

Kontejnerski brodovi

Jardas Bičak, Matej

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:187:111433>

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

MATEJ JARDAS BIČAK

KONTEJNERSKI BRODOVI

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

KONTEJNERSKI BRODOVI
CONTAINER SHIPS

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Tehnologija prijevoza morem

Mentor: dr.sc. Renato Ivče

Student: Matej Jardas Bičak

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080731

Rijeka, Srpanj 2022.

Student/studentica: Matej Josipović

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i pometu

JMBAG: 011 2080731

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

Kontejnerski brodomi

(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

prof. dr. sc. Renato Zrčić

(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc Ime i Prezime)

te komentorstvom _____

stručnjaka/stručjakinje iz tvrtke _____

(naziv tvrtke).

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrizirajući naveo/la u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezao/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/studentica

Matej Josipović

(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice

Student/studentica: Matej Josdas Bičak
Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i pomorskom
JMBAG: 0112080731

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
Matej Josdas Bičak
(potpis)

Student: Matej Jardas Bičak

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080731

IZJAVA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom KONTEJNERSKI BRODOVI izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Renata Ivče.

U radu sam primijenio metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrizirajući naveo/la u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan sam s objavom završnog rada na službenim stranicama Fakulteta.

Student



Ime i prezime studenta

Matej Jardas Bičak

SAŽETAK

Ovaj završni rad obrađuje kontejnerske brodove, kontejnere i kontejnerske terminale.

Kontejneri su standardizirani prenosivi spremnici koji omogućuju prijevoz robe u svim modovima transporta, bez potrebe za prekrcajem tereta. Na osnovu 20-stopnog kontejnera proizašla je prostorna standardna jedinica za kapacitet kontejnerskih brodova ili terminala – TEU. Kontejnerski terminali su objekti u kojima se kontejneri prekrcajavu između dva ili više vrsti transporta

Kontejneri se prevoze različitim vrstama teretnih brodova. Namjenski kontejnerski brodovi dizajnirani su sa dvodnima, dvostrukom oplatom te širokim otvorima grotla; sa ili bez poklopaca. Kontejneri su osigurani na brodu upotrebom vodilica ili opremom za učvršćivanje.

Na osnovu promjena dizajna, uvjetovanih zahtjevima tržišta i napredkom tehnologije, proizašle su nove generacije kontejnerskih brodova.

Prijevoz kontejnera morem okosnica je svjetske trgovine. U današnjoj globalnoj trgovini, kontejnerskim brodovima prevozi se oko 90% generalnog tereta.

Glavne riječi: kontejner, kontejnerski brod, kontejnerski terminal

SUMMARY

This final paper describes container ships, containers and container terminal.

Intermodal containers are standardized transportable containers that enable goods to be transported in all modes of transport, without the need to transship cargo. A TEU or Twenty-foot Equivalent Unit is an exact unit of measurement used to determine cargo capacity for container ships and terminals. Container terminals are facilities where containers are transhipped between two or more types of transport

Containers are transported by various types of cargo ships. The purpose-built container ships have a double bottom, double plating, and wide hatch openings; with or without hatch-covers. Containers are secured on the ship with the use of container's guides or with lashing equipment.

Based on design changes, conditioned by market requirements and technological progress, new generations of container ships have emerged.

Container shipping by sea is the backbone of world trade. In today's global trade, about 90% of general cargo is transported by container ships.

Keywords: container, container ship, container terminal.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY.....	I
SADRŽAJ	II
1. UVOD	1
2. POVJEST KONTEJNERSKOG BRODARSTVA	3
2.1. MALCOM McLEAN – IZUMITELJ INTERMODALNOG KONTEJNERA..	3
2.2. RAZVOJ KONTEJNERIZACIJE	6
3. KONTEJNER KAO SREDSTVO OBJEDINJAVANJA TERETA	8
3.1. ISO STANDARDI.....	8
3.2. KONSTRUKCIJA KONTEJNERA I PODJELA PREMA MATERIJALU GRADNJE	10
3.3. TIPOVI KONTEJNERA	12
4. BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA	17
4.1. KATEGORIJE KONTEJNERSKIH BRODOVA.....	17
4.1.1. Polukontejnerski brodovi (engl. semi container ships).....	17
4.1.2. Brodovi za prijevoz klasičnog generalnog tereta.....	18
4.1.3. Brodovi mješovitog tipa	20
4.1.4. Namjenski kontejnerski brodovi.....	23
4.2. VRSTE KONTEJNERSKIH BRODOVA PREMA GENERACIJAMA RAZVOJA	28
4.2.1. Prva generacija kontejnerskih brodova	29
4.2.2. Druga generacija kontejnerskih brodova	29
4.2.3. Treća generacija kontejnerskih brodova	29
4.2.4. Četvrta generacija kontejnerskih brodova.....	30

4.2.5. Peta generacija kontejnerskih brodova	30
4.2.6 Šesta generacija kontejnerskih brodova	30
4.3. UČVRŠĆIVANJE KONTEJNERA NA BRODOVIMA	31
4.3.1. Kontejnerske vodilice	32
4.3.2. Konvencionalno učvršćivanje kontejnera	33
4.4. ZNAČAJ KONTEJNERSKIH BRODOVA U GLOBALNOJ TRGOVINI	36
4.5. PLANIRANJE UKRCAJA KONTEJNERA.....	37
4.5.1. Identifikacija kontejnera	38
4.5.2. Pozicioniranje kontejnera na kontejnerskom brodu	39
4.5.3. Kreiranje plana ukrcaja.....	40
4.5.5. Bay plan	43
5. KONTEJNERSKI TERMINALI.....	45
6. ZAKLJUČAK.....	47
LITERATURA	49
POPIS SLIKA.....	52
POPIS TABLICA.....	53

1. UVOD

U vrijeme prije kontejnerizacije troškovi skladištenja, prijevoza i prekrcaja činili su finalnu robu skupom. Pri svakoj promjeni načina prijevoza, roba se je morala prekrcevati. Skupi i spor transport, ograničavali su međunarodnu trgovinu i gospodarski razvoj, tržišta su tradicionalno zadovoljavali lokalni izvori.

Nakon što je MacLean osmislio prvi intermodalni kontejner, omogućen je djelotvoran transport raznim transportnim sredstvima (brod, željeznica, cestovni prijevoz), bez potrebe ponovnovnih manipulacija teretom unutar kontejnera. Ključni koncept kontejnerizacije je standardizacija koja je omogućila jednostavnost rukovanja teretima u cijelom transportnom lancu. Roba se mogla isporučivati od proizvođača do krajnjeg korisnika, po sistemu od vrata do vrata. Kontejnerizacija je smanjila troškove dostave i vrijeme isporuke, a to je omogućilo rast međunarodne trgovine. Posao pomorskog prijevoza promijenio se iz radno intenzivnog u kapitalno intenzivan.

Od prvog putovanja, preuređenog tankera Ideal X, 1956. god. i nakon prvog međukontinentalnog putovanja Fairland-a 1966. god., međukontinentalni kontejnerski prijevoz morem bilježi konstantan rast. Taj rast je u početku bio umjeren, zbog visokih početnih kapitalnih ulaganja u kontejnerske brodove i lučke terminale, a kasnije početkom 1990-ih dolazi do njegove ekspanzije.

Globalizacija gospodarstva od 1990-ih razvijala se usporedno s ekspanzijom međukontinentalne trgovine kontejnerima, a pri tome je najbitnija značajka globalizacije gospodarstva, prijevoz kontejnera morem. Međukontinentalna trgovina danas se uglavnom odvija kontejnerskim brodovima.

U fokusu ovog završnog rada biti će kontejnerski brod.

Kontejneri se mogu prevoziti morem: klasičnim trgovačkim brodovima, modernim preuredivim brodovima za generalni teret, RO-RO brodovima, polukontejnerskim brodovima, mješovitim brodovima ili namjenskim kontejnerskim brodovima.

Kontejnerski brodovi su značajno porasli u posljednjih 20 godina, početkom stoljeća veliki kontejnerski brod mogao je prevesti otprilike 6.500 TEU-a, danas najveći kontejnerski brodovi mogu prevesti gotovo 24.000 TEU-a.

Uz kontejnerski brod, još su dva bitna elementa kontejnerizacije: kontejner - prenosivi spremnik u obliku kutije, normiranih izmjera i kontejnerski lučki terminali – objekti u kojima se kontejneri prekrcaju sa brodova na kopnena prijevozna sredstva.

Rad je podijeljen u šest poglavlja.

Drugo poglavlje će ukratko prikazati povijest kontejnerskog brodarstva.

Trećim poglavljem obuhvatit će se standardizacija, konstrukcija i vrste kontejnera.

Četvrto i najobimnije poglavlje odnositi će se na brodove za prijevoz kontejnera sa fokusom na namjenske kontejnerske brodove i njihovu konstrukciju. Analizirati će se generacije kontejnerskih brodova, i učvršćivanje kontejnera kao pretpostavka sigurnog prijevoza te planiranje ukrcaja kontejnera i značaj kontejnerskih brodova za globalnu trgovinu.

Peto poglavlje obuhvatiti će kontejnerske terminale i podjelu terminala prema vrstama transporta na kojima se vrši prekrcaj kontejnera.

Šesto poglavlje biti će zaključak koji će prikazati sažetak cijelog rada.

2. POVJEST KONTEJNERSKOG BRODARSTVA

Prije pojave standardiziranih transportnih kontejnera, teret se otpremao u drvenim sanducima, paletama, kutijama ili bačvama. Još u 19. stoljeću britanski trgovci prvi su koristili drvene kontejnere, prvo su ih vukli konji, a kasnije izumom željeznice prevozili su ih vlakovi. Idući napredak dolazi tijekom Drugog svjetskog rata kada su australska i američka vojska, kako bi ubrzale opskrbu, koristile drvene kontejnere standardne veličine.

Do drugog svjetskog rata pomorski prijevoz i prekrcaj generalnih tereta bili su gotovo desetljećima nepromijenjeni. Operacije ukrcaja i iskrcaja pojedinačnih tereta (generalnog tereta) u transportnom lancu, obavljale su se uglavnom ručno, te su zahtijevale mnogobrojnu radnu snagu. Ovakva metoda, korištenjem više modova prijevoza, sa puno manipulacija ukrcaja i iskrcaja bila je skupa, dugotrajna i nepouzdana.

Tipičan preko-oceanski brod 1950-ih prevozio bi oko 200.000 zasebnih sanduka, vreća, bačvi i bala. Roba bi u pristaništa stizala u stotinama odvojenih pošiljki. Svaki predmet morao je biti iskrcan iz kamiona ili željezničkog vagona i premješten u skladište. Kada je došlo vrijeme za ukrcaj na brod, pojedinačni komadi tereta premještali su se iz skladišta na pristaništa i slagali na palete, koje bi se brodskim samaricama ili lučkim dizalicama ukrcavale u brodska skladišta. U brodskim skladištima lučki radnici bi iskrcavali sav teret pojedinačno s paleta, te bi ga zatim slagali u skladišta ili međupalublja. Iskrcaj u luci odredišta značio je obrnuti radno-intenzivan proces. Posljedično, preko-oceanske vozarine često su iznosile 15 ili čak 20 posto vrijednosti robe, što je bila previsoka cijena, tako da se sa mnogim robama nije isplatilo trgovati na međunarodnoj razini. [1]

2.1. MALCOM McLEAN – IZUMITELJ INTERMODALNOG KONTEJNERA

Velika promjena u prijevozu tereta dogodila se kada je 1956. američki prometni poduzetnik Malcom McLean, izumio i patentirao prvi standardni intermodalni kontejner.

Malcolm McLean, bio je cestovni prijevoznik. Godine 1935. McLean je zajedno sa svojim bratom i sestrom osnovao *McLean Trucking Co. K.* Uvijek je tražio načine kako da smanji troškove poslovanja i time snizi tarife svojih usluga. Pri tome je ICC ¹ često odbijao njegove zahtjeve za manjim naplatama usluga. Uz to ulazio je u stalne sukobe sa ostalim cestovnim prijevoznicima i željeznicom koji su željeli zadržati monopolske cijene svojih

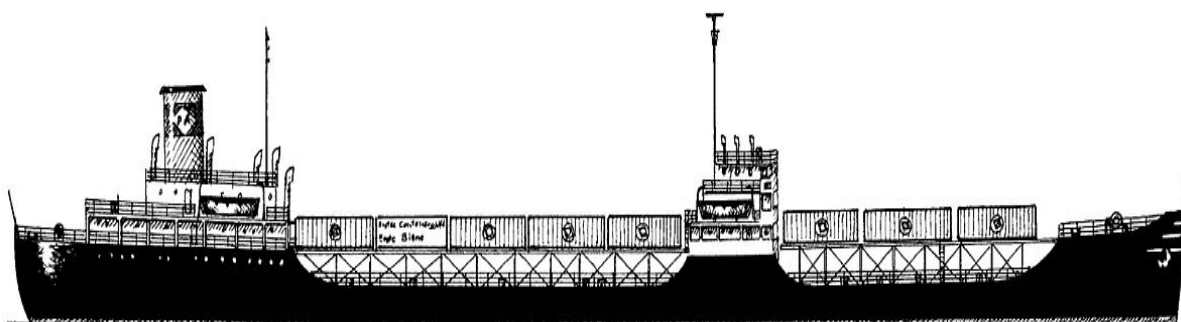
¹ ICC - (engl. Interstate Commerce Commission)

usluga. Do 1954. McLean Trucking bio je 8. najveći američki cestovni prijevoznik po prihodima, a treći po dobiti nakon oporezivanja. [2]

McLean je već 1952. krenuo u realizaciju plana za smanjenje troškova i ubrzanje kretanja robe u transportnom lancu. Shvatio je da bi se korištenjem kontejnera standardne veličine značajno ubrzao ukrcaj s kamiona na brod i obrnuto. Nakon brojnih testova, 1956. godine patentiran je prvi intermodalni kontejner.

Korištenjem zatvorenih i zaključanih kontejnera omogućeno je da se teret preveze zapečaćen i osiguran, smanjene su krađe i oštećenja a ujedno je ubrzan prijevoz. Time su značajno smanjeni troškovi poslovanja. Kontejneri su ujedno bili dovoljno otporni da mogu osigurati višestruku upotrebu a tokom svih faza transporta pratio ih je samo jedan prijevozni dokument. Više nije bilo potrebe za višestrukim ručnim manipulacijama robe tokom svih faza prijevoza. McLean-ova početna ideja bila je ukrcavanje kamionskih prikolica na brodove. U teoriji, to bi smanjilo mnogobrojne manipulacije teretom i zauzvrat, smanjile bi se vozarine. Takva ideja imala je i očiti nedostatak: prikolice bi zauzimale dragocjen i skup brodski prostor, potkopavajući potencijalne uštede.

McLean je prodao svoju prijevozničku tvrtku 1956. Ubrzo nakon toga kupio je *Pan Atlantic Tanker Company* a tu tvrtku je kasnije preimenovao u *Sea-Land Shipping*. Shvativši da naftni tankeri putuju s praznim gornjim palubama, dodao im je čeličnu palubu te ih je počeo pretvarati u prve kontejnerske brodove na svijetu. 26. travnja 1956., preuređeni naftni tanker iz Drugog svjetskog rata *Ideal X* isplovio je iz Newarka (New Jersey) prema Houstonu (Texas) s 58 kontejnera na brodu (slika 1). To putovanje smatra se temeljem razvitka suvremenog kontejnerskog prijevoza.[3]



Slika 1 *Ideal X*, modificirani T2 tanker iz Drugog svjetskog rata

Izvor: https://www.wikidata.org/wiki/Q951927#/media/File:Ideal_X.jpg

Samo godinu dana kasnije 1957., McLean je bio spreman ići korak dalje. U svoju flotu uvodi Gateway City, brod koji je izvorno izgrađen kao tradicionalni brod za prijevoz rasutog tereta. Gateway City je bio revolucionarni brod, koji je postavio standarde koji se i danas koriste u suvremenom prijevozu kontejnera. Dok su kontejneri na Ideal X-u bili ukrcani i pričvršćeni na gornjoj palubi broda, Gateway City je bio opremljen sustavom čelija sa vodicama u skladištima. Vertikalne strukture vodilica, omogućile su da se kontejneri mogu ukrcati i osigurati u skladištima, ispod glavne palube. Na nekim modernim kontejnerskim brodovima takav sustav vodilica koristi se i iznad palube. Sustav sa vodicama učinio je transport sigurnijim, a ukrcaj i iskrcaj s brodova mnogo bržim. Budući da ondašnje luke nisu imale adekvatne dizalice za prekrcaj kontejnera, Gateway City imao je ugrađen vlastiti skup portalnih dizalica (Slika 2). Tehnička izvedba Gateway City-ja pokazala se izuzetno uspješnom, tako da je *SeaLand* ubrzo kupio 5 istih brodova blizanaca C2-C-klase, te ih je modificirao isto kao i Gateway City. I danas, 65 godina nakon prvog putovanja Gateway City-a, gotovo svi kontejnerski brodovi koriste isti sustav vodilica. [4]



Slika 2 Gatwey City

Izvor: <https://www.facebook.com/immhh/photos/a.152690961463558/2482283818504249/>

McLean osim što je razvio moderni intermodalni brodski kontejner, te time revolucionirao promet i međunarodnu trgovinu, također je shvatio da u kontejnerizaciji osim brodova, svaki dio sustava mora biti posebno razvijen kako bi se izvukla maksimalna učinkovitost kontejnerizacije. To je uključivalo potrebu za razvojem specijaliziranih kontejnerskih luka. Za razliku od ondašnjih tradicionalnih velikih gradskih luka, novi kontejnerski terminali zahtijevali su nove pristanišne dizalice, a ujedno je prestala potreba za mnogobrojnim lučkim radnicima. Kontejneri su trebali biti složeni na otvorenom, a ne pohranjeni u skladištima. Kontejnerskim lukama također je bio potreban izravan pristup autocestama i željezničkim prugama

1962., Lučka uprava New Yorka i New Jersey otvorila je prvu kontejnersku luku na svijetu, Elizabeth Marine Terminal. U travnju 1966., brod Fairland otputovao je iz New Jersey na prvo putovanje preko Atlantika u Rotterdam s 236 kontejnera na brodu. Ukoliko se u putovanje Fairland-a zbroje: vrijeme ukrcanja, plovidba do Rotterdama te vrijeme iskrcanja, brod je obavio putovanje četiri tjedna brže, od bilo kojeg prethodnog broda na istoj ruti. [5]

Iako je kontejnerski promet idućih desetak godina postepeno rastao, tek će izbijanje Vijetnamskog rata kasnih 1960-ih, dovesti do ubrzanog porasta kontejnerskog prijevoza. Izbijanje rata u Vijetnamu, zahtijevalo je brzu dostavu vojne opreme američkoj vojsci stacioniranoj u Vijetnamu. Za rješenje tog problema, američka vlada odabrala je McLean-a. Njegovi kontejneri nakon što bi se ukrcali, zatvorili i zapečatili, ukrcali bi se na kamione te bi se prevezli do američkih luka za ukrcaj na brod. U lukama iskrcanja kontejneri se ponovo ukrcavaju na kamione, te se tako dostavljaju vojnicima. Ispraznjeni kontejneri korišteni su za prijevoz robe iz luka u Japanu, natrag za SAD. Bila je to „win win“ situacija za McLean-a. U 1968/69 ugovor s američkom vojskom, donosio je 40% prihoda *Sea-Land-a*. [6]

2.2. RAZVOJ KONTEJNERIZACIJE

Počeci razvoja globalne kontejnerizacije nisu bili jednostavni iz više razloga. Najveći problem bila je standardizacija kontejnera. Prvi kontejneri koji su se koristili u pomorskom prijevozu, nisu bili standardizirani na globalnoj razini. Originalni McLean-ovi kontejneri bili su 8 stopa široki, 8 stopa i šest inča visoki, 35 stopa dugi. Dimenzije njegovih kontejnera bile su uvjetovane zakonskim propisima države New Jersey o veličini traktorskih prikolica. Glavni problem pokušaja standardizacije kontejnera bio je taj, što se kontejner prevozio različitim prijevoznim sredstvima, koja su svaka za sebe imale svoje posebne norme, koje su se razlikovale od države do države.

