištenje kontejnera i robe. Koriste kontejnerima, uz pomoć kojih čine okrupnjene jedinice čime se olakšava iskrcaj, ukrcaj, transport i manipulacija teretom i robom. Na kontejnerskim terminalima roba se štiti od utjecaja atmosferilija, drži u uspravnom položaju i distribuira. Kontejnerski terminal dio je lučkog sustava izgrađen i opremljen elementima namijenjenim prekrcavanju kontejnera posrednim ili izravnim radom i rukovanjem između brodova i kopnenog prijevoznog transporta. Razlikujemo glavne luke (engl. mother ports) koje imaju jedan ili više velikih glavnih terminala (engl. mother terminal) iz kojih se promet raspoređuje u veći broj pomoćnih luka.

Tipičan kontejnerski terminal sastoji se od: pristana, parkirališne površina, obalne kontejnerske dizalice, skladišta za punjenje kontejnera, skladišta za otpremu, skladišne prekrcajne mehanizacije, radionica za inspekciju i popravak kontejnera, ulaza na terminal sa operativnom zgradom i dr. Bitno je osigurati mjesto za željeznički i cestovni pristup, upravne zgrade i carinu, rashladne kapacitete te prostor za opasne terete.

Kontejnerski pristan dijeli se na slijedeće zone:

1. Prekrcajni prostor,
2. Skladišni prostor,
3. Prostor za otpremu i pripremu sredstava za prijevoz.

Za funkcioniranje samog terminala važno je uskladiti rad mostova i prekrcajno – prijevoznih sredstava za kontejnere. Svaki terminal ima svoj Dnevni. Dnevni kapacitet samog terminala ovisi o veličini i vrsti kontejnera koji se obrađuju. Prosječni kapacitet izražava se u TEU-ima (engl. Twenty Foot Equivalent Unit), odnosno kontejneri različitih dimenzija svode se na kontejnere od 20 stopa.



Slika 31. Kontejnerski terminal Vrata Jadrana, Rijeka

Izvor: <https://www.portauthority.hr/rgp-kontejnerski-terminal-jadranska-vrata/>

Svaki kontejnerski terminal ima svoj prometno – tehnološki proces koji zavisi o vrsti opreme kojom se prekrca, prevozi i skladišti teret. Tehnologija prekrcavanja kontejnera obuhvaća skup svih resursa kao što je radna snaga, mehanizacije za prekrcaj itd., metode i postupke korištenja tih resursa u procesu premještanja kontejnera unutar terminala.

Terminali su opremljeni sa tri prekrcajna sustava. Podijeljeni su na vertikalni (LO-LO), horizontalni (RO-RO) i kombinirani (LO-RO) sustav. Brodski teret može se uputiti na slijedeće načine:

- Direktan prekrcajni sustav gdje se kontejneri direktno prekrcaju iz/u prijevozna sredstva,
- Poludirektan prekrcajni sustav - kontejneri se iskrcavaju i kasnije otpremaju,
- Indirektan prekrcajni sustav kod kojeg se kontejneri odlažu na otvorena odlagališta do k čekaju otpremu za svoje odredište.

Na terminalima se također nalaze i posebne obalne dizalice za kontejnere koje se koriste za prekrcaj kontejnera na brod. Postoje lučke mobilne dizalice za iskrcaj i ukrcaj broda na terminalima za promet kontejnerima i terminalima sa više namjena.

Kod prihvata i manipulacije kontejnerima koristi se i pokretna mehanizacija: portalni prijenosnici s čeonim rukovanjem, s frontalnim slaganjem i razlaganjem, portalni prijenosnici s bočnim rukovanjem, prikolice, čeoni viličar, bočni viličari itd.

Terminali su modernizirani uvođenjem računalne i informatičke podrške, automatiziranjem procesa slaganja, prekrcavanja i prijenosa kontejnera. Suvremene tehnologija važna je kod primjene transportera za transport kontejnera od obale do skladišta i obratno, raznih vučnih vlakova ili *multi-trailer system*-a (MTS), automatski vođenih vozila (AGV), tehnologije prekrcaja za kratke morske rute (engl. short-sea) te sustav *roll'hydro*.

Svi terminali opremljeni su informacijsko - komunikacijskim sustavom - ICT (engl. Information and Communication Technology) jednim od najvažnijih sustava na samom terminalu zato što služi i objedinjuje organiziranje, planiranje, kontroliranje i koordiniranje svih aktivnosti i tako povezuje sve sudionike lučkog sustava.

Sustavi moraju biti povezani i usklađeni s bazama podataka, a sigurna baza podataka se postiže upravljanjem informacija i pravilnom klasifikacijom podataka.

8. ZAKLJUČAK

Zbog razvoja trgovine na globalnoj razini i zbog potrebe za što boljim omjerom ostajanja broda u luci i plovidbe broda prijevoz kontejneriziranog tereta postaje prestižan. Moderni brodovi i sustavi na brodovima dodatno potpomažu cijeloj priči te je zapravo srž svega jednostavnost i brzina operacija sa teretom u lukama što čini kontejnerske brodove konkurentnim na tržištu. Sama ćelijska struktura kontejnerskih brodova također pridonosi i boljoj stabilnosti. Uvođenjem kontejneriziranog tereta objedinio se cestovni, zračni, morski i željeznički promet što je također stvar od velike vrijednosti u današnje vrijeme. Najveća prednost kontejnera je upravo mogućnost prijevoza širokog spektra kada se govori o vrstama tereta.