Isto tako svaki brodar koji je kretao u prijevoz robe kontejnerima, naručivao je onu vrstu kontejnera koji su odgovarali njegovom poslovanju. Svaka vrsta kontejnera imala je drugačiji dizajn kutnih okova, pa je dizalicama trebala raznolika oprema, kako bi mogle podići i ukrcati kontejner. Ako je npr. tvornica pakirala pošiljku u kontejnere jednog brodarka, roba je morala čekati za ukrcaj na jednom od brodova tog brodarka i na kraju, mogla se isporučiti samo u luke prema kojima je taj brodark održavao liniju.

1955. godine uveden je mehanizam za zaključavanje s uvrtnjem na svakom od četiri ugla kontejnera – zakretne brave (*engl. twist lock*). Nakon ulaska u otvore kontejnera brave se zaokreću za 90° te na taj način zaključavaju kontejner a montirane su na hvatačima kontejnera

(engl. spreader). Hvatači kontejnera pričvršćeni su na dizalice. Ovaj mehanizam je omogućio da se kontejner lako zahvati, podigne pomoću dizalica i ukrca na brod.[⁷]

Nakon dugotrajnih pregovora, između europskih i američkih željeznica, cestovnih transportnih tvrtki i međunarodnih brodarskih tvrtki, problem je riješen nakon što je McLean pristao da se Sea-Land-ovi patentni mogu koristiti bez naknade, kako bi svaki kontejner u svakoj zemlji mogao koristiti iste kutne spojeve. To je, postepeno omogućilo da se standardizirani kontejner može ukrcati na bilo koji brod i da njime može manipulirati bilo koja dizalica u svakoj luci u svijetu. Postignuti kompromis doveo je do uvađanja ISO ² standarda.

Standardizacija dimenzija kontejnera dovela je do povećanja veličine brodova. Što je više kontejnera ukrcano na brodu, to više brodar zarađuje na svakom putovanju. Brodovi više nisu morali posjedovati vlastite dizalice a luke su mogle investirati u prekrcajna i prijevozno-prekrcajna sredstva koja su određena ISO standardom. Vrlo brzo nakon toga, koncept kontejnerizacije je globalno prihvaćen u zajedničkoj konvenciji Međunarodne pomorske organizacije (IMO) i Ujedinjenih naroda.

Kontejnerski prijevoz koji je prvi put uveden u SAD-u tijekom 1960-ih, proširio se na brodske rute između SAD-a i Europe te Japana u kasnim 1960-im i ranim 1970-ima.

Zemlje u razvoju započinju s razvitkom kontejnerizacije tek od kasnih 1970-ih, prvenstveno zbog toga što su hitjele izbjeći početne visoke troškove modernizacije svojih luka.

Dodatni razlog koji je odbijao nerazvijene zemlje u razvoj kontejnerizacije bio je mali obujam kontejnerskog prometa. U zemljama u kojima ima malo kapitala, a puno radne snage, kapitalni troškovi izgradnje kontejnerske luke bili su relativno visoki a ušteta u troškovima rada relativno niska. Zbog toga se kontejnerski promet u početku uspostavio u međusobnoj trgovini između najrazvijenijih država.

„Promjene koje su zadesile svjetsko gospodarstvo prebacivanjem industrijske proizvodnje u zemlje s jeftinijom radnom snagom, uvjetovale su pojavu novih luka. Takve se luke uglavnom javljaju u području Jugoistočne Azije i luka Dalekog istoka. U cilju povezivanja kontejnerskih terminala, a na osnovi njihovog položaja brodarske kompanije otvaraju posebne kontejnerske linije. Stoga i danas možemo govoriti o najjačim kontejnerskim linijama koje povezuju Daleki istok i Europu, a tek nakon toga dolaze linije Daleki istok – Sjeverna Amerika, Europa – Sjeverna Europa.“ [⁸]

² ISO (International Organization for Standardization) - Međunarodna organizacija za standardizaciju

3. KONTEJNER KAO SREDSTVO OBJEDINJAVANJA TERETA

Najčešće korišteni kontejneri u pomorskom prijevozu su dužine od 20 i 40 stopa, širine 8 stopa i visine 8,6 stopa.

Na osnovu 20-stopnog kontejnera proizašla je i prostorna standardna jedinica za kapacitet kontejnerskih brodova ili terminala – TEU³ a na osnovu 40-stopnog kontejnera FEU⁴, jedinica ekvivalent 40-stopnoga kontejnera

3.1. ISO STANDARDI

U poglavlju 2.1. spomenuta je važnost standardizacije kontejnera za prijevoz kontejnera morem. Kontejneri koji se koriste za intermodalni prijevoz tereta proizvedeni su prema specifikacijama i propisima Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) i prilagođeni su za sve načina prijevoza: pomorski, cestovni, željeznica i zračni transport.

ISO je federacija nacionalnih normiranih tijela. Izdavanjem normi pomaže razvoju gospodarstva i uklanjanje prepreke u međunarodnoj trgovini. Rad na pripremi međunarodnih standarda obično se obavlja preko ISO tehničkih odbora. Svaki član ISO-a zainteresiran za pojedini predmet za koji je osnovan tehnički odbor ima pravo da bude zastupljen u tom odboru. U radu tehničkog odbora sudjeluju međunarodne vladine i nevladine organizacije. Hrvatski zavod za norme je neovisna i neprofitna javna ustanova osnovana kao nacionalno normirno tijelo Republike Hrvatske i član je ISO-a.[⁹]

Početkom 1960-ih ISO je postavio standardne veličine za transportne kontejnere, označavajući ih kao transportne kontejnere serije 1. 1968. godine uveden je ISO 668 standard koji je odredio dimenzije kontejnera koje i danas koristimo. ISO je definirao teretni transportni kontejner kako slijedi: [¹⁰]

a) mora biti trajan i prema tome dovoljno čvrst da bude prikladan za ponovnu upotrebu;

b) potrebno je da je posebno dizajniran da olakša prijevoz robe jednim ili više načina prijevoza, bez međupretovara;

c) mora biti opremljen uređajima koji dopuštaju njegovo lako rukovanje, posebno prijenos s jednog načina prijevoza na drugi;

³ TEU (*engl. Twenty-foot equivalent unit*) - jedinica ekvivalent 20-stopnoga kontejnera

⁴ FEU (*engl. Forty Foot Equivalent Unit*) - jedinica ekvivalent 40-stopnoga kontejnera

d) mora biti dizajnirani tako da se lako puni i prazni;

e) potrebno je da mu je unutarnji volumen najmanje 1 m³ (35,3 ft³)

Slično poput ISO-a kontejner je definirala i "Međunarodna konvencija o sigurnosti kontejnera (CSC)"⁵ pod nadzorom IMO-a⁶. U principu, jedina razlika između definicija CSC-a i ISO standarda je ta, što CSC predviđa površinu kontejnera od najmanje 14 m² ili 7 m², kao funkciju uglovnica, dok ISO određuje da su spremnici s volumenom od 1 m³ ili više kontejneri.

Najvažnije ISO norme koje su globalno standardizirale kontejnerske dimenzije jesu:[¹¹]

➤ - **ISSO 668:** - Ovaj standard je najvažniji jer uspostavlja klasifikaciju svih vanjskih dimenzijama kontejnera serije 1, uključujući i neke unutarnje dimenzije te pozicioniranje uglovnica i dimenzije vrata. Unutarnje dimenzije svake vrste pojedinih kontejnera definirane su u ISO 1496 standardu. ISSO 668 također određuje najveću prihvatljivu bruto masu (MGW)⁷ za svaku vrstu kontejnera. Ovi standardi su prvenstveno namijenjeni interkontinentalnom prijevozu kontejnera.

➤ **ISO 1161: – Kutni okovi – Specifikacije**

Ovaj standard je izuzetno bitan pošto sva naprezanja kontejnera prolaze kroz kutne okove. Njime se utvrđuju osnovne dimenzije kutnih okova te njihovi funkcionalni zahtjevi za čvrstoćom i otpornošću.

➤ **ISO 1496-1: Teretni kontejneri serije 1 — Specifikacije i testiranja — Dio 1: Kontejneri za opće terete**

Kako bi se zajamčila pouzdanost u radu kontejnera serije 1, svaki novi tip kontejnera se testira. Cilj ovog standarda je definirati prirodu svakog testa kao i modalitete provedbe..

➤ **ISSO 3874: Rukovanje i osiguranje**

Ovaj standard specificira metode rukovanja i podizanja kontejnera. Opisani su načini rukovanja i učvršćivanja za pune i prazne kontejnere. To je od velike važnosti s obzirom na porast veličine kontejnerskih brodova i potrebe za slaganjem sve više redova u visinu, na palubi.

➤ **ISO 6346: Kodiranje, identifikacija i označavanje**

Pružuje informacije o različitim oznakama koje se moraju nalaziti na kontejneru. Određuje identifikacijski sustav s obveznim oznakama za vizualnu identifikaciju i opcionalno, značajkama za automatsku identifikaciju i elektroničku razmjenu podataka te za sustav kodiranja podataka o veličini i vrsti kontejnera. Ova informacija je osobito

⁵ CSC (International Convention for Safe Containers) - Međunarodna konvencija o sigurnosti kontejnera

⁶ IMO (International Maritime Organization) - Međunarodna pomorska organizacija

⁷ MGW (Maximum Acceptable Gross Mass) - Najveća prihvatljiva bruto masa

važna za sigurnost, jer se neke informacije odnose na dimenzije ili mehaničku čvrstoću, koja će uvjetovati pozicioniranje kontejnera na brodu.

Temelj svih ovih propisa (normi) su zahtjevi veličine, čvrstoće i trajnosti koji će jamčiti da kontejner može izdržati ekstremna okruženja tijekom transporta, kao i da posjeduje strukturni integritet potreban za podizanje dizalicama ili drugom teškom opremom, te da su prikladni za sve modove prijevoza.

Najvažniji uvjeti koje ISO kontejneri moraju zadovoljavati jesu:[¹²]

- „otpornost kontejnera na udare prilikom prijevoza
- *minimalan otpor cjelokupne konstrukcije pri proporcionalnom opterećenju osnovice kontejnera*
- *otpornost kontejnera pri slaganju jednog kontejnera na drugi*
- *moraju imati opremu za manipuliranje i pričvršćivanje kontejnera na prijevozna sredstva*
- *unutarnja nepropustljivost kontejnera“*

3.2. KONSTRUKCIJA KONTEJNERA I PODJELA PREMA MATERIJALU GRADNJE

Standardni transportni kontejneri uglavnom se ne izrađuju od jednog materijala već od različitih kombinacija materijala. U standardnim transportnim kontejnerima nosivi dijelovi su izrađeni od čeličnih profila (Slika 3), odnosno opcijalno cijeli okvir uključujući donje poprečne nosače (Slika 4).



Slika 4 Osovni okvir kontejnera



Slika 3 Donji poprečni nosači i oslonci posa kontejnera

Izvor slika 3 i 4:

https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?/chb_e/stra/stra_03_01_00.html

Za čelone stjenke i krovove (Slika 5) koriste se tri glavne vrste materijala:[¹³]

- čelični valoviti lim
- aluminijski lim u kombinaciji s profilima za ukrućenje
- drvo (šperploča) s polyesterskim premazom ojačanim staklenim vlaknima

Na osnovu materijala izrade proizlazi podjela kontejnera na:

- **čelične** - kontejneri od čeličnog lima zaštićuju se od korozije bojanjem.
- **aluminijске** - izrađeni su ili od čistog aluminija ili u kombinaciji s unutarnjom oblogom od šperploče
- **kombinacija drvo i polyester** - u kontejnerima od šperploče vanjske stjenke su izrađene od šperploče obložene polyesterom. ojačanim staklenim vlaknima. Iako je drvo relativno skupo, ono ima značajne prednosti u odnosu na druge materijale: čvrsto je i elastično, ne udubljuje se, može se lako zamijeniti tijekom popravaka. Drvene daske uglavnom se koriste i za podove kontejnera platformi.



Slika 5 Bočne stijenke. Čelone stijenke i krov kontejnera

Izvor slika 5:

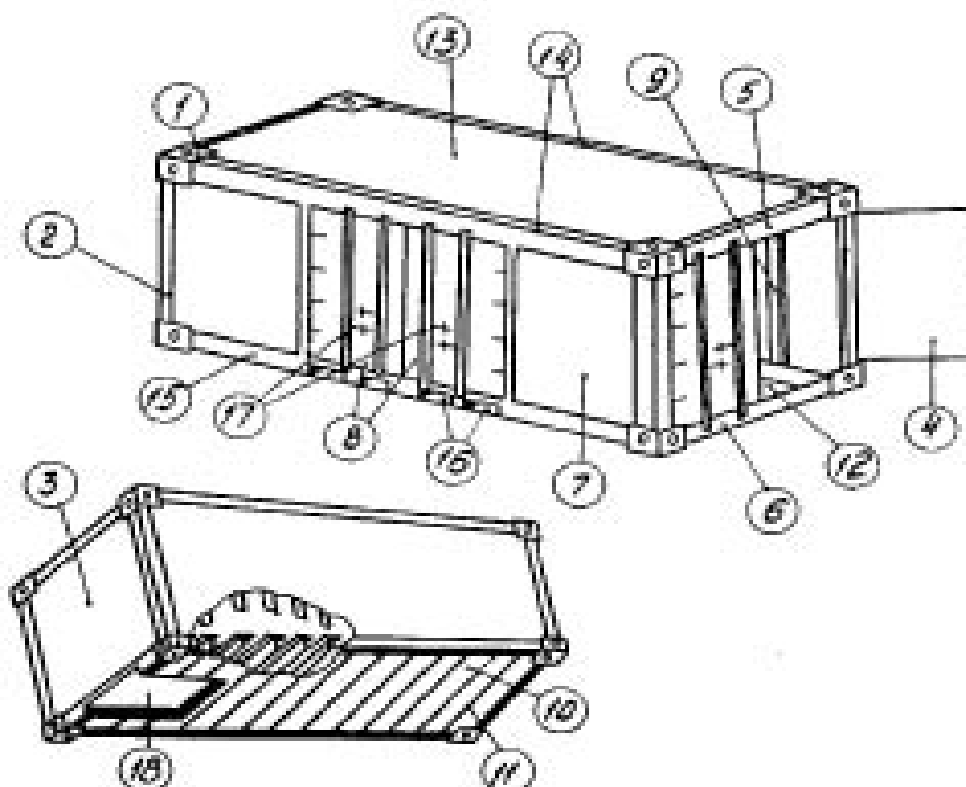
https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?/chb_e/stra/stra_03_01_00.html

Vrata kontejnera uobičajeno se izrađuju od jezgre od šperploče koja je obostrano obložena limom.

Posebna impregnacija protiv insekata ili drugih štetnika potrebna je za određena geografska područja i za pojedine vrste tereta.

Podovi ISO kontejnera moraju biti sposobni podnijeti ravnomjerno raspoređeni teret uključujući težinu viljuškara pri ukrcaju tereta. Viličari nosivosti od 2 metričke tone imaju osovinsko opterećenje od nešto manje od 5 metričkih tona kada su utovareni. Većina viličara od 2,5 metričke tone nosivosti, unutar je dopuštenog raspona kriterija koji se primjenjuju za viljuškare koji će ulaziti u kontejnere.^[13]

Aluminijски kontejneri imaju nešto manji volumen u odnosu na čelične kontejnere ali zato imaju veću nosivost. Čelični transportni kontejneri danas se najviše koriste dok su se ranije više koristili aluminijски kontejneri. Aluminijски kontejneri se uglavnom koriste za prijevoz rashladnih tereta zbog boljeg izolacijskog i toplinskog učinka u odnosu na čelične kontejnere.



Slika 6 Elementi konstrukcije kontejnera

Izvor Slika 6: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2018_07_69_1411.html

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Uglovnica | 10. Dno |
| 2. Kutna upora | 11. Poprečno rebro dna |
| 3. Čeona stjenka | 12. Pod |
| 4. Čeona vrata | 13. Krov |
| 5. Poprečni nosač | 14. Uzdužni nosači krova |
| 6. Poprečni nosač poda | 15. Uzdužni nosači poda |
| 7. Bočna stjenka | 16. Utori za zahvat viličarom (unutarnji – za prazan kontejner) |
| 8. Bočna vrata | 17. Polužje za zatvaranje vrata |
| 9. Bočno rebro | 18. Izrez za uporabu »gušćjeg vrata« |

3.3. TIPOVI KONTEJNERA

Prema DIN ISO 6346 iz siječnja 1996., može se napraviti razlika između sljedećih tipova: ^[13]

- **Kontejneri opće namjene-** Pojam standardni kontejner korišten je za prve kontejnere u njihovom osnovnom obliku. Kako su bili zatvoreni i prvenstveno su bili prikladni za ukrcaj

generalnog tereta, nazvani su kontejnerima opće namjene a nazivaju se još i kontejnerima za suhi teret ili sanduk (*engl. Box*) kontejneri. Uobičajeno su širine od 8' i imaju visinu od 8' 6". Postoje još i kontejneri koji imaju vanjsku visinu 9' 6" (*engl. high-cube*) (Slika 8).

U podgrupu kontejnera opće namjene uvrštavaju se:

- Kontejneri koji imaju pune otvore (vrata) na jednoj ili obje čeonne strane i na jednoj ili obje bočne strane (Slika 7).
- Kontejneri koji imaju pune otvore (vrata) na jednoj ili obje čeonne strane i djelomične otvore na jednoj ili obje bočne strane.



Slika 7 Kontejner sa čeonim i bočnim vratima



Slika 8 High cube (9' 6\") i 8' 6\" kontejneri

Izvor slika 7 i 8:

https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?/chb_e/stra/stra_03_01_00.html

➤ **Ventilacijski kontejneri**, po vanjskom izgledu, neznatno se razlikuju od suhih box kontejnerima. Imaju otvore za prirodnu ventilaciju, na dnu i na gornjoj strani kontejnera. Ottvori imaju zaštitu od kiše. Ventilirani kontejneri općenito se koriste za prijevoz tereta s povećanim sadržajem vlage, koji zahtijeva ventilaciju tijekom tranzita. Teret poput kave u zrnu, kakao zrna itd., prevozi se u ventiliranom kontejneru, pa se ventilacijski kontejneri nazivaju i kontejnerima za kavu “ *engl. Caffee container*”. Kontejneri s prirodnom ventilacijom koriste razliku tlaka, između unutarnjeg i vanjskog zraka za razmjenu zraka. Topli zrak se diže u kontejner i izlazi na vrhu kroz krovne ventilacijske trake. Hladniji vanjski zrak tada ulazi kroz podne ventilacijske trake.

Uz kontejnere sa prirodnom ventilacijom postoje i kontejneri sa mehaničkom ventilacijom. Kontejneri za mehaničku ventilaciju koriste ventilatore i zračne kanale i/ili ventilacijske klapne kako bi postigli potrebnu izmjenu zraka. Razlikuju se kontejneri s mehaničkom ventilacijom ugrađenom u kontejner i kontejneri s mehaničkom ventilacijom smješteni izvan kontejnera.

- **Poluotvoreni kontejneri** - Kontejneri otvorenog tipa (OS⁸) imaju čvrste čeonu zidove i čvrstu krovnu ploču. Kontejner se puni sa strane. Postoji više vrsti OS kontejnera zavisno od broja otvorenih stranica i načina zatvaranja stranica: klizna vrata, preklopne stranice... Idealni su za krcanje dužeg tereta ili paleta koje je potrebno strojno utovariti. Kontejneri s otvorenim bočnim pristupom također su idealni za ukrcaj ISO tankova i bačvi. Ako su šipke postavljene preko jedne otvorene strane, kontejneri se mogu koristiti za prijevoz stoke.
- **Kontejner za rasuti teret** – postoji više izvedbi kontejnera za rasuti teret:
 - Kontejner sa otvorima na krovu za ukrcaj te sa otvorima pri dnu čeonih stranica za iskrcaj rasutog tereta. Izvana je identične konstrukcije kao box kontejneri. Iskrcaj se postiže silom gravitacije, potpomognutoj naginjanjem kontejnera.
 - Kontejner dizajniran za ukrcaj ili iskrcaj na jednoj ili obje čeonu strane.
 - Tank kontejner za rasuti teret dizajnirani za intermodalni prijevoz cementa, letećeg pepela (*engl. Fly Ash*), vapna ili žbuke.



Slika 10 Kontejner za rasuti teret sa otvorima za ukrcaj na krovu



Slika 9 kontejner za rasuti teret sa otvorima za ukrcaj i iskrcaj na čeonju stijenci

Izvor:

<https://longtengindustrial.en.made-in-china.com/product/aXGJVZjUghrL/China-Top-Loading-Steel-Floor-20FT-Dry-Bulk-Container.html>

- **Termalni kontejneri** – dijelimo ih na: izolacijske kontejnere, rashladne (*engl. frigo*) kontejnere i rashladno-grijane kontejnere.

Izolacijski transportni kontejneri uglavnom imaju dvostruke stjenke pa im je zbog debljine zidova skladišni prostor manji u odnosu na box kontejnere. Komore između stjenki su vakumizirane kako bi se spriječio prijenos topline i hladnoće između unutrašnjosti i eksterijera. Unutrašnji zidovi su obloženi izolacijskim materijalima. Unutrašnjost je potpuno zatvorena

⁸ OS (Open-sided containers) – Kontejneri otvorenih bočnih strana

kako bi se izbjegla kondenzacija i vlaga. Izolacijski kontejner održava stalnu temperaturu, ali nema instaliran aktivni rashladni sustav. Pogodni su za prijevoz rashlađene i smrznute robe, kao i temperaturno osjetljivih materijala i proizvoda.

Iako se oslanjaju na ista svojstva, razlika između izolacijskog i rashladnog kontejnera je u tome što rashladni kontejner ima motor (kompresor), te je za njegov rad potreban izvor električne energije poput generatora na brodu. Izolacijski kontejner održava stalnu temperaturu, ali je bez aktivnog rashladnog sustava. Rashladni kontejner omogućuje preciznu kontrolu temperature unutar kontejnera pa drži robu hladnom, smrznutom ili na određenoj temperaturi tijekom prijevoza na velikim udaljenostima. Izolacijski kontejneri se često koriste na maloprodajnom tržištu ili na kraćim putovanjima. Proizvodi s duljim rokom trajanja, poput luka ili krumpira, mogu se prevoziti i izolacijskim kontejnerima na većim udaljenostima.

- **Kontejneri s otvorenim krovom** (*engl. open top container*) – prikladni su za sve vrste generalnog tereta, a posebno za teške terete i terete prekomjerne (*engl. overheight*) visine. Budući da im se krovovi mogu otvoriti, mogu se puniti i odozgo. Imaju barem jedna vrata na čeonim stjenkama, a krovovi im se mogu otvoriti ili skinuti. Krovni pokrov se sastoji od cerade oslonjene na krovne lukove ili od čvrstog, potpuno uklonjivog tvrdog krova.
- **Platformski kontejneri** (*engl. flat containers*) – su ISO kontejneri koji se koriste za terete koje je nemoguće ukrcati u box kontejner. To mogu biti: cijevi, kabeli, namotani čelični limovi (zavojnice) ili teški strojevi. Platforme se sastoje od čeličnim limom ili daskom ojačanih podova. Nemaju bočne stjenke, ali mogu imati fiksne ili danas uobičajene sklopive čeonice stjenke. Kontejneri sa bočnim stijenkama nazivaju se „*Flatracks*“ Za pričvršćivanje tereta predviđen je veliki broj točaka za pričvršćivanje; to mogu biti zavarene ili udubljene ušice ili prsteni za pričvršćivanje. Kada su prazne, platforme se slažu jedna na drugu. Time se štedi na prostoru tijekom prijevoza. Nakrcane platforme ne mogu se slagati jedna na drugu, one se ukrcavaju na brod na najgornji red skladišta ili palube.
- **Kontejneri cisterne** - Izrađeni su u skladu s ISO standardizacijom. Certificirani su i za prijevoz opasnih tereta po IMDG⁹ kodu. Sastoje se od cilindričnih tankova montiranih u pravokutni čelični okvir. Imaju stjenke od nehrđajućeg čelika koje su obložene izolacijskim materijalom: plastikom ojačanom staklom (stakloplastikom) ili aluminijem. Obično se koriste za transport komprimiranih ukapljenih plinova, tekućina, kemikalija ili rasutih materijala... Debljina stjenki tanka varira ovisno o namjeni kontejnera i određena je radnim tlakom. Većina tankova ima sistem za unutrašnje zagrijavanje proizvoda kako bi se

⁹ IMDG kod (*engl. The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code*)

omogućio njegov lakši protok. Zagrijavanje se vrši propuštanjem pare kroz cijevi pričvršćene na kontejneru ili električnim sustavom grijanja. Zavisno od namjene, tankovi mogu imati rashladni sustav za zahlađenje ili gumenu oblogu ukoliko su namijenjene za korozivan teret. Tankovi mogu imati 2 ili više spremnika. Tankovi za transport plinova dizajnirani su da budu pod tlakom. Tankovi za prijevoz rasutog tereta (praha) ili tekućina koje lako cirkuliraju pri normalnim temperaturama nemaju potrebu za sustavima za grijanje/hlađenje ili izolaciju.

COMMONLY USED CONTAINER TYPES				
				
DRY CONTAINERS	REEFER CONTAINERS	OPEN TOP CONTAINERS	FLAT RACK CONTAINERS	ISO TANK CONTAINERS
Suitable for dry cargoes. Sizes: 20 Ft / 40Ft / 45Ft & 40Ft HQ	Suitable for temperature controlled cargoes. Mainly used for food items. Sizes: 20 Ft / 40Ft / 45Ft & 40Ft HQ	Suitable for over-height cargoes. Sizes: 20 Ft & 40Ft	Suitable for project/ over sized cargoes. Sizes: 20 Ft & 40Ft	Suitable for liquid products. Sizes: 21,000 L / 24,000 L / 25,000 L & 26,000 L

Slika 11 Najčešće korištene vrste kontejnera

Izvor: https://pbs.twimg.com/media/DS8ZSf_WkAA0frZ.jpg

4. BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA

Kontejnerski brod je teretni brod specijalno dizajniran za prijevoz tereta u kontejnerima koji su pogodni za prijevoz u svim modovima transporta, bez potrebe za prekrcajem tereta. Takva tehnika prijevoza naziva se kontejnerizacija.

Svrha kontejnerskog broda u lancu opskrbe je povezivanje globalnog gospodarstva. Kontejnerski brodovi najvažniji su i najskuplji dio kontejnerizacije, te pružaju glavnu fizičku vezu između proizvoda proizvedenih na međunarodnoj razini i kupaca koji ih koriste.

4.1. KATEGORIJE KONTEJNERSKIH BRODOVA

„Kontejneri se mogu prevoziti morem sljedećim kategorijama brodova:[¹⁴]

- *namjenskim brodovima za prijevoz kontejnera*
- *polukontejnerskim brodovima*
- *brodovima za prijevoz klasičnog generalnog tereta*
- *brodovima mješovitog tipa“*

„Navedene kategorije brodova se općenito razlikuju:

- *prema konstrukcijskim obilježjima*
- *opremljenosti prekrcajnom opremom*
- *primjenjivom tehnologijom prekrcaja*
- *načinom odvijanja servisa“*

4.1.1. Polukontejnerski brodovi (engl. semi container ships)

Polukontejnerski brodovi prikladni su za prijevoz uobičajenih generalnih tereta i kontejnera. Dimenzije skladišta, mogućnosti ukrcaja na palubi, nosivost dizalica, opremljenost opremom za učvršćivanje itd. prilagođeni su prijevozu standardnih kontejnera.

Prostori za ukrcaj tereta konstruirani su sa po jednim skladišnim prostorom (engl. lower hold) i jednim međupalubljem (engl. tween deck). Kontejneri se mogu slagati i na poklopce grotla skladišta. Poklopci skladišta i međupalublja općenito se otvaraju/zatvaraju mehanički.

„Nosivost palubnih površina i površina skladišnih prostora predviđena su u pravilu za ukrcaj do četire visine kontejnera (nosivost po kontejnerskoj poziciji približno 75 t/m²)“ [¹⁴]

Razvijanjem namjenskih kontejnerskih brodova i širenjem kontjnerizacije, postepeno se napuštala izgradnja polukontejnerskih brodova zbog njihove neekonomičnosti. Iako je njihovih vremenski obrt bio puno manji u odnosu na brodove za generalni teret, iznosio je puno više u odnosu na namjenske kontejnerske brodove. Povrh toga, kod brodova sličnih dimenzija, izgradnja polukontejnerskog broda bila je skuplja u odnosu na namjenski kontejnerski brod a njegov kapacitet izražen u TEU-ima bio je značajno manji.



Slika 12 Mathilde Maersk, 1974. god., klasificiran kao polukontejnerski brod kapaciteta 628 TEU-a

Izvor: Maersk Line

4.1.2. Brodovi za prijevoz klasičnog generalnog tereta

Pojam "brod za prijevoz generalnog tereta" obuhvaća mnogo različitih dizajna brodova koji se ne uklapaju u druge specijaliziranije tipove teretnih brodova. Brodovi za generalni teret nisu specijalizirani za prijevoz samo suhih tereta, samo kontejnera ili samo teškog tereta, ali imaju fleksibilnost za prijevoz bilo koje od ovih vrsta tereta.

Pristup prostorima skladištima omogućen je otvorima na palubi – grotlima. Poklopci grotla od drveta ili čelika, kao u većini modernih brodova, služe za zatvaranje otvora grotla kada je brod na moru. Poklopci grotla su vodonepropusni i postavljeni su na određenoj udaljenosti od gornje ili vremenske palube (*engl. weather deck*) kako bi se smanjio rizik od propuštanja vode prilikom nevremena. Prostori za ukrcaj tereta dizajnirani su sa jednim skladištem ili kombinacijom skladišta i više međupalublja. Veća fleksibilnost u ukrcaju i iskrcaju, zajedno s separiranjem tereta i poboljšanom stabilnošću, moguća je korištenjem međupalubnih prostora. Za rukovanje teretom koriste se različite kombinacije samarica, vitla i palubnih dizalica. Manipulacije teretom su spore, pa borave duže u lukama.

Prema konstrukcijskim obilježjima razlikujemo suvremene i klasične brodove za prijevoz generalnog tereta.

Klasični brodovi za prijevoz generalnog tereta – koristili su se u početku ere kontejnerizacije i za prijevoz kontejnera. Uobičajeno, nadgrađe i strojarnica bili su na sredini broda. Kasnije se nadgrađa pomiču po krmi. Ispred i iza nadgrađa bila su skladišta najčešće sa po dva međupalublja. Imali su uske otvore grotla skladišta, a to je dozvoljavalo ukrcaj kontejnera na dna skladišta samo proporcionalno otvoru grotla. U krila skladišta ili međupalublja, u koja se nisu mogli krcati kontejneri, krcale bi se druge vrste generalnog tereta. Kontejneri bi se ukrcivali u skladišta tako da se ispod njih polože daske. Time bi se umanjilo klizanje, izbjegavanjem ukrcaja metal na metal. Kontejneri su se učvršćivali klasičnom opremom: čelik čela, škopci, pritezivači... Pošto su grotla skladišta bila uska, širina glavne palube omogućavala je ukrcaj kontejnera i na glavnu palubu i na poklopce grotla.

Moderni brod za prijevoz generalnog tereta - dizajnirani su za prijevoz različitih vrsta tereta. U pravilu građeni kao brodovi s dvostrukom oplatom. Pošto se pojedinačni teret manjih dimenzija: bale, kutije, sanduci... danas prevoze uglavnom u kontejnerima, moderni brodovi za prijevoz generalnog tereta uobičajeno prevoze metalne kolutove, čelične nosače, konstrukcijski čelik, tešku ili vangabaritnu robu nepogodnu za ukrcaj u kontejnere, građevinsku opremu, vozila i kontejnere.

Osim opreme koja ih čini prikladnima za prijevoz generalnih tereta, općenito imaju i prekrcajnu opremu i prostore koji im omogućuju smještaj kontejnera. Takvi brodovi su otvorene konstrukcije, tj. površina grotla je vrlo velika u odnosu na površinu palube. To omogućuje da dizalice mogu dobiti izravan pristup kontejnerima ukrcanim u skladištima. Isto vrijedi i za generalni teret, pristup dizalicama je olakšan u tolikoj mjeri da se uglavnom može izbjeći odlaganje ispod palube.



Slika 13 Moderni brod za prijevoz generalnog tereta, nosivost svake dizalice je 25 T

Izvor:

https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180320_114730_dmohovic_2._Tehnologija_prijevoza_generalnih_i_specijalnih_tereta_more.pdf

Na osnovu opisa modernog broda za prijevoz generalnog tereta (višenamjenskog broda) uočava se sličnost sa opisom polukontejnerskog broda. Preuredivi višenamjenski brodovi opremljeni su sa prenosivom kontejnerskom opremom koja se može prilagoditi u razne svrhe dok polukontejnerski brodovi imaju stalnu opremu za prijevoz kontejnera. U osnovi i jedan i drugi građeni su i opremljeni i za prijevoz generalnog tereta i za prijevoz kontejnera.[¹⁵]

4.1.3. Brodovi mješovitog tipa

Brodovi za prijevoz kontejnera mješovitog tipa, koriste dvije tehnologije prekrcaja.

U ovu kategoriju se prvenstveno ubrajaju: RO-RO kontejnerski brod, putničko kontejnerski brod, brod za prijevoz rasutog tereta i kontejnera. Mješoviti brodovi opremljeni su opremom za učvršćenje kontejnera. Mogu imati vlastitu prekrcajnu opremu. Osnovna prednost takvih tipova brodova je u boljoj iskoristivosti kapaciteta, prvenstveno prostora otvorene palube.

Brod za prijevoz rasutog tereta i kontejnera (engl. ConBulk) - U brodogradnji, pojam „ConBulk“ brod označava podvrstu otvorenog višenamjenskog broda za prijevoz rasutih tereta, a u smislu operativnog rada, svojevrsni hibrid između namjenskih kontejnerskih brodova i brodova za rasute terete. Oblik trupa ConBulk-a je općenito puniji, a brzina im je manja u odnosu na brzine namjenskih kontejnerskih brodova. Zbog veće potrebne fleksibilnosti, skladišni prostori za teret dizajnirani su u obliku kutije bez podkonstrukcije-međupalublja, a samo nekoliko takvih brodova, opremljeno je s vodilicama. Za rukovanje teretom, Conbulk-eri obično su opremljeni klasičnim dizalicama ili portalnim dizalicama.

Tipični conbulk-er tereti, uz rasutu robu i kontejnere, mogu biti: projektni tereti, drvo, celuloza.... Uobičajeno se zapošljavaju u tramp servisima a izuzetno rijetko kao linijski prijevoznik. Conbulk-eri s ojačanom palubom skladišta iznad dvodna, također se nazivaju OBC brodovi (engl. **O-re B-ulk C-ontainer**). Razlog potrebe za ojačanom konstrukcijom je u tome što su konstrukcija skladišta i poklopci grotla na klasičnim brodovima za rasute terete, dizajnirani uglavnom za prijevoz rasutih tereta. Ukupna snaga konstrukcije dovoljna je samo za relativno lagane kontejnere. OBC brodovi uobičajeno su dizajnirani za prijevoz rasutih tereta i kontejnera, a ako se obadvije vrste tereta prevoze istovremeno, odvajaju se u odvojena skladišta. Zahtijevaju poseban dizajn i skupi su. Prevladavali su 1970-ih, ali se njihov broj smanjio od 1990. godine.

U današnjoj globalnoj trgovini zbog nejednakog uvoza i izvoza, luke u kojima dominira uvoz, akumuliraju velike količine praznih kontejnera, dok luke u kojima dominira izvoz imaju manjak praznih kontejnera. To zahtijeva premještanje praznih kontejnera, s jednog na drugo tržište, a to je moguće jedino pomorskim prijevozom. Mnogi brodari koji nakon iskrcaja rasutog tereta prolaze oceanskim rutama prazni, pokušavaju da prijevozom uglavnom praznih kontejnera, povećaju svoju rentabilnost. Da bi to ostvarili potrebno je da zadovolje neke zahtjeve, prvenstveno da posjeduju potrebnu opremu za učvršćivanje tereta i zadovoljavajuću čvrstoću konstrukcije, te da brod posjeduje dokumentaciju odobrenu od klasifikacijskog zavoda o prijevozu kontejnera. Pod provjerom čvrstoće konstrukcije, podrazumijeva se da treba provjeriti strukturnu čvrstoću palube skladišta – iznad dvodna i čvrstoću poklopaca grotla. To je potrebno kako bi se osiguralo da zajednička težina ukrcanih blokova kontejnera, ne prelazi maksimalno dopušteno opterećenje izraženo u MT/m².



Slika 14. m/s CAST CARIBOU, izgrađen 1981. god. u brodogradilištu Treći Maj u Rijeci, ima 7 skladišta a kontejnere može prevoziti u skladištima br. 2, 4 i 6.