Cilj suvremenih kontejnerskih brodova je dakako ostvarivanje što većeg prostora za teret kako bi prijevoz bio najisplativiji te se u današnje vrijeme teži za što većim brodovima kao što je za primjer u radu uzet brod kompanije MSC Gulsun.

EEE klasa brodova je također ostavila velik trag u razvoju samih kontejnerskih brodova to jest u modernizaciji samog kontejnerskog prijevoza počevši od ostvarivanja većeg prostora za teret, pomicanja mosta na preglednije mjesto za vođenje navigacije te se time i omogućilo slaganje kontejnera na veće visine.

Cijela priča se na kraju upotpunjuje da se suvremeni kontejnerski brodovi okreću na neki način i ekologiji uporabom nisko sumpornih goriva te smanjenjem emisija CO₂ te se prijevoz kontejnera morem takvim brodovima smatra svijetlom budućnošću ovoga posla čiji je rast sve veći.

Bitan novitet za brodsku kontejnersku industriju je umrežavanje i uvođenje ICT sustava upravljanja kontejnerskim terminalima što je uvelike pridonijelo bržem i efikasnijem prekrecaju tereta i praćenju na odredište i uvođenje sustava umreženog kontejnera kojim je omogućen nadzor nad kontejnerom i njegovim sadržajem te mogućnost praćenja kontejnera od ishodišnog do odredišnog mjesta.

LITERATURA

1. Grubišić, M.: Brodske konstrukcije, Sveučilište u Zagrebu, FSB, Zagreb, 1992.
2. Pronj, Z.: Kontejnerski brodovi s osvrtom na kontejnerske terminale, Rijeka, 2011
3. Mišković, D., Ivče, R., Popović, M.: Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest, Naše more, 63(1)- supplement, 2016, pp. 9-15
4. Vučetić, D.: Digitalni priručnik za brodske konstrukcije, završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2015.
5. Rogić, K.: Plovni sastavi i oprema brodova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2008.
6. Materijali sa Merlina predmet SPP 1

INTERNET IZVORI

1. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:999489>
2. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:155577>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/MSC_G%C3%BCIs%C3%BCn
4. <http://www.hongkongmaritimehub.com/oocl-giant-is-back-where-it-belongs/>
5. <https://www.offshore-energy.biz/cma-cgm-to-take-delivery-of-worlds-largest-Ing-powered-vessel/>
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Triple_E-class_container_ship
7. http://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/stra_01_03_03.html
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Malcom_McLean
9. https://transportgeography.org/?page_id=1323
10. <https://www.tanndy.com/about-us/faq>
11. <https://www.ikspeditor.rs/vrste-kontejnera/>
12. <http://www.pacificmarine.net/marine-deck/cargo-securing/container-twistlocks.htm>
13. https://hr.wikipedia.org/wiki/Kontejnerski_brod

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podjela kontejnerskih brodova po generacijama.....	20
---	----

POPIS SLIKA

Slika 1. Malcom McLean u luci Newark	4
Slika 2. Brod IDEAL X.....	5
Slika 3. Vrste kontejnera.....	6
Slika 4. Dimenzije 20' kontejnera.....	7
Slika 5. Dimenzije 40' kontejnera.....	7
Slika 6. Izgled oznake kontejnera.....	9
Slika 7. Twistlocker.....	10
Slika 8. Čelijska struktura teretnog prostora.....	11
Slika 9. Presjek broda Triple E klasa, u izgradnji.....	12
Slika 10. Anty-heeling sustav.....	13
Slika 11. Protunagibni sustav kontejnerskog broda.....	14
Slika 12. Balastni sustav.....	15
Slika 13. Nepropusne pregrade.....	17
Slika 14. Sklapajući člankasti poklopci na izloženoj palubi	18
Slika 15. Glavni pogonski stroj kontejnerskog broda.....	19
Slika 16. Konvertirani višenamjenski brod.....	21
Slika 17. Sydney Express 1970 -the largest container vessel.....	22
Slika 18. Panamax kontejnerski brod.....	22
Slika 19. A New – Panamaxship, the CMA CGM Theodore Roosevelt.....	23
Slika 20. Regina Maersk 1996.....	23
Slika 21. Manila Maersk dolazi u njemački Hamburg u lipnju 2019.....	24
Slika 22. Brod matica	25

Slika 23. Feeder WMS Groningen	25
Slika 24. Oznake Bay Row Tier	27
Slika 25. EEE klasa brodova	27
Slika 26. Jacques Saade	29
Slika 27. OOCL Hong Kong	30
Slika 28. MSC GULSUN	31
Slika 29. HMM Gdansk	31
Slika 30. Ever Alot - najveći kontejnerski brod	32
Slika 31. Kontejnerski terminal Vrata Jadrana, Rijeka	34