Izvor: <http://hb.hr/wp-content/uploads/2014/12/bulk.pdf>

RO/RO kontejnerski brod- (*engl. ConRo*) - kombiniraju značajke i tradicionalnog kontejnerskog broda i RoRo broda. Mogu krcati i slagati kontejnere: putem rampi, roll-on/roll-off (RO-RO) metodom ili korištenjem dizalica lift-on/lift-off (LO-LO) metodom pa se nazivaju još i RO/RO-LO/LO brodovi (*engl. Ro/ro-lo/lo carriers*). U skladu s tim, takvi brodovi također imaju otvore na gornjoj palubi. Zavisno od konstrukcije broda, otvori skladišta mogu se protezati cijelom dužinom broda ili samo njegovim dijelom. [¹⁶]

Postoji više dizajna konstrukcije takvih brodova. Brod na slici 16, primjer je broda kojem je unutrašnjost broda ravnomjerno raspoređena za slaganje kontejnera i za ukrcaj vozila..

Ugrađene dizalice na brodu, omogućuju rukovanje kontejnerima u lukama bez opreme za manipulaciju teretom.



Slika 15 ConRo brod GRANDE ARGENTINA u vlasništvu kompanije Grimaldi Lines

Izvor: <https://www.container-xchange.com/wp-content/uploads/2019/04/ConRo-Ship.jpg>

Na takve brodove moguće je ugraditi raznovrsna ukrcajna sredstva, u vidu dizalica ili portalnih dizalica. U područjima s velikim količinama tereta, rukovanje kontejnerima obavlja se portalnim dizalicama na kopnu. Postoje različite konstrukcijske izvedbe uključujući brodove koji nemaju vlastitu opremu za ukrcaj i iskrcaj ili ConRo brodove na kojima se RO/RO teret ukrcava ispod palube, dok se kontejneri slažu na palubu.

RO-RO putnički brodovi (tzv. "obalni trajekti") - Trajekti su opremljeni za prijevoz putnika i RO-RO tereta, što može uključivati automobile, kamione, šasijske prikolice ili željeznička vozila. Kontejneri se utovaruju ili istovaruju samo neizravno, pomoću prikolica RO-RO metodom. Brodovi opremljeni sa više rampi: Krmenom, pramčanom i/ili bočnom, osiguravaju brže rukovanje teretom. Obično su dizajnirani samo s pomoćnim uređajima za ukrcaj koji nisu pogodni za iskrcaj težih tereta, uključujući i kontejnere. Mogu prevoziti i željeznička vozila, prikolice, šasijske ili druga cestovna vozila, a održavaju servise na vremenski kratkim linijama: Sjevernom moru, Baltiku i Mediteranu. Imaju pramčane potisnike koji osiguravaju brzo manevriranje pri privezu i odvezu broda. Manevriranje je često olakšano i ugradnjom nagibnih propelera. Trajekti su često simetrične strukture i njima se može upravljati

i pristajati i po pramcu i sa krmom. Posjeduju i posebne sustave za osiguranje/učvršćivanje tereta, ali se uglavnom koriste samo u lošim vremenskim uvjetima. [17]

Putničko kontejnerski brod - Nekada prije razvoja zračnog prometa bili su veoma česti, putnički linijski brodovi isto kao i teretno-putnički brodovi. Teretno-putničkim brodovima glavna djelatnost bila je prijevoz tereta, a prijevoz putnika bila je sporedna djelatnost.

Putničko-kontejnerski brodovi ne viđaju se često. Konstrukcijski polovica prostora na palubi namijenjena je prijevozu kontejnera, hrane, goriva i drugih zaliha. Druga polovica broda namijenjena je prijevozu putnika. Zavisno od dizajna broda, postoje brodovi sa teretnim prostorom ili po pramcu ili po krmu. To su uobičajeno kraći brodovi, namijenjeni obalnoj



Slika 16 Putničko-teretni brod ARANUI 5, 11448 BT, dužine 126.1 m plovidbi.

Izvor: <https://www.aranui.com/en/the-vessel/>

U kategoriju RO-RO-putničko-kontejnerskih brodova spada brod „Bella Desgagnes“ . izgrađen 2013.god. Gradnja je započeta u Kraljevici a nakon stečaja brodogradilišta dovršen je u Italiji. Brod je dug 95 metara, sastoji se od tri palube, 63 kabine, a može prevoziti 381 putnika i ukrcati 125 kontejnera. Postiže brzinu od 15 čvorova. Opremljen je dizalicom nosivosti 40 T. Brod ima prostor za teret po krmu. Za razliku od njega brod na slici (18) ima teretni prostor po pramcu. [18]

4.1.4. Namjenski kontejnerski brodovi

Namjenski kontejnerski brodovi dizajnirani su sa dvostrukim dvodnima i dvostrukom bočnom strukturom trupa (dvostrukom oplatom). Dvostruka oplata trupa kontejnerskog broda može spriječiti ulazak vode u slučaju oštećenja vanjske oplata npr. prilikom sudara. Isto tako

dvostruka bočna struktura trupa potrebna je kako bi se održala torzijska čvrstoća koja je smanjena velikim otvorima grotla.

Manji kontejnerski brodovi dizajnirani su s jednom strukturom trupa. Teretni dio kontejnerskog broda podijeljen je na skladišta koja su opremljena sustavom vodicica za neometan ukrcaj kontejnera unutar skladišnog prostora. Kontejneri se slažu i na poklopce otvora grotla i učvršćuju se posebnim sponama. Neki moderni brodovi ne koriste poklopce grotla a na palubi imaju sustav vodicica.

Vidljivost sa zapovjedničkog mosta važan je faktor koji treba imati u vidu pri konstrukciji kontejnerskih brodova. Nadgrađe i strojarnica kod starijih generacija kontejnerskih brodova nalazili su se na krmenom dijelu broda, ostavljajući maksimalnu duljinu punog broda za skladištenje kontejnera. Pošto su krmena nadgrađa osjetljiva na vibracije uzrokovane radom propelera, novije generacije kontejnerskih brodovi odmiču nadgrađa od krme prema sredini broda. Brodovi kojima je nadgrađe sa zapovjedničkim mostom postavljeno bliže sredini ili po pramcu broda, imaju manji slijepi sektor koji je redovito manji od propisanih 500 metara ili dviju dužina broda određenih Pravilom 22 u glavi V. SOLAS konvencije ¹⁰ – *Navigation bridge visibility*. Vidljivost sa zapovjedničkog mosta ograničavajući je faktor prilikom krcanja i slaganja kontejnera u visinu na palubi.[¹⁹]

Prvi i najbitniji aspekt dizajna bilo koje vrste broda je geometrija njegovog trupa. Linije trupa kontejnerskih brodova imaju karakterističan oblik koji je različit u odnosu na ostale vrste brodova. Vizualna usporedba trupa kontejnerskog broda s trupom broda za rasuti teret ili tankera za naftu pokazuje da trup kontejnerskog broda ima finiji/vitkiji oblik od druga dva. Pramčani i krmeni dio kontejnerskog broda su vitkiji, a ne puniji kao kod broda za rasuti teret ili tankera. Kontejnerski brodovi su vremenski vezani brodovi. Imaju vrlo kratko vrijeme obrta, odnosno vrijeme koje provedu u luci za ukrcaj i iskrcaj mora biti minimalno, kako bi se izbjegla kašnjenja u iduću luku koja bi poremetila unaprijed određeni raspored putovanja linijskog broдача. Da bi zadovoljili taj uslov kontejnerski brodovi moraju biti brzi. Kako bi se postigla velika brzina, otpor trupa treba minimizirati, što se postiže aerodinamičnijim oblikom trupa. Trupovi kontejnerskih brodova imaju nizak koeficijent istisnine, u rasponu od 0,6 do 0,7. (Tablica 2). Što je koeficijent istisnine veći, to je forma trupa punija, a što je manji, to je trup vitkiji. [²⁰]

¹⁰ SOLAS konvencija – (International Convention for the Safety of Life at Sea) - Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru.

Tablica 1 Koeficijent istisnine za trgovačke brodove

VRSTA BRODA	RASPON KOEFICJENTA ISTISNINE
Tanker, brod za rasuti teret	0.72 – 0.85
Kontejnerski brod	0.65 – 0.70
Ro-Ro brod	0.65 – 0.70

Izvor Tablica 1: Izradio autor prema <https://www.researchgate.net/figure/Block-Coefficient-Values-as-per-British-Standard-tbl4-325823985>

Kontejnerski brodovi uobičajeno su brži od većine brodova za opće terete, s brzinama do 30 čvorova. Veliki moderni kontejnerski brodovi mogu pristajati samo u najveće svjetske luke. Budući da su te luke opremljene dizalicama za prekrcaj kontejnera, na moderne kontejnerske brodove ne ugrađuju se dizalice. Manji kontejnerski brodovi (*engl. feeder ships*) koriste se na rutama za koje bi veliki brodovi bili neekonomični, te za prijevoz kontejnera iz velikih luka u manje luke. Budući da manje luke uobičajeno nemaju odgovarajuću opremu za rukovanje, feeder-i imaju mogućnost da sami prekrcaju vlastiti teret.

Središnji dio broda dizajnira se uzimajući u obzir više značajki koje uključuju: vrstu tereta, metode skladištenja koje će brod koristiti, kapacitet broda, itd. Tipičan dizajn središnjeg dijela kontejnerskog broda ima sljedeće karakteristike: ^[21]

- Svi kontejnerski brodovi imaju dvostruko dno, tako da se prostori s dvostrukim dnom mogu koristiti kao tankovi.
- Kontejnerski brodovi imaju uzdužne okvire zbog toga što promjenjivi uvjeti opterećenja često rezultiraju velikim momentima pregiba (*engl. hogging*) i progiba (*engl. sagging*), što rezultira visokim uzdužnim naprezanjem savijanja.
- Još jedna značajna geometrijska karakteristika kontejnerskih brodova je visoki prizmatični koeficijent oblika trupa. Oblik srednjeg dijela broda je gotovo pravokutnog oblika te ima visok koeficijent punoće glavnog rebra, u rasponu od 0,97 do 0,98. Trup je najvećim dijelom dužine broda gotovo pravokutan, kako bi se što veći broj kontejnera ukrcao ispod palube. Kontejnerski brodovi su jednostavne konstrukcije. Nisu opremljeni klasičnim otvorima grotla skladišta, nego su skladišta otvorenog „*box shape*“ oblika, pa prema tome nemaju kontinuiranu glavnu palubu koja se proteže punom širinom duž cijele dužine broda. Ova otvorena kutijasta struktura skladišta omogućuje jednostavno odlaganje kontejnera od palube dvodna do najviše razine iznad glavne palube (Slika 17). Jedine palube koje se

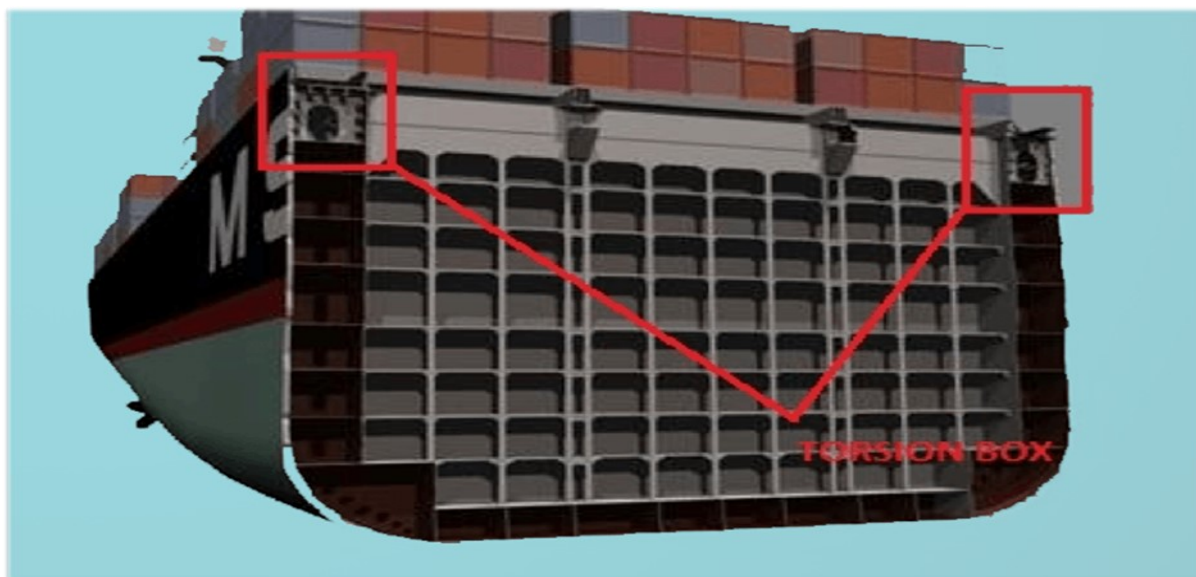
protežu cijelom dužinom su uske palube između dvostruke oplata broda a omogućuju prolaz duž cijele dužine broda.



Slika 17 Ukrcani kontejneri u skladištu i na palubi kontejnerskog broda

Izvor: <https://www.lifebeyondbordersblog.com/wp-content/uploads/2013/07/Container-hold-11.jpg>

- Budući da su otvorena kutijasta skladišta izložena vremenskim uslovima: utjecaju kiše i morske vode, kaljužni sustav je izuzetno važan kako bi se iskrcao višak tekućine iz skladišta. Skladišta za teret kontejnerskih brodova, imaju kaljužne zdence smještene na uglovima dna skladišta sa svake strane, lijevo i desno. Prisutnost otvora kaljužnih tankova (engl. manhole) više prema centralnoj uzdužnoj liniji broda, spriječila bi odlaganje kontejnera na kutu donje sekcije skladišta.
- Kod brodova s širokim otvorima skladišta poput kontejnerskih brodova, ne smiju se zanemariti opterećenja elementa konstrukcije izazvanog uvijanjem ili torzijom. „Uvijanje ili torzija je način opterećenja elementa konstrukcije kada oko neke njegove osi djeluju dva jednaka i suprotno usmjerena momenta (sprega)“^[22]. Kada je brod na moru, on je podvrgnut raznim opterećenjima valova koji rezultiraju periodičnim opterećenjima koja uzrokuje uvijanje trupa. Kako bi se spriječio efekt torzije na gornji dio dvostrukog trupa kontejnerskih brodova, ugrađuju se „torzijske kutije“ kojima je povećan poprečni presjek pregrada kako bi se osigurala torzijska krutost.



Slika 18 Torzijske pregrade

Izvor: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/torsion-box-on-ships/>

Kod kontejnerskih brodova koji u skladištima imaju vodilice, potrebno je da brod u toku trgovačkih operacija u luci bude neprestano u uspravnom položaju, u protivnom zbog prevelikog nagiba vodilica neće se moći obaviti ukrcaj i iskrcaj kontejnera u skladišta.

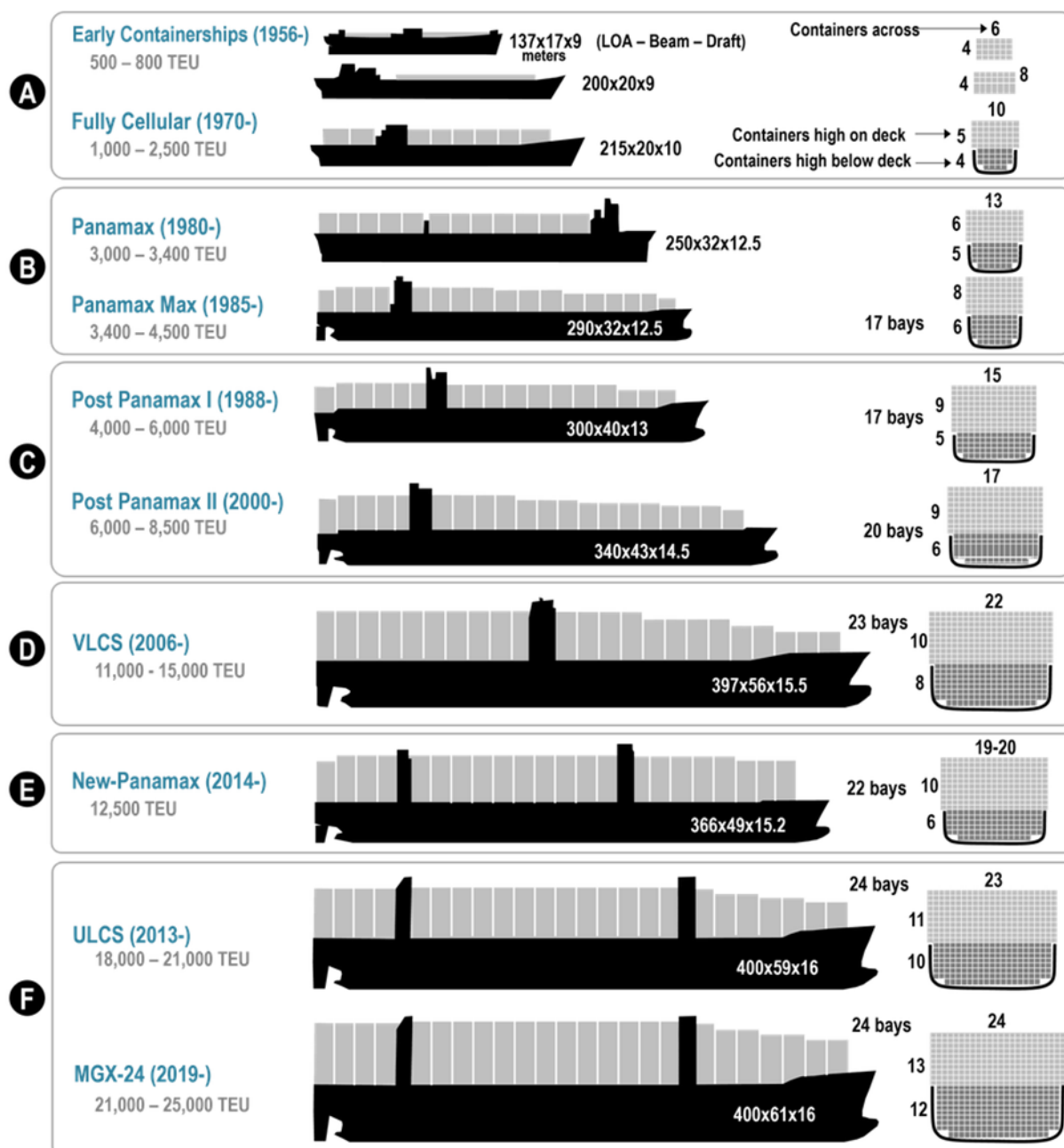
Kako bi se omogućile trgovačke operacije ukrcaja i iskrcaja kontejnera, potrebno je zadovoljiti dva uvjeta:

- „nagib broda u poprečnom smislu oko uzdužne osi najčešće ne smije biti veći od $0,5^\circ$,
- nagib broda u uzdužnom smislu oko poprečne osi ne smije biti veći od određene vrijednosti koja direktno ovisi o dužini i visini broda, odnosno visini slaganja kontejnera pod palubom“^[23]

Ovi uslovi postižu se djelomično pravilnim rasporedom rada dizalica a najviše korištenjem automatskog protunagibnog sustava broda (*engl. antiheeling system*). Korištenje samo dizalica, za održavanje broda uspravnim, bez ugrađenog nagibnog sustava, usporilo bi rad dizalica i produžilo boravak u luci. Tokom operacija ukrcaja i iskrcaja kontejnera, automatski protunagibni sustav održava brod u uspravnom položaju, prebacivanjem tekućina iz određenih tankova, sa jedne na drugu stranu broda. Tehnički to mora biti zaseban sustav s vlastitim cjevovodima, pumpama i ventilima, potpuno odvojen i neovisan o brodskom balastnom sustavu. Prema veličini broda, dimenzioniraju se bočni tankovi, promjer cjevovoda i kapacitet pumpi. Tankovi su smješteni u sredini, na krajnjim bočnim stranama broda, kako bi imali što manji utjecaj na trim, a kako bi ujedno proizveli što veći moment uspravljanja broda.^[22]

4.2. VRSTE KONTEJNERSKIH BRODOVA PREMA GENERACIJAMA RAZVOJA

Od početka kontejnerizacije sredinom 1950-ih, promjene dizajna kontejnerskih brodova pratle su zahtjeve tržišta i napredak tehnologije. Kontejnerski brodovi imali su generalno šest promjena dizajna (Slika 19), od kojih je od svake promjene dizajna proizašla nova generacija kontejnerskih brodova. Na osnovu generacija kontejnerskih brodova, proizašle su klase kontejnerskih brodova. Definicija klase kontejnera je funkcija gaza i povezanih kapaciteta u TEU-u te veličine broda.



Slika 19 Generacije kontejnerskih brodova

Izvor: https://transportgeography.org/?page_id=2232

4.2.1. Prva generacija kontejnerskih brodova

Prva generacija kontejnerkih brodova bili su preuređeni tankeri i brodovi za prijevoz rasutih tereta prenamijenjeni za prijevoz kontejnera (obrađeni u poglavlju 2.1). Takvi brodovi mogli su krcati kontejnere samo na palubi, dok je unutrašnjost brodova (skladišta, tankovi) bila i dalje rezervirana za druge terete. Imali su ugrađene dizalice pošto tadašnje luke nisu bile oremljene dizalicama za operacije prekrcaja kontejnera. U usporedbi sa brzinom današnjih modernih kontejnerskih brodova ti brodovi su bili značajno sporiji. [24]

Nakon što se je kontejnerski prijevoz počeo masovnije koristiti početkom 1970-ih, započelo se je sa prvim novogradnjama potpuno namjenskih kontejnerskih brodova - FCC (*engl. Fully Cellular Containership*). Takvi brodovi imali su ugrađene ćelije (vodilice), u koje se smještaju kontejneri, obuhvaćajući skoro čitavu širinu broda. Dizajnirani su bez dizalica kako bi se moglo prenijeti više kontejnera. Dizalice su danas ostale na nekim kontejnerskim brodovima namijenjenim za ticanja luka koje nemaju potrebnu lučku infrastrukturu da izvrše samostalno operacije ukrcaja i iskrcaja [25].

4.2.2. Druga generacija kontejnerskih brodova

Tijekom 1980-ih ekonomijom velikih brojeva (ekonomijom razmjera): što je veći kapacitet broda, to su niži troškovi po TEU, brzo je potaknuta izgradnja većih kontejnerskih brodova. Ograničenje veličine Panamskog kanala, postignuto „Panamax standard-om“, dopuštalo je izgradnju brodova kapaciteta do 3400 TEU-a. Nakon što je taj limit dosegnut, dizajni Panamax kontejnerskih brodova razvijali su se kako bi maksimalno iskoristili ograničenje kanala u širinu. Dimenzije Panamskog kanala, tako su rezultirale uskim i dugim dizajnom brodovima „Panamax Max“ generacije, kapaciteta 3400 – 4500 TEU-a. Maksimalan kapacitet od 4500 TEU-a postignut je isporukom broda „American New York“. [26]

4.2.3. Treća generacija kontejnerskih brodova

Izgradnja većih brodova od Panamax-a smatrala se poslovno rizična u smislu održavanja pomorskih linija, dodatne infrastrukture za rukovanje kontejnerima, kao i ograničenja gaza u lukama. Post Panamax klasa brodova kapaciteta preko 4500 TEU-a, uvedena je 1988. godine i bila je prva klasa kontejnera koja je premašila granicu širine Panamskog kanala od 32,2 m. Do 1996. kapacitet Post Panamax-a dosegao je 6.600 TEU-a. Prvi Post Panamax-a brodovi bili su podjednake dužine kao Panamax-i, ali su bili puno širi. a to ih je činilo učinkovitijim. Brodovi

veći od Panamaxa zahtijevaju značajnu količinu tereta kako bi profitabilno poslovali, a do kasnih 1990-ih, brzi rast globalne trgovine donio je potrebu za takvim brodovima. [27]

Nakon što je prag Panamaxa probijen, veličina kontejnerskih brodova brzo se povećala s kapacitetima koji su dosegli 8500 TEU (Post Panamax II). Dimenzije Post Panamax-a zahtjevale su dodatne troškove u poboljšanju infrastrukture luka, a kako bi pratile potrebe za dubljim gazom - od najmanje 13 metara i skupim kontejnerskim prekrcajnim mostovima, koji zahtijevaju veći doseg. Ograničenja gaza postala su čimbenik koji je vršio pritisak na luke da jaružaju prilaze lukama i pristaništa za prihvat Post Panamax kontejnerskih brodova

4.2.4. Četvrta generacija kontejnerskih brodova

Post Panamax III (ili Maersk-ova Triple E klasa), treća je generacija post panamax-a a pojavljuje se 2006. godine kada Maersk Line uvodi brodove kapaciteta od 11.000 do 14.500 TEU; takozvanu Emma Maersk klasu. Nazvali su ih „Veoma veliki kontejnerski brod“ (engl. VLCS Very Large Containerships) jer su veći od specifikacija proširenog Panamskog kanala. Ova nova klasa bila je još zahtjevnija za lučke infrastrukture jer je njihov gaz prelazio 15 metara i širinu od 22 kontejnera. Broj kontejnerskih terminala u koje mogu pristajati VLCS brodovi je ograničen.

4.2.5. Peta generacija kontejnerskih brodova

„New-Panamax“ ili „Neo-Panamax“ (NPX) kontejnerski brodovi – brodovi dizajnirani su da uđu u ustave (engl. lock) proširenog Panamskog kanala. Rekonstrukcija kanala završena je u lipnju 2016. NPX brodovi dosegli su kapacitet od oko 12.500 TEU. Postoji nekoliko dizajna NPX-a sa dimenzijama od 17 do 22 bay-eva u duljinu i 19 ili 20 redova u širinu. Neo-Panamax brodovi definirali su specifičnu klasu brodova koja može opsluživati Ameriku i Karibe, bilo iz Europe ili Azije.

4.2.6 Šesta generacija kontejnerskih brodova

Dodatna ekspanzija u 2019. uvela je brodove od 24 reda širine i 24 bay-eva, nazvane Megamax-24 (MGX-24). ULCS i Megamax-24 približavaju se tehničkim granicama koje može prihvatiti Sueski kanal. Pošto se ne očekuje ponovno proširenje Panamskog kanala i Sueskog kanala, ovi brodovi postali su novi standard u dizajnu kontejnerskih brodova i lučke infrastrukture za desetljeća koja dolaze. Uglavnom su ograničeni na rute između Azije i Europe. U današnje vrijeme, konstrukcija većih brodova ne bi imala veću komercijalnu važnost.

Postoje projektni planovi za "Malacca Max" klasu, koji bi bili kapaciteta od oko 27 000-30 000 TEU, ali njihova izgradnja trenutno je u mirovanju. [28]

4.3. UČVRŠĆIVANJE KONTEJNERA NA BRODOVIMA

Osnovno obaveza broдача je da primaocu isporuči neoštećenu robu i da obezbjedi sigurnost broда i članova posade. Nevrijeme i druge okolnosti na brodu mogu dovesti do pomaka složenih kontejnera a to će dovesti do oštećenja kontejnera.

Učvršćivanje kontejnera je jedno je od najvećih područja rizika u sektoru rukovanja pomorskim teretom. Kada se kontejner ukrcava na brod, pričvršćuje se opremom za pričvršćivanje kontejnera. Time se sprječava da se kontejneri pomaknu s mjesta ili ispadnu u more, djelovanjem valova ili jakog vjetrova.

Uobičajeno lučki radnici obavljaju poslove učvršćivanja za vrijeme boravka broда u luci, međutim posada palube je također odgovorna za ovu operaciju. Prije dolaska u luku, ukoliko to dozvoljavaju vremenski uvjeti, brodska posada uobičajeno uklanja brodsku opremu za učvršćivanje kontejnera kako bi se uštedilo vrijeme u luci te kako bi se započelo sa prekrcajem kontejnera odmah nakon pristajanja. Učvršćivanje kontejnera redovito provjerava brodska posada kako bi se izbjegle nesreće uzrokovane nepravilnim vezivanjem.

Sustavi za učvršćivanje izračunavaju se pojedinačno za svaki brod od strane specijaliziranih tvrtki, a provjeravaju i odobravaju ih klasifikacijska društva. Rezultati ovih izračuna bilježe se u „Priručniku za osiguranje tereta“ (*engl. Cargo Securing Manual*) koji je odobrila država zastave pod kojom brod plovi i u kojem se mogu pronaći svi potrebni detalji, za svaki pojedini brod. Težina kontejnera je od presudne važnosti, jer što je više kontejnera u bloku ukrcanih kontejnera na palubi, to oni mogu biti manje teški.

Sustavi učvršćenja kontejnerskog broда projektirani su prema vrijednostima uzdužnog, bočnog i okomitog djelovanja sila a izračunavaju se pomoću empirijskih formula klasifikacijskih društava. Budući da se kontejnerski brodovi još uvijek razvijaju u smislu veličine, brzine i visine odlaganja kontejnera, te se formule također stalno usklađuju. Međutim, one nikada ne pokazuju najgori scenarij, već predstavljaju pretpostavke gdje postoji samo vrlo niska, ali općeprihvaćena razina vjerojatnosti da taj scenarij neće biti premašen. Stvarni uticaj djelovanja vanjskih sila na brod ovisit će o karakteristikama broда i jačini sila koje na njega djeluju. U pravilu, što je brod veći, manja je vjerojatnost da će vanjske sile uzrokovati pomicanje naslaganih kontejnera.[29]

Za učvršćivanje kontejnera na brodu koristimo dva sustava:

- Sustav vodilica
- Konvencionalni sustav učvršćivanja kontejnera

4.3.1. Kontejnerske vodilice

Kontejnerske vodilice omogućuju učinkovito osiguravanje kontejnera bez potrebe za učvršćivanjem korištenjem prenosive opreme.

Kontejnerske vodilice na kontejnerskim brodovima općenito uključuju vodilice u skladištima i vodilice na palubi. Vodilice u skladištima mogu biti fiksne i uklonjive.

Fiksne vodilice se široko primjenjuju na brodovima koji prevoze 40 stopne kontejnere u skladištu.

Uklonjive vodilice se koriste kada je potrebno ukrcati u skladište kontejnere različitih veličina. Za brodove za prijevoz generalnog tereta, uklonjive vodilice se koriste kada je potrebno ukloniti vodilice za ukrcaj druge vrste tereta. Takve vodilice omogućuju krcanje 40 stopnih kontejnera različite visine, bez korištenja dodatne opreme za učvršćivanje.

Kod starijih generacija kontejnerskih brodova, vodilice na palubi obično su bile instalirane na krmenoj palubi, iza nadgađa broda zbog viših razina slaganja po krmu. Ukoliko brodovi imaju palubne vodilice po cijeloj dužini broda, tada prva dva do tri bay-a imaju poklopce skladišta uglavnom za krcanje opasnih tereta. Postoje i kontejnerski brodovi koji imaju nadgrađe sasvim po pramcu, koje ujedno služi za zaštitu od vremenskih nepogoda (Slika 20). Takvi brodovi imaju sustav palubnih vodilica, bez poklopaca grotla skladišta po cijeloj dužini broda.



Slika 20 Kontejnerski brod sa nadgrađem po pramcu i sustavom vodilica po cijeloj dužini broda

Izvor: <https://www.standard-club.com/fileadmin/uploads/standardclub/Documents/Import/publications/masters-guides/3368203-sc-mg-container-securing-2020-final.pdf>

Sustav vodilica poboljšat će kapacitet broda, brzinu ukrcaja i iskrcaja i učinkovitost slaganja. Kontejneri imaju vrlo malu čvrstoću u bilo kojem smjeru osim okomito kroz kutne upore i uglovnice, tako da sustav vodilica omogućuje potporu kontejnerima od djelovanja sila u svim smjerovima. Ako se kutni upori jednog od kontejnera na dnu sruše pod velikim pritiskom, kontejneri koji su smješteni iznad njega općenito pretrpe samo mala oštećenja. Pri tome rizik od oštećenja kontejnera u susjednim redovima je neznatan.

Kontejneri se ukrcavaju na brod po dužini naprijed-natrag budući da je gibanje broda veće prilikom valjanja broda u odnosu na posrtanje. Također, ukoliko su kontejneri ukrcani po dužini, njima se lakše manipulira prilikom ukrcaja i iskrcaja na cestovna vozila ili vagone. Vodilice ne smiju činiti sastavni dio brodske konstrukcije, već moraju biti oblikovane tako da ne nose glavna naprezanja trupa. [30]

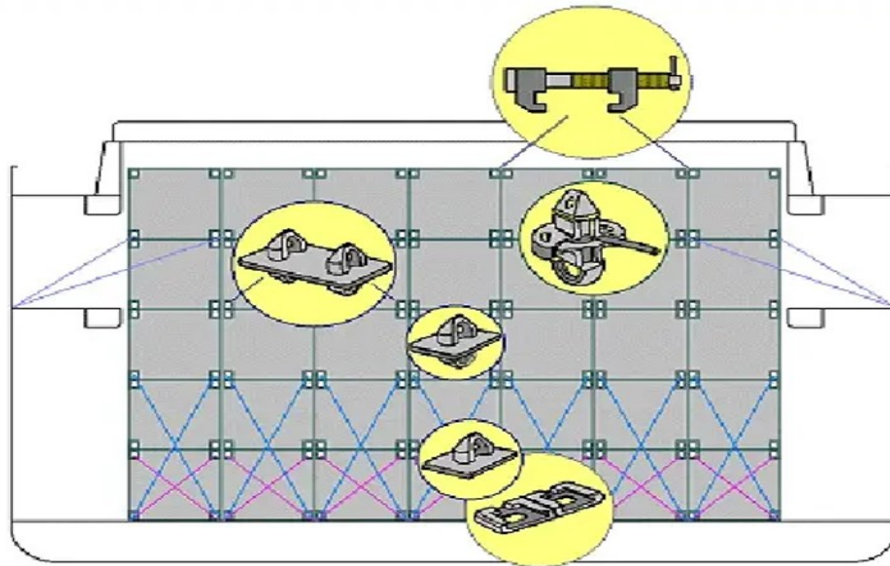
Razmak između kontejnera i vodilica je veoma važan pri njihovoj konstrukciji. Ako je premalen, kontejner će se zaglaviti, ako je prevelik, kontejneri neće pravilno leći jedan ispod drugog. Lloyd's propisuje maksimalni razmak od 25 mm u poprečnom smjeru i 40 mm u uzdužnom smjeru. Tolerancije su takve da se vodilice čelija moraju ugraditi s velikom preciznošću. [31]

4.3.2. Konvencionalno učvršćivanje kontejnera

Pošto nisu opremljeni sustavom vodilica kao namjenski kontejnerski brodovi, kod polukontejnerskih brodova izuzetno je važno pravilno učvršćivanje kontejnera. Razlikujemo sustave učvršćivanja na palubi i u skladištima. Dok su sustavi učvršćivanja na palubi polukontejnerskog broda i namjenskog kontejnerskog broda bez vodilica na palubi slični, sustavi učvršćivanja u skladištima potpuno su drugačiji. Zbog ogromne raznolikosti dostupne opreme za učvršćivanje, postoji puno načina učvršćinja. Iako se metode učvršćivanja razlikuju od kompanije do kompanije, najviše su se koristila sljedeća dva načina: [32]

- **Klasično učvršćivanje:** Ovaj sistem učvršćivanja može se primjenjivati i na namjenskim kontejnerskim brodovima te na svim ostalim brodovima koji prevoze kontejnere. Kontejneri (Slika 21) slagani su jedan na drugi uz pomoć konvencionalnih sredstava. Donji kontejneri moraju podnijeti težinsko opterećenje gornjih kontejnera. Za sprječavanje klizanja predviđene su temeljne ploče, u koje se ugrađuju podni čunjevi (konusi) ili zavisno od metode učvršćivanja, mogu se uklopiti i podni zakretni zatvarači (*engl. twist locks*). Učvršćivanje podnim zakretnim zatvaračima je sigurnija metoda učvršćivanja. Kontejneri su međusobno povezani jednostrukim ili dvostrukim čunjevima (*engl. single or double stacking cones*) za slaganje ili zakretnim zatvaračima. Po visini učvršćuju se zakretnim

zatvaračem. Cijeli red ili blok kontejnera pričvršćen je sa strane pomoću čelik-čela za pričvršćivanje ili motki koji su povezani zatezačima (*engl. turnbuckles*). Gornji red povezan je mostovima (*engl. bridge fittings*) kako ne bi došlo do pomicanja kontejnera.



Slika 21 Primjer uspravnog slaganja i klasičnog učvršćivanja kontejnera u skladištu

.Izvor: <https://html.scribdassets.com/4bm85xfdhcuaqmo/images/46-7da2d250ec.jpg>

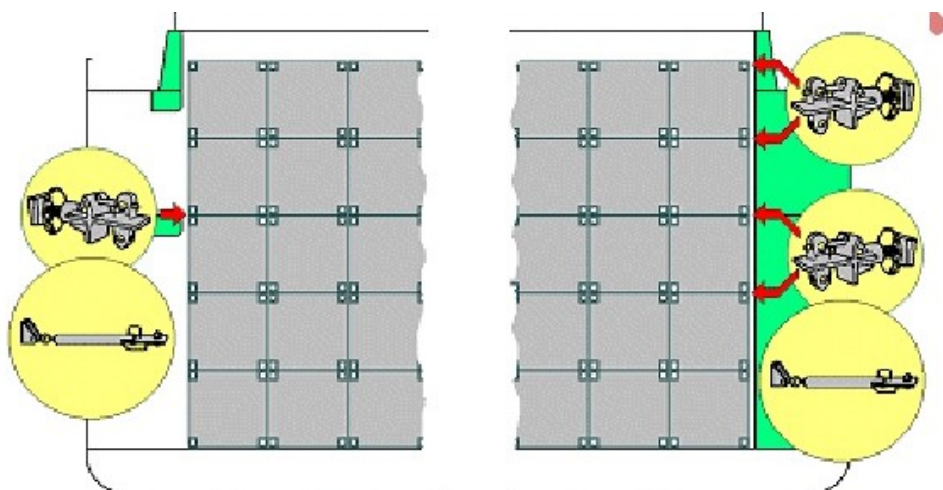
- Ovaj sustav zahtijeva vremenski puno rada i puno materijala za pričvršćivanje, a osim toga, manje je siguran u odnosu na pričvršćivanja u čelijama sa vodilicama.

➤ Učvršćivanje kontejnera u skladištu i na palubi blokiranjem tereta i stabilizacijom -

Ova metoda danas se rijetko koristi, ali se još uvijek može pronaći na nekim mješovitim brodovima za prijevoz kontejnera i rasutog tereta (*engl. conbulklers*) i na ponekim višenamjenskim teretnim brodovima. Kontejneri su osigurani vodoravno i okomito pomoću jednostrukih, dvostrukih i eventualno četverostrukih čunjeva za slaganje. Gornji slojevi su povezani mostovima. Sa bočnih strana kontejneri su poduprti kutnim podupiračima (Slika 23).

Ova vrsta osiguranja kontejnera ima dva izražena nedostatka:

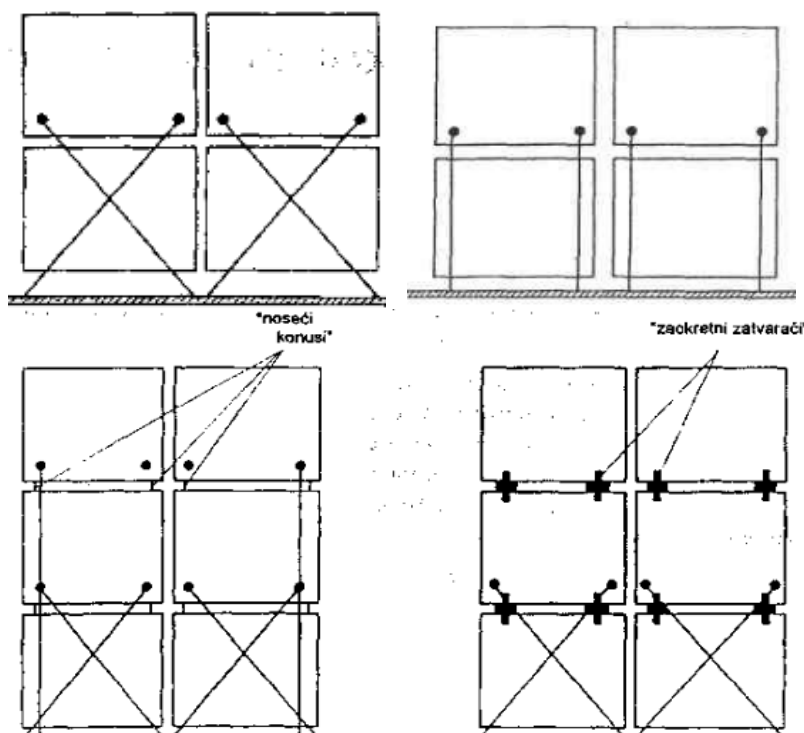
- Ako se pomakne ili propadne samo kontejner, time neće biti zahvaćen samo jedan red kontejnera, već cijeli blok kontejnera. Samo jedan pomaknuti kontejner utjecati će na cijelu konstrukciju i poremetiti će učvršćenje ostalih kontejnera složenih u bloku.
- Zbog tolerancija dimenzija i istrošenosti čunjeva za slaganje, cijeli se blok može stalno kretati djelovanjem sila valova pri uzburkanom moru. To uzrokuje lomljenje čunjeva za slaganje i cijeli blok se može srušiti.



Slika 22 Učvršćivanje blokova kontejnera stabilizacijom

Izvor: https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/images/01_03/strauch_01_03_036.gif

U ranim danima kontejnerizacije, kontejneri su se povezivali okomito kako bi se oduprli prevrnuću. Međutim, ubrzo je postalo jasno da je učinkovitije povezivati kontejnere dijagonalno tako da kontejner i i oprema koja ih povezuju rade zajedno. Kontejneri se mogu povezivati i kombinirano korištenjem i okomite i dijagonalne metode učvršćivanja



Slika 23 Dijagonalno, okomito i kombinirano učvršćivanje kontejnera

Izvor: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_u_vodnom_prometu_II/Materijali/Nastavni_materijali_7.pdf

Danas su dostupne brojne varijante učvršćivanja, korištenjem različitih metoda povezivanja.

4.4. ZNAČAJ KONTEJNERSKIH BRODOVA U GLOBALNOJ TRGOVINI

Interkontinentalni kontejnerski prijevoz morem važan je i danas u eri jačanja zračnog prijevoza. Prednosti kontejnerskih brodova su brojne. Najbitniji razlozi zašto kontejnerski prijevoz morem i dalje intenzivno raste uključuju: [33]

- **Trošak** - Iako je zračni prijevoz brži, uobičajeno je pet puta skuplji od opcije prijevoza morem. Pri tome ostvaruje se veća ušteda po kontejneru ukoliko se koriste veći brodovi
- **Fleksibilnost** - prijevoz robe kontejnerskim brodovima omogućuje prijevoz raznovrsnih vrsta tereta: vangabaritnih tereta, teških tereta, opasnih tereta, rashladnih tereta, tekućih tereta...
- **Kapacitet** - veličina kontejnerskih brodova nudi mogućnost za ukrcaj većeg broja kontejnera.
- **Ekološka prihvatljivost** - Studije pokazuju da su teretni brodovi najekološkiji oblik prijevoza. U usporedbi s avionima, oni ispuštaju 20 do 30 puta manje ugljičnog dioksida. . Defra studija u *The Guardian-u* uspoređuje ispuštanje ugljičnog dioksida za teret od dvije tone koji se prevozi na daljinu od oko 3000 Nm. Manji kontejnerski brod ispustit će 150 kg CO₂, u usporedbi sa 6.605 kg CO₂ ukoliko se koristi zračni prijevoz.

Unatoč značajnom utjecaju na okoliš, kontejnerski prijevoz morem najisplativija je i ekološki najprihvatljivija opcija za prijevoz robe u međunarodnoj trgovini.

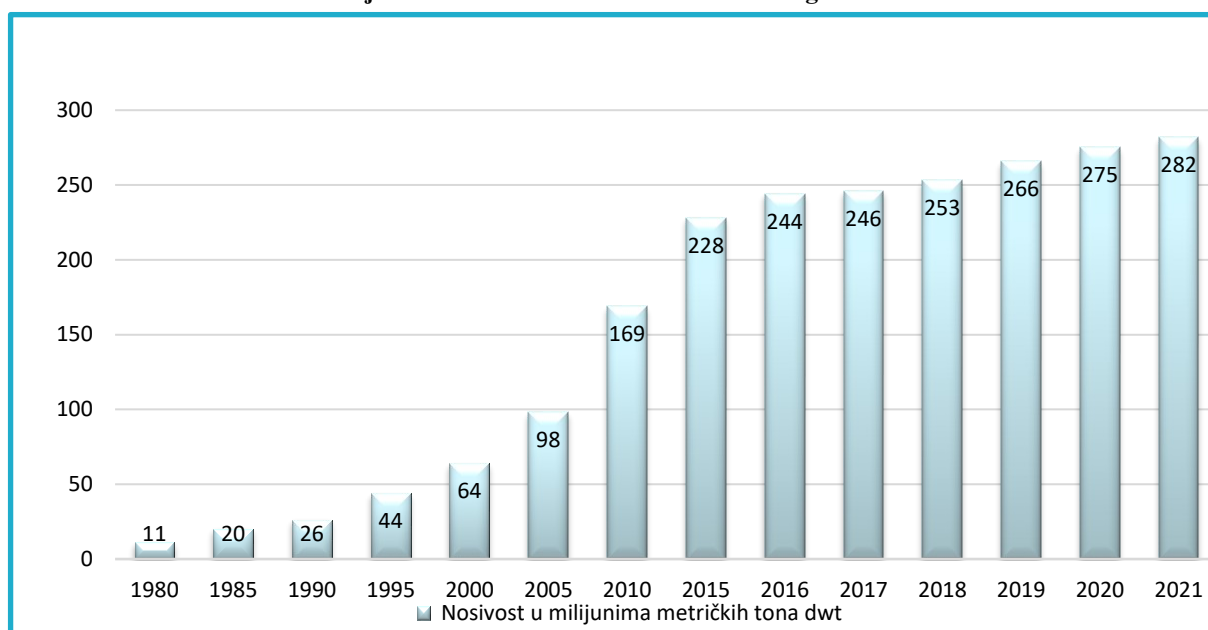
Kontejnerizacijom generalnog tereta pokrenuta je revolucija u svim modovima prijevoza. Olakšan je protok robe u opskrbnim lancima i ubrzan je rast svjetske trgovine. Kontejnerski prijevoz danas je vitalan za globalno gospodarstvo a kontejnerski prijevoz morem okosnica je svjetske trgovine.

Značaj kontejnerskog prijevoza morem u svjetskoj trgovini vidljiv je iz sljedećih podataka:[34]

- Pomorski promet čini više od 80% obujma robe a u smislu vrijednosti prevezene robe sudjeluje sa više od 70% ukupne vrijednosti trgovine (UNCTAD, 2019.).
- Ukupna svjetska trgovina iznosila je oko 19,7 bilijuna USD (WTO, 2019.), od čega se procjenjuje da je više od 13,8 bilijuna USD vrijednost robe prevezene morem.
- U smislu težine, najveću količinu robe koja se prevozi morem čine rasuti tereti koji obično imaju relativno niske jedinične vrijednosti (željezna ruda, ugljen, sirova nafta i žito).
- Kontejnerski teret koji je veće vrijednosti, čini oko 16% ukupne tonaže prevezene morem, a po vrijednosti ukupne pomorske trgovine njegov udio iznosi oko 60%, odnosno sudjeluje u njoj sa više od 8 bilijuna USD u 2018.

Potražnja za većom pomorskom trgovinom zahtijevala je veće kontejnerske brodove: nosivost globalne trgovačke flote stalno se povećavala tijekom posljednjih desetljeća, Između 1980. i 2021. nosivost kontejnerskih brodova porasla je s oko 11 na 282 milijuna metričkih tona, s ukupnim kapacitetom od preko 23 milijuna TEU-a (Tablica 2). Početkom 2020. u svjetskoj trgovačkoj floti bilo je 5.360 kontejnerskih brodova Osim toga, globalni volumen kontejnerskog prijevoza dosegao je oko 775 milijuna TEU-a u 2020., što je povećanje za 622 milijuna TEU-a u odnosu na 2012. godinu. [³⁵]

Tablica 2 Nosivost kontejnerskih brodova između 1980. i 2021. godine



Izvor: Izradio autor prema: <https://www.statista.com/statistics/267603/capacity-of-container-ships-in-the-global-seaborne-trade/>

Bez obzira na početne poteškoće kontejnerski transport jedna od ključnih prometnih revolucija 20. stoljeća. Kontejnerizacija prijevoza se posebno isplati na moru, jer veliki i brzi kontejnerski brodovi značajno smanjuju cijenu po tonskoj milji između luka.

4.5. PLANIRANJE UKRCAJA KONTEJNERA

Planiranje ukrcaja kontejnerskih brodova je dodjela prostora na brodu za kontejnere koji se moraju ukrcati u određenoj luci, a kako bi se iskricali u idućim lukama ticanja, bez potrebe za premještanjem kontejnera, tokom planiranog putovanja. Važno je kako bi se povećala ekonomičnost poslovanja i sigurnost na brodu. Planiranje započinje od prijave kontejnera namijenjenih ukrcaju u određenoj luci.

Planiranje ukrcaja je najvažniji od svih poslova na brodu i zahtjeva puno rada odgovornog časnika. U pravilu na brodovima kapaciteta do 3000 TEU jedinica, plan izrađuje

odgovorni časnik na brodu: uobičajeno 1. časnik palube. Na brodovima većih kapaciteta plan izrađuju planeri logističke podrške kontejnerskom brodu. Planeri moraju klasificirati podatke o ukrcaju prema vrsti tereta u kontejnerima, prema veličini i obliku kontejnera te prema iskrcajnim lukama.

Planom tereta prikazane su sve pozicije kontejnera na brodu.

„Planovi tereta - za kontejnerske brodove su standardizirani i sastoje se od generalnog plana kontejnerskog tereta, tzv. top sheet, i od planova za svaki odijeljeni teretni prostor - tzv. Plan rasporeda kontejnera na brodu (engl. Bay Plan).“ ^[36]

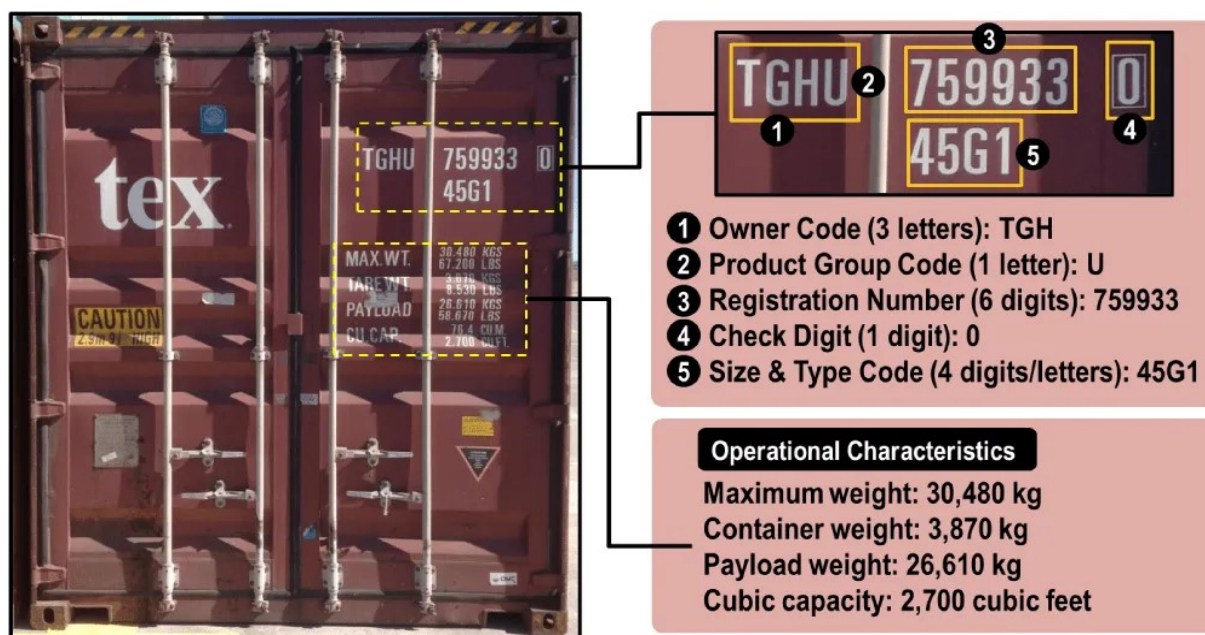
4.5.1. Identifikacija kontejnera

Sustav za identifikaciju kontejnera je ISO standard (ISO 6346) sastavljen od niza slova i brojeva sastoji se od (Slika 24)

- 1) koda vlasnika - Sastoji se od tri velika slova koja identificiraju vlasnika kontejnera. Međunarodna agencija BIC¹¹ izdaje vlasničke kodove u ime ISO-a tako da nijedan kod nije dodijeljen više od jednom vlasniku. U navedenom slučaju (Slika 25), kontejner pripada američkoj tvrtki Textainer, najvećoj svjetskoj tvrtki za leasing kontejnera.
- 2) Identifikator kategorije tereta - pojavljuje se odmah iza koda vlasnika i sastoji se od jednog velikog slova, U, J ili Z:
 - U - za sve prijevoznike kontejnera
 - J - za kontejnere s odvojjivom opremom
 - Z - za prikolice i šasijske
- 3) Registracijskog broja (ili serijskog broj). gdje svaki kontejner koji pripada određenom vlasniku ima jedinstveni serijski broj
- 4) Broja provjere - sastoji se od jedne brojčane znamenke koja služi za dodatnu provjeru ispravnosti da li je kod vlasnika točan.
- 5) Kod veličine i vrste. Niz od 4 slova ili znamenke koji se obično pojavljuju odmah ispod koda vlasnika. Njegova je svrha pružiti informacije o dimenzijama i vrsti kontejnera; prvi znak označava duljinu kontejnera; drugi znak se odnosi na njegovu visinu. Na Slici , prva dva broja 45 označavaju da se radi o 40-stopnom kontejneru (4 duljina kontejnera) visine 9 stopa 6 inča (5; high cube). Preostala dva elementa niza (G1) pokazuju na to da je to kontejner opće namjene.

¹¹ BIC (Bureau International des Containers et du Transport Intermodal)

Uobičajeno se prikazuju i operativne karakteristike kontejnera: bruto težina, neto težina (Tara) – težina praznog kontejnera, nosivost (bruto minus neto) i volumen



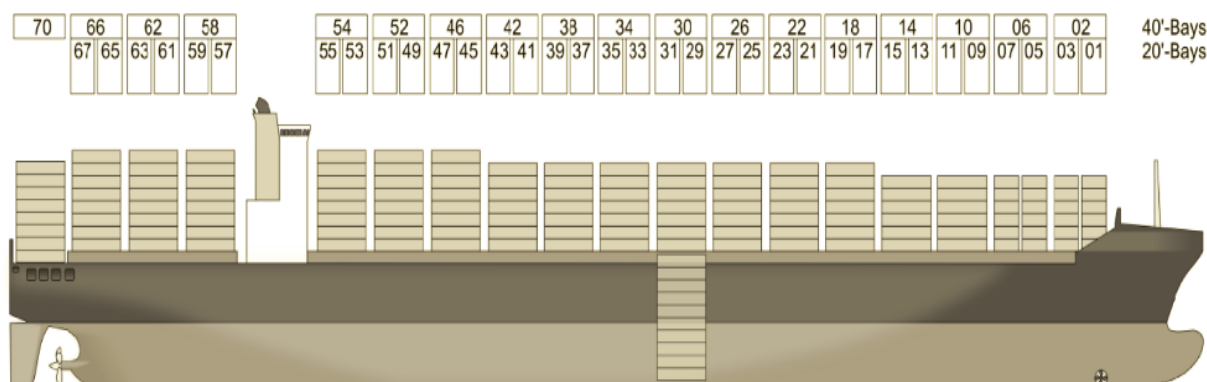
Slika 24 Identifikacijske oznake kontejnera

Izvor: https://i0.wp.com/transportgeography.org/wp-content/uploads/container_identification_system.png?w=1000&ssl=1

4.5.2. Pozicioniranje kontejnera na kontejnerskom brodu

Pozicija kontejnera na kontejnerskom brodu definirana je na palubi i u skladištu: uzdužno, poprečno, i po visini sa tri para brojeva, ukupno šest brojeva. Prve dvije znamenke označavaju *bay*, dvije srednje znamenke označavaju *row* a zadnje dvije *tier*.

Bay - svaki kontejnerski brod je podijeljen u odjeljke koji se nazivaju bay-evi. Ovisno o veličini broda, označavati će se od 01 do 70 (npr.), od pramca prema krmi. Bay 01 je prvi bay od pramca a bay 70 je zadnji od krme. Neparni bay-evi označuju 20-stopne kontejnere (01,03,05,07 itd.) a parni bay-evi označuju 40-stopne kontejnere (02, 06, 10, 14 itd.)-(Slika 25).

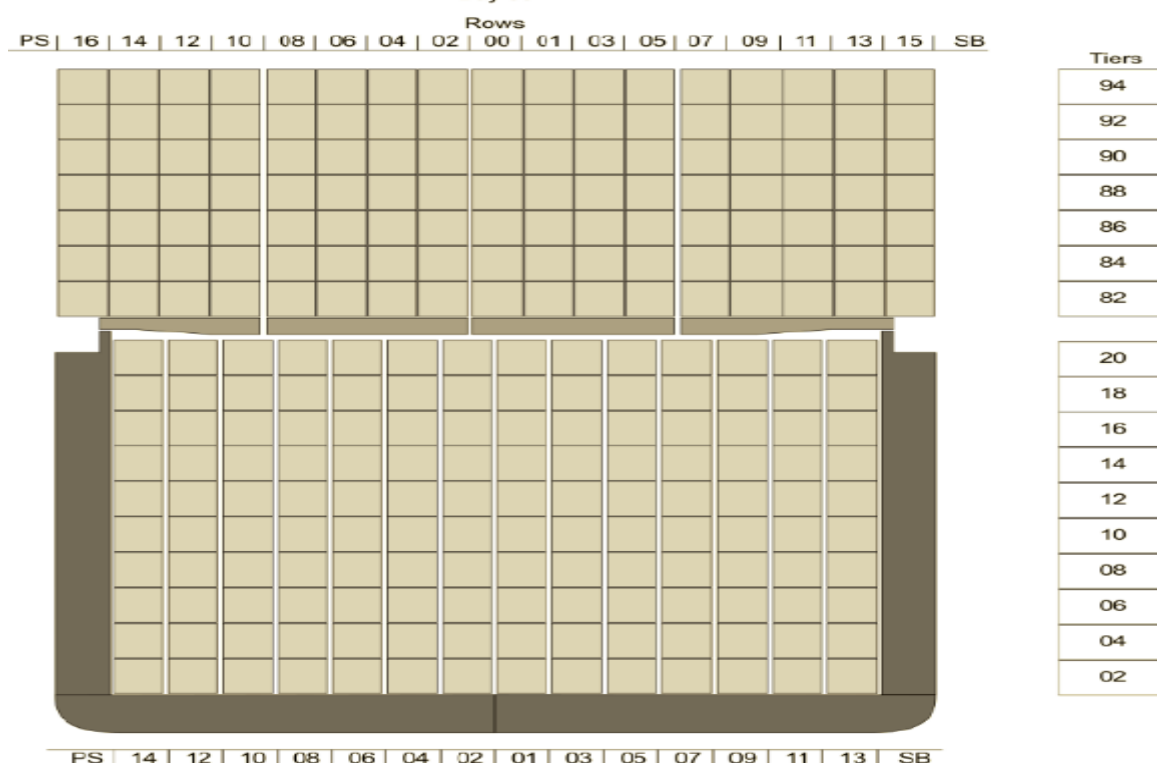


Slika 25 Numeriranje bay-eva

Row – naziva se još i ISO *Stack* označava poziciju na kojoj je kontejner složen poprečno (po širini broda). Numerirani su od sredine broda prema boku. Parni brojevi označavaju lijevu stranu broda (02, 04, 06 ...) a neparni brojevi označavaju desnu stranu broda (01,03,05 ...). Ako je kontejner postavljen na uzdužnicu broda, označava se sa 00.

Tier - označava poziciju kontejnera u odnosu prema visini. Za kontejnere u skladištu, označavanje je numerirano parnim brojevima koji započinju sa nulom, gledajući od kobilice pa do glavne palube. Prvi kontejner u tier-u, na dnu skladišta broda ima oznaku 02 (osim ako je zbog konstrukcije broda smješten na povišenom mjestu), drugi red ima oznaku 04, treći 06 itd.

Za kontejnere složene na palubi, označavanje započinje sa 8. Prvi kontejner ukoliko je smješten na glavnoj palubi ima oznaku 80. Prvi kontejner na poklopcu grotla ima oznaku 82, drugi 84 itd. Neparni brojevi mogu se koristiti za ukrcaj polukontejnera.



Slika 26 Koncept označavanja row-ova i tier-eva

Izvor slika br.25 i 26:

https://www.crclass.org/chinese/content/publications/guidelines/download/1-Guidelines%20for%20Container%20Securing%20Systems/CSS%20Guideline-V1_R.pdf

4.5.3. Kreiranje plana ukrcaja

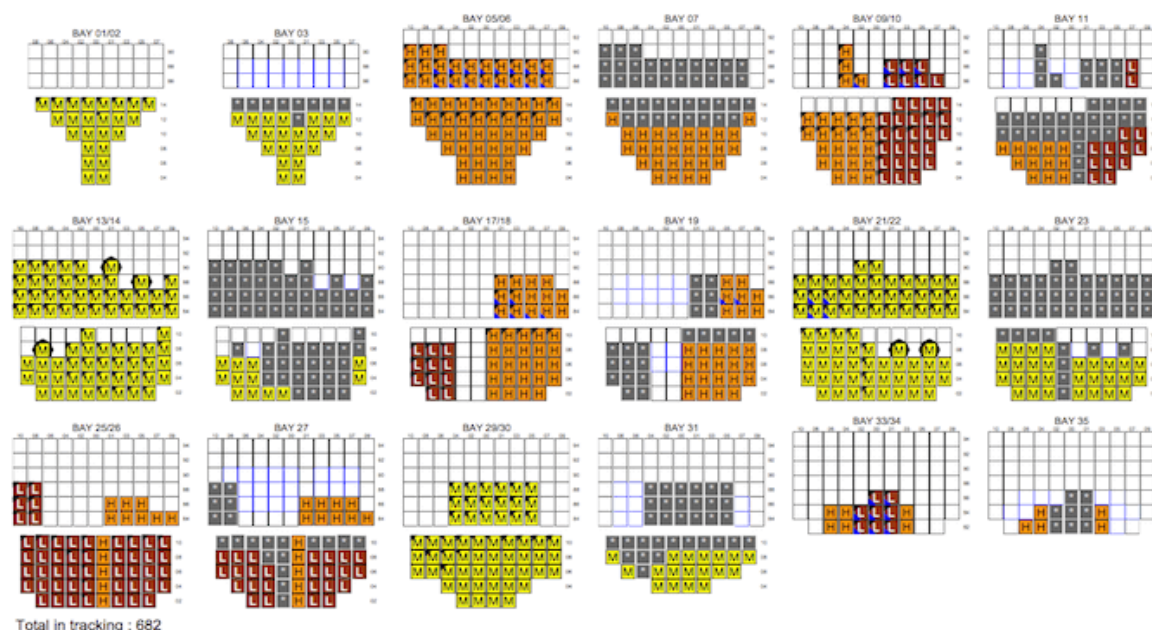
Pri planiranju ukrcaja i izradi plana ukrcaja, potrebno je obuhvatiti sljedeće podatke:

[³⁷]

- Plan putovanja - prikazuje točan redoslijed ticanja luka i operacija ukrcaja ili iskrcaja, koje će se obavljati u svakoj pojedinoj luci. Važan je kako bi zadovoljio najbitniji uslov, po kojem se kontejneri za kasniju luku ne smiju slagati iznad tereta za ranije luke.
- Popis broja, veličine, vrste i težine kontejnera koji su planiraju ukrcati na brod, za svaku iskrcajnu luku posebno
- Popis broja opasnih, rashladnih i vangabaritnih kontejnera koji se planiraju ukrcati na brod, za svaku iskrcajnu luku posebno
- popis kontejnera koji će preostati na brodu nakon iskrcaja kontejnera u luci dolaska

Plan ukrcaja prikazuje se na generalnom planu tereta koji predstavlja poprečni presjek cijelog broda, uključujući i skladišta i palubu. Njime se daje ukupni pregled na položaje kontejnera te je za svaki pojedini kontejner označena i njegova luka iskrcaja. Svaka iskrcajna luka označena je drugom bojom.

Svrha mu je pregledno prikazati sve pozicije smještenih kontejnera na brodu, kako bi svi uključeni u operacije ukrcaja/iskrcaja u luci mogli odrediti slijed ukrcaja i iskrcaja kontejnera odnosno koji bay će se ukrcavati a koji će se iskrcevati.



Slika 27 Plan ukrcaja kontejnera

Izvor: <https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2015/09/bayplan-1.png>

4.5.4. Preliminarni plan rasporeda kontejnera

Iz operativne procedure za klijente AGCT terminala u Rijeci vidljivo je da: „Što se tiče samog planiranja broda, brodar mora osigurati preload plan 48 sati prije dolaska broda, te 24

sata prije dolaska broda finalnu loadlistu punih kontejnera koju će planer broda kao csv datoteka provući kroz Navis sistem“.[³⁸]

Preliminarnim planom rasporeda kontejnera potrebno je utvrditi da li se teret može prihvatiti obzirom na:

- kapacitet (broj TEU jedinica) – potrebno je ustanoviti da planirani ukrcaj neće prelaziti ukupni kapacitet broda kao niti kapacitet svakog pojedinog skladišta
- nosivost broda (zona plovidbe, dozvoljeni gaz, potrebne zalihe) – potrebno je zadovoljiti da brod nije ukrcan preko oznake nadvođa za zonu plovidbe u kojoj se nalazi, kao niti za zone plovidbe koje će prolaziti tokom putovanja. Prilikom planiranja ukrcaja treba zadovoljiti i uvjet da brod ne prelazi maksimalni dozvoljeni gaz u luci, kao niti u idućoj luci planiranog putovanja.
- dozvoljenom opterećenju po stupcu kontejnera – svaki stupac (tier) ima ograničenje ukrcaja po ukupnoj težini i po broju kontejnera. Dozvoljeno opterećenje određeno je nosivošću dna skladišta i poklopaca grotla. Kontejneri ne bi smjeli ometati pogled s mosta.
- stabilnost broda i naprezanje – brod ne smije biti niti prestabilan niti labilan. Radi stabilnosti, kontejneri se uobičajeno slažu: teži na dnu – lakši na vrhu, međutim prilikom ukrcja treba pripaziti i da brod ne bude pre-stabilan. Pre-stabilan brod uzrokuje povećano ljuljanje i posrtanje, što uzrokuje opterećenje brodske konstrukcije i opreme za učvršćivanje.

U planu je potrebno posebno naznačiti:

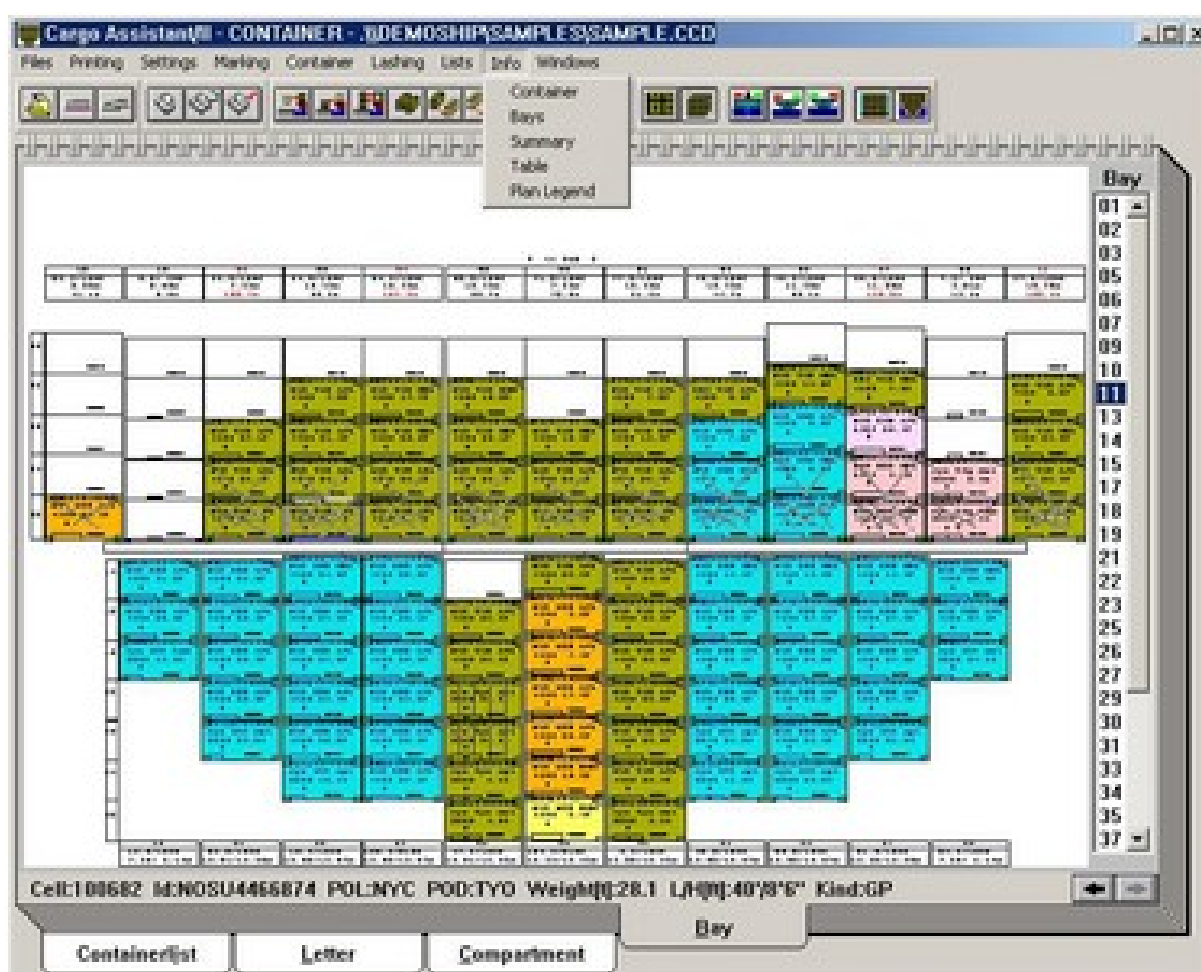
- Rashladni teret - Svaki teret koji treba držati na određenoj temperaturi.
- Opasni teret – teret koji odgovara jednoj od 9 vrsta opasnog tereta, kako je definirano IMDG-om ¹², koji uključuje kategorije kao što su eksplozivi, radioaktivni materijali itd. a koji mogu biti potencijalno štetni za posadu. Obilježja opasnog tereta posebno su opisana i u manifestu opasnog tereta koji se dostavlja brodu
- Vangabaritni teret - teret koji ne stane u standardni transportni kontejner.
- Kontejneri platforme
- Težina tereta, veličina kontejnera

¹² IMDG (engl. International Maritime Dangerous Goods Code) - Međunarodni pomorski kodeks za prijevoz opasnih tvari.

Kada je planer na terminalu izradio preliminarni plan tereta, šalje ga na brod zapovjedniku na uvid i davanje suglasnosti na planirani raspored kontejnera. Prilikom krcanja kontejnera često dolazi do promjene u krcanju kontejnera, pa se zbog toga tijekom krcanja izrađuje radni plan tereta. Prije odlaska broda iz luke ukrcaja izrađuje se završni plan tereta koji obuhvaća cjelokupni raspored tereta složenoga na brodu. [39]

4.5.5. Bay plan

Bay plan je potpuni presjek cijelog broda koji pokriva i palubu i skladišta ali je prikazan po svakom pojedinačnom bay-u i pokazuje prostor gdje su već nakrcani kontejneri. Bay plan je ustvari uvećana verzija generalnog plana tereta, sa više detalja o svakom ukrcanom kontejneru.



Slika 28 Bay plan

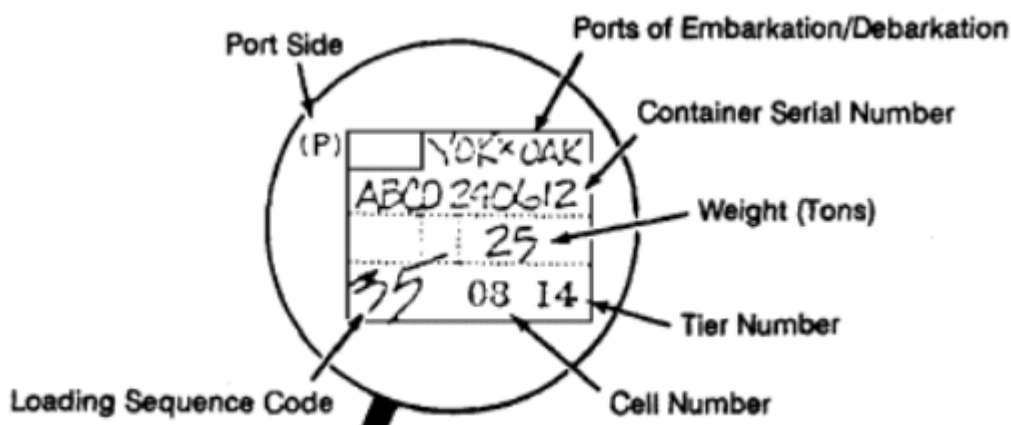
Izvor: <http://www.clearwater-gmbh.de/clrwtr/index.php/menu-products/menu-cargo-assistant/cargoas-containercargo>

U prošlosti, kada IT i komunikacijske tehnologije nisu bile razvijene kao danas, izrada planova ukrcaja pripremala se je ručno, na brodu ili u uredima brodskih agenata. Planovi bi se

zatim faksirali brodaru za dobivanje suglasnosti za ukrcaj. Usuglašavanje u izradi plana, između planera i prvog časnika palube, prije početka ukrcaja kontejnera odvijalo se je u luci.

Uobičajeno svaki kvadrat bay plana sadržavao je:

- poziciju kontejnera (Cell number/Tier number),
- kod vlasnika kontejnera (Container Serial Number),
- masu (Weight),
- luku ukrcaja i iskrcaja – prikazini su troznamenkastim kodovima. Na primjeru iz slike 29: YOK- (Yokohama, Japan), OAK- (Oakland, Kalifornija)
- redoslijed ukrcaja (Loading Sequence Code)



Slika 29 Identifikacijske oznake kontejnera

Izvor: <https://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/55-17/ch7.htm>

Povećanje veličine brodova, zahtijevalo je poboljšanja u produktivnosti a sve kako bi se povećao obrt brodova. Kako bi se postigli takvi zadani ciljevi, od velike je pomoći bio razvoj IT tehnologije. U današnje vrijeme, planeri imaju posebne računalne programe koji im pomažu pri planiranju ukrcaja kontejnera. Planovi ukrcaja mogu se izraditi u nekoliko minuta, na temelju dostavljenih unosa podataka u aplikaciju.

5. KONTEJNERSKI TERMINALI

Kontejnerski terminal je objekt u kojem se kontejneri pretovaruju između različitih modova transporta. U slučaju da se prekrcaj vrši između kontejnerskih brodova i kopnenih vozila, na primjer vlakova ili kamiona, u tom slučaju terminal se opisuje kao pomorski kontejnerski terminal (pomorska kontejnerska luka). Pomorski kontejnerski terminali obično su dio veće luke. Alternativno, prekrcaj kontejnera može se odvijati između kopnenih vozila: cestovnih i željezničkih vozila ili cestovnih i zračnih vozila. Kontejnerski terminali na kopnu obično se nalaze u većim gradovima ili blizu njih, s dobrim željezničkim vezama s pomorskim kontejnerskim terminalima. Na osnovu toga osnovna podjela kontejnerskih terminala bila bi na morske (lučke) i kopnene kontejnerske terminale.

Pomorski kontejnerskih terminali mogu se podijeliti na prekrcajne (hub) terminale i periferne (spoke) terminale. Hub luka je centralna velika čvorišno-prekrcajna luka u koju kontejneri pristižu u velikim matičnim brodovima, te se dalje prekrcajavu za daljnju otpremu putem manjih, feeder brodova u manje periferne luke. Hub Luka je izgrađena u velikim razmjerima. Uobičajeno uključuje sustave od više pristaništa, obalnih dizalica i više skladišta (slagališta) kontejnera. Zbog velikog protoka kontejnera središnji (hub) terminal mora osigurati veliki kapacitet kako bi vrijeme manipulacija s kontejnerima bilo što kraće.

Pomorski kontejnerski terminali određeni su prema transportnim modovima koji su dostupni za prekrcaj kontejnera na pojedinom terminalu. Dolje je navedena klasifikacija dostupna sa Internet stranica Lučke Uprave Rotterdam (*Port of Rotterdam authority*) najveće europske kontejnerske hub i *geatway luke* s time da se za luku Rotterdam podrazumijeva da je na svim terminalima omogućen prekrcaj na cestovna vozila:^[40]

- Deep sea - odnosi se na pomorski prijevoz robe na interkontinentalnim i prekooceanskim rutama
- Short sea - podrazumijeva prijevoz tereta koji potječe i ima krajnje odredište unutar Europe.
- Feeder – obuhvaća prijevoz tereta koji potječe izvan Europe i uglavnom se prekrcava u Rotterdamu. Odredišta uključuju; UK, Irsku, Španjolsku, Portugal, Skandinaviju i Baltičke države.
- Barge – prijevoz kontejnera unutarnjom plovidbom (teglenicama) rijekama Maas, Rajnom i Majnom povezanih kanalom sa Dunavom
- Rail - željeznički prijevoz
- Depot – skladište (slagalište) kontejnera

Company	APM Terminals Maasvlakte II	2	Company	Matrans Rotterdam Terminal	12
Location	Europaweg 910		Location	Streefwaalseweg 15	
Sector	Deepsea/feeder/barge/rail		Sector	Shortsea/barge/depot/rail	
Internet	www.apmterminals.com		Internet	www.matransrotterdamterminal.com	
Quay length	1,500 m (barge 500 m)		Quay length	1,180 m	
Draught	20 m (barge 9.65 m)		Draught	5 - 12 m	
Plot	86 ha		Plot	34 ha	
Cranes	10 deepsea, 3 barge, 2 rail		Cranes	5	
Reefer plugs	3,600		Reefer plugs	274	
TEU cap.	2,700,000		TEU cap.	300,000	

Slika 30 APM Terminals Maasvlakte II i Matrans Rotterdam Terminal

Izvor: Port of Rotterdam Authority, Port of Rotterdam, Container Terminals and Depots in the Rotterdam Port area <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2021-06/container-terminals-and-depots-in-the-rotterdam-port-area.pdf> (13.06.2022.)

6. ZAKLJUČAK

Povijest kontejnerskog brodarstva usko je povezana s američkim prometnim poduzetnikom Malcolmom McLean-om. Može se tvrditi da je bio jedan od pionira razvoja sva tri bitna elementa kontejnerizacije. Osmislio je i patentirao prvi intermodalni kontejner. Njegovi Sea-Land preuređeni brodovi bili su prvi brodovi za prijevoz kontejnera i prvi koji su koristili vodilice. Također, među prvima je shvatio važnost razvitka izgradnje kontejnerskih luka.

Korištenje kontejnera postalo je standard za usluge prijevoza generalnih i specijalnih tereta u svim modovima transporta. Kontejneri su dizajnirani u skladu s međunarodnim standardima, što znači da se mogu svestrano prevoziti i prekravati korištenjem različitih prijevoznih sredstava. Fleksibilnost korištenja kontejnera u prijevozu široke palete proizvoda, poboljšava brzinu i učinkovitost procesa isporuke.

Tokom razvoja kontejnerizacije, postepeno je proizašlo više vrsta brodova za prijevoz kontejnera, međutim najznačajniji su namjenski kontejnerski brodovi, koji imaju najveći udio u međukontinentalnom prijevozu. Osnovna razlika između ostalih vrsti trgovačkih brodova i kontejnerskih brodova je u tome, da su skladišta kontejnerskih brodova opremljena posebnim vodilicama, koje omogućuju automatsko slaganje kontejnera. Konvencionalni brodovi imaju široku i čvrstu glavnu palubu, dok kontejnerski brodovi imaju otvore skladišta gotovo po cijeloj širini broda, što zahtjeva pojačanja u konstrukciji u vidu torzijskih pregrada i duplog trupa.

Može se utvrditi da je svakom novom generacijom kontejnerskih brodova, porastao njihov kapacitet. Svaka sljedeća generacija kontejnerskih brodova suočavala se sa sve manjim brojem luka, u koje brodovi mogu pristati, a to je stvorilo pritisak na razvitak lučke infrastrukture. Brodari su se poticali na izgradnju maksimalno moguće velikih kontejnerskih brodova, jer su imali koristi od ekonomije razmjera. Na osnovu evolucije kontejnerskih brodova, kontejnerski terminali a i ostali sustavi kopnenog prijevoza, morali su osigurati značajna kapitalna ulaganja kako bi prihvatili veće kontejnerske brodove.

Na kontejnerskim brodovima učvršćivanje kontejnera je važan sigurnosni faktor i zahtjeva opremu koja će omogućiti brzo i jednostavno, ali učinkovito osiguranje kontejnera, potrebno zbog kratkog vremena obrta broda u luci. Pravilno učvršćivanje tereta, spriječiti će štete na teretu i povećati sigurnost broda, posade i lučkih radnika. Uočljivo je da je korištenje poluautomatskih i automatskih zakretnih brava, smanjilo potrebu za ljudskim radom te je ubrzalo manipulacije osiguravanja kontejnera, a samim time skraćeno je vrijeme prekrcanja.

Ukrcaj kontejnera zahtjeva pažljivo planiranje za ravnomjernu distribuciju kontejnera po lukama, a to znači da je potrebno istovremeno razmotriti i proces iskrcaja kontejnera. Glavni princip ukrcaja kontejnera je da se teži kontejneri krcaju na dno skladišta ili palube, a raspored kontejnera po bayevima mora biti ravnomjerno raspoređen. Nije dobro ukrcati puno kontejnera na samo nekoliko bayeva, jer će takav ukrcaj, a ujedno i iskrcaj, onemogućiti korištenje većeg broja dizalica, što će produljiti boravak broda u luci. Određene vrste robe ne mogu se zajedno prevoziti iz sigurnosnih razloga. Treba se pažljivo pridržavati propisa i odvojiti kontejnere koji prevoze opasan teret. Izuzetno je važno i da se ne prelaze dozvoljena opterećenja po stupcima. Iz svega navedenog, možemo zaključiti da će korištenje softvera ubrzati i olakšati planiranje ukrcaja i izradu plana ukrcaja.

Većinu šteta na teretu moguće je izbjeći pravilnim učvršćivanjem i ukrcajem kontejnera.

Kontejnerizacija, uz sve svoje prednosti: standardizacija kojom se može rukovati ISO kontejnerima bilo gdje u svijetu, fleksibilnosti prijevoza široke palete roba, nižim troškovima zbog prednosti standardizacije, brzini kontejnerskih brodova i lučkih operacija ... ima i nedostatke: ograničenje prostora u lukama, ograničenje gaza u mnogim lukama za velike brodove zadnje generacije, velika kapitalna ulaganja, globalna neravnoteža u dostupnosti praznih kontejnera...

Za očekivati je, da će budućnost globalne trgovine i dalje uključivati prijevoz robe u kontejnerima, koja će se i dalje prevoziti kontejnerskim brodovima. Veličina kontejnerskih brodova trenutno je dosegla limit ograničenjima Sueskog i Panamskog kanala, sa vrlo malim rezervama za povećanje njihovog kapaciteta. Učinkovitost poslovanja povećavati će se uvođenjem i usavršavanjem IT tehnologije. Naglasak će biti i na ekologiji, u konstruiranju pogonskih strojeva, koji će emitirati smanjene emisije stakleničkih plinova. Pojavili su se i prvi dizajni automatiziranih brodova bez posade, međutim vjerojatno će proteći još dosta vremena prije nego li oni zaplove.

LITERATURA

- ¹ Levinson M., The Now-Ubiquitous Shipping Container Was an Idea Before Its Time, Smithsonian Magazine, 2017. URL: <https://www.smithsonianmag.com/innovation/shipping-container-idea-before-time-180963730/> (14.04.2022)
- ² Hoover G., Malcolm McLean: Unsung Innovator Who Changed the World, American Business History Center, 2021. URL: <https://americanbusinesshistory.org/malcolm-mclean-unsung-innovator-who-changed-the-world/> (14.04.2022)
- ³ History of Container Shipping, COSTAMARE INC.. URL: https://www.costamare.com/industry_shipping_container_history (16.04.2022)
- ⁴ Internationales Maritimes Museum Hamburg, 2019. URL: <https://www.facebook.com/immhh/posts/the-gateway-city-was-a-revolutionary-ship-that-set-standards-that-are-still-used/2482283818504249/> (18.04.2022)
- ⁵ History of Container Shipping, COSTAMARE INC.. URL: https://www.costamare.com/industry_shipping_container_history (18.04.2022)
- ⁶ History of the Shipping Container, MobilBox News 2020. URL: <https://www.mobilbox.co.uk/history-shipping-container/1472> (pristupljeno 19.04.2022)
- ⁷ 2. Containerships – the engines of globalization and trade, OECD, URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/508bfb5b-en/index.html?itemId=/content/component/508bfb5b-en> (24.04.2022)
- ⁸ Ivčec R., UTJECAJ ROBNIH TOKOVA NA VALORIZACIJU ZNAČAJNIJIH MEDITERANSKIH KONTEJNERSKIH LUKA, Pomorski fakultet, Rijeka, ISSN 0554-6397, 2002. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/82788> (21.04.2022)
- ⁹ ISO. ISO 668:2020(en), Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings, URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:668:ed-7:v1:en> (24.04.2022)
- ¹⁰ ISO, Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings, Seventh edition 2020-01, pg. 1 URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/76912/7354663676144f8ab1a7b57cb573b0a6/ISO-668-2020.pdf> (24.04.2022)
- ¹¹ The important ISO Standards for Series 1 Freight Containers, Bureau International des Containers et du Transport Intermodal, 2022 URL: <https://www.bic-code.org/the-crucial-iso-standards-for-series-1-freight-containers/> (18.06.2022)
- ¹² Što sve trebate znati o kontejnerima, HUBBIG, 2020. URL: <https://pomorac.hr/2020/11/18/sto-sve-trebate-znati-o-kontejnerima/> (24.04.2022)
- ¹³ 3.1 Container design, Container Handbook, GDV, URL: https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?chb_e/stra/stra_03_01_00.html (24.04.2022)
- ¹⁴ „Tehnologija prijevoza kontejnera morem“ - prezentacija sa kolegija "Tehnologija prijevoza morem", PFRI, V semestar, 2021/2022 god
- ¹⁵ Žuškin S., OPTIMIZACIJA RASPOREDA TERETA NA KONTEJNERSKIM BRODOVIMA U FUNKCIJI SKRAĆENJA PREKRCAJNOGA PROCESA, Doktorski rad, Rijeka, 2015. p.15 2015. <https://core.ac.uk/download/pdf/197853909.pdf> (27.04.2022)
- ¹⁶ Container-carrying vessels, part 2, Container Handbook, GDV, 1.3.1.2, https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?chb_e/stra/stra_01_03_01_02.html (02.05.2022)
- ¹⁷ Container-carrying vessels, part 2, Container Handbook, GDV, 1.3.1.2, https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?chb_e/stra/stra_01_03_01_02.html (02.05.2022)
- ¹⁸ Porinut "Bella Desgagnes", najskuplji brod izgrađen u Kraljevici, eZadar, 2010 URL: <https://ezadar.net.hr/biznis/2459337/porinut-bella-desgagnes-najskuplji-brod-izgraden-u-kraljevici/> (05.05.2022)
- ¹⁹ Žuškin S., OPTIMIZACIJA RASPOREDA TERETA NA KONTEJNERSKIM BRODOVIMA U FUNKCIJI SKRAĆENJA PREKRCAJNOGA PROCESA, Doktorski rad, Rijeka,

3.1.6. Vidljivost sa zapovjedničkog mosta na kontejnerskim brodovima, 2015. p.37

<https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri%3A177/datastream/PDF/view> (09.05.2022)

²⁰ Chakraborty S., Understanding Design Of Container Ships, Marine Insight, 2019, URL: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/understanding-design-of-container-ships/> (11.05.2022)

²¹ Chakraborty S., Understanding Design Of Container Ships, Marine Insight, 2019, URL: <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/understanding-design-of-container-ships/> (11.05.2022)

²² Nauka o čvrstoći, Wikipedija, URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Nauka_o_%C4%8Dvrsto%C4%87i (15.05.2022)

²³ 4. Brodovi za prijevoz kontejnera LO-LO sustavom, <http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/RT1/Dio2-13.pdf> (21.05.2022)

²⁴ Mišković D., Ivče R., Popović M., - Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest - Stručni rad 12.10.2015, p. 9

²⁵ Mišković D., Ivče R., Popović M., - Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest - Stručni rad 12.10.2015, p. 10

²⁶ Mišković D., Ivče R., Popović M., - Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest - Stručni rad 12.10.2015, p. 10

²⁷ Mišković D., Ivče R., Popović M., - Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest - Stručni rad 12.10.2015, p. 11 (21.05.2022)

²⁸ Evolution of Containerships, The Geography of Transport Systems, URL: <https://transportgeography.org/contents/chapter5/maritime-transportation/evolution-containerships-classes/> (21.05.2022)

²⁹ The securing of containers on deck on a container ship, TIS, GDV, URL: https://www.tis-gdv.de/tis_e/containe/sicherung/deck-htm/ (21.05.2022)

³⁰ What is cell guidelines for containers on deck and in cargo holds, Marine Notes, URL: <https://marinenotes.blogspot.com/2012/07/what-is-cell-guide-and-securing.html> (23.05.2022)

³¹ What is cell guidelines for containers on deck and in cargo holds, Marine Notes, URL: <https://marinenotes.blogspot.com/2012/07/what-is-cell-guide-and-securing.html> (23.05.2022.)

³² 1.3.2 Positioning and securing of containers on board, Container Handbook, GDV, 2022., URL: https://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?/chb_e/stra/stra_01_03_02.html (25.05.2022.)

³³ Baxter K., What is the purpose of a container ship in the supply chain, InTek, 2021. URL: <https://blog.intekfreight-logistics.com/purpose-of-container-ship-supply-chain> (25.05.2022.)

³⁴ 2. Containerships – the engines of globalization and trade, OECD iLibrary, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/508bfb5b-en/index.html?itemId=/content/component/508bfb5b-en> (29.05.2022)

³⁵ Placek M., Container shipping - statistics & facts, Statista, 2022. URL: <https://www.statista.com/topics/1367/container-shipping/#dossierKeyfigures> (29.05.2022)

³⁶ Ristov P., Krile S., Programski paketi za rukovanje kontejnerima, UDK 681.3.06 : 656.61, ResearchGate, 2010, URL: https://www.researchgate.net/publication/283637107_Package_programs_for_container_handling (01.06.2022)

³⁷ Mukherjee P., Handling Containers On Ships: Dimensions, Markings and Bay Plan, MarineInsight, 2021. URL: <https://www.marineinsight.com/guidelines/handling-containers-on-ships-dimensions-markings-and-bay-plan/> (01.06.2022)

³⁸ Adriatic Container gate Terminal, Operativne Procedure za Klijente, 3.2.2. Izvoz – Load Liste i MOVINS Datoteka 2019., p7 URL: https://cdnweb.ictsi.hr/s3fs-public/inline-files/agct_-_operativni_prirucnik_za_korisnike_1.pdf (02.06.2022)

³⁹ Ristov P., Krile S., Programski paketi za rukovanje kontejnerima, UDK 681.3.06 : 656.61, ResearchGate, 2010, p22, URL: https://www.researchgate.net/publication/283637107_Package_programs_for_container_handling (10.06.2022)

⁴⁰Port of Rotterdam Authority, Port of Rotterdam, Container Terminals and Depots in the Rotterdam Port area <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/2021-06/container-terminals-and-depots-in-the-rotterdam-port-area.pdf> (11.06.2022)

POPIS SLIKA

Slika 1 Ideal X, modificirani T2 tanker iz Drugog svjetskog rata.....	4
Slika 2 Gatwey City.....	5
Slika 3 Osovni okvir kontejnera	10
Slika 4 Donji poprečni nosači i oslonci posa kontejnera.....	10
Slika 5 Bočne stijenke. Čeone stijenke i krov kontejnera	11
Slika 6 Elementi konstrukcije kontejnera	12
Slika 7 Kontejner sa čeonim i bočnim vratima	13
Slika 8 High cube (9' 6") i 8' 6" kontejneri	13
Slika 9 kontejner za rasuti teret sa otvorima za ukrcaj i iskrcaj na čeonoj stijenci	14
Slika 10 Kontejner za rasuti teret sa otvorima za ukrcaj na krovu	14
Slika 11 Najčešće korištene vrste kontejnera	16
Slika 12 Mathilde Maersk, 1974. god., klasificiran kao polukontejnerski brod kapaciteta 628 TEU-a	18
Slika 13 Moderni brod za prijevoz generalnog tereta, nosivost svake dizalice je 25 T 19	
Slika 14. m/s CAST CARIBOU, izgrađen 1981. god. u brodogradilištu Treći Maj u Rijeci, ima 7 skladišta a kontejnere može prevoziti u skladištima br. 2, 4 i 6.	21
Slika 15 ConRo brod GRANDE ARGENTINA u vlasništvu kompanije Grimaldi Lines	22
Slika 16 Putničko-teretni brod ARANUI 5, 11448 BT, dužine 126.1 m	23
Slika 17 Ukrcaj kontejnera u skladištu i na palubi kontejnerskog broda	26
Slika 18 Torzijske pregrade.....	27
Slika 19 Generacije kontejnerskih brodova.....	28
Slika 20 Kontejnerski brod sa nadgrađem po pramcu i sustavom vodilica pocijeloj dužini broda.....	32
Slika 21 Primjer uspravnog slaganja i klasičnog učvršćivanja kontejnera u skladištu	34
Slika 22 Učvršćivanje blokova kontejnera stabilizacijom.....	35
Slika 23 Dijagonalno, okomito i kombinirano učvršćivanje kontejnera	35
Slika 24 Identifikacijske oznake kontejnera	39
Slika 25 Numeriranje bay-eva	39
Slika 26 Koncept označavanja row-ova i tier-eva	40
Slika 27 Plan ukrcaja kontejnera	41
Slika 28 Bay plan.....	43
Slika 29 Identifikacijske oznake kontejnera	44
Slika 30 APM Terminals Maasvlakte II i Matrans Rotterdam Terminal	46

POPIS TABLICA

Tablica 1 Koeficijent istisnine za trgovačke brodove	25
Tablica 2 Nosivost kontejnerskih brodova između 1980. i 2021. godine	37