

Lučka sredstva za prekrcaj kontejnera

Bjeliš, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:773189>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

Ante Bjeliš

**LUČKA SREDSTVA ZA PREKRCAJ
KONTEJNERA**

ZAVRŠNI RAD

DUBROVNIK, 2024.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

PRIJEDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ NAUTIKA

LUČKA SREDSTVA ZA PREKRCAJ KONTEJNERA

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Nermin Hasanspahić

Komentor:

Tonći Biočić, mag. ing. nav. traff.

Student:

Ante Bjeliš

DUBROVNIK, 2024.

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora i komentora.

Ime i prezime studenta:

Ante Bjeliš

Potpis

SAŽETAK

Primjena kontejnera nije samo promijenila način na koji se roba transportira, već je i potaknula razvoj specijalizirane infrastrukture kako bi novi način transporta ostao konkurentan i profitabilan. Kontejnerizacija je promijenila temelje teretnog transporta, duboko utječući na globalnu ekonomiju i trgovinu. Njezin kontinuirani utjecaj oblikuje načine prijevoza i distribucije robe diljem svijeta, postavljajući nove standarde u logistici i promicanju međunarodne trgovine. U prvom dijelu ovog rada dat je povijesni pregled razvoja kontejnerizacije te su opisane vrste brodova za prijevoz kontejnera. Glavni dio rada analizira sredstva za rukovanje kontejnerima na kontejnerskom terminalu i brodovima za prijevoz kontejnera.

Ključne riječi: kontejnerizacija, kontejnerski terminali, sredstva za prekrcaj kontejnera

ABSTRACT

The application of containers has not only changed the way goods are transported, but it has also supported the development of specialised infrastructure to keep the new mode of transport competitive and profitable. Containerisation has changed the foundations of freight transport, profoundly affecting the global economy and trade. Its continuous impact shapes the transportation and distribution of goods worldwide, setting new standards in logistics and promoting international trade. The first part of this study provides a historical overview of the development of containerisation and describes the types of ships used for container transport.

The central part of the study analyses the means for handling containers at the container terminal and on container ships.

Keywords: containerisation, container terminals, container handling equipment

Sadržaj

Sažetak	ii
Abstract	ii
Sadržaj	iii
1. UVOD	1
2. POVIJEST KONTEJNERIZACIJE	1
3. KONTEJNER	2
4. KONTEJNERSKI BRODOVI	8
4.1. Klase i generacije kontejnerskih brodova	9
4.2. Plan ukrcaja tereta	14
5. KONTEJNERSKI TERMINAL	16
5.1. Skladištenje kontejnera na kontejnerskom terminalu	17
5.2. Informacijsko – komunikacijska tehnologija na kontejnerskom terminalu	18
6. SREDSTVA ZA PREKRCAJ KONTEJNERA	18
6.1. Obalne kontejnerske dizalice	19
6.2. Lučke mobilne dizalice	20
6.3. Portalni prijenosnik velikog raspona (eng. <i>transteiner</i>)	21
6.4. Portalni prijenosnik malog raspona (eng. <i>straddle carrier</i>)	22
6.5. Bočni prijenosnik (eng. <i>side loader</i>)	22
6.6. Bočni viličar (eng. <i>side fork</i>) i čeonu viličar (eng. <i>fork lift</i>)	23
6.7. Autodizalice (eng. <i>truck cranes</i>)	23
6.8. Hvatač kontejnera (eng. <i>spreader</i>)	23
7. ZAKLJUČAK	24
LITERATURA	26
POPIS SLIKA	28
POPIS TABLICA	30

1. UVOD

U današnjem globaliziranom svijetu, pomorstvo igra ključnu ulogu u međunarodnoj trgovini omogućujući učinkovit i siguran prijevoz tereta diljem svijeta. S obzirom na rastuću količinu tereta i brzinu manipuliranja, prostor za skladištenje kontejnera postaje od velikog značaja za operativnu uspješnost kontejnerskog terminala. U prvom dijelu rada prikazana je povijest kontejnerizacije, vrste kontejnera i razvoj kontejnerskih brodova. Kontejnerizacija, kao sustav organiziranog i standardiziranog pakiranja tereta u kontejnere, predstavlja revolucionarni pomak u transportu robe diljem svijeta. Ovaj koncept nije samo promijenio način na koji se roba transportira, već je transformirao cijeli lanac opskrbe i logističke procese, ubrzavajući prijevoz, smanjujući troškove i povećavajući učinkovitost pri manipulaciji tereta. Razvoj kontejnerskih brodova prati stalni tehnološki napredak koji je poboljšao brzinu, kapacitet, ekonomičnost i sigurnost pomorskog prijevoza. Prvi kontejnerski brodovi bili su djelomično prilagođeni prijevozu kontejnera, ali s rastom potražnje razvijali su se u veće i modernije brodove specijalizirane isključivo za prijevoz kontejnera. Središnji dio rada obrađuje opremu za prekrcaj kontejnera, koja obuhvaća širok spektar uređaja i strojeva korištenih u procesu utovara, istovara i manipulacije kontejnera na kontejnerskim terminalima. Na kraju, definiran je zaključak koji zaokružuje cjelokupno istraživanje.

2. POVIJEST KONTEJNERIZACIJE

Globalni svjetski razvoj uvjetovao je razvoj standardiziranog načina prijevoza tereta. Nužno je bilo uskladiti standard u svim prijevoznim granama što je predstavljalo veliki izazov koji nije bilo jednostavno ostvariti [2]. Osoba odgovorna za razvoj kontejnerizacije je Malcom McLean (Slika 1.) rođen 1914. godine u SAD-u u Sjevernoj Karolini. Od 1937. do 1950. godine imao je vlastitu prijevozničku tvrtku koja se sastojala od 1750 kamiona čineći tako peti najveći posao u državi.



Slika 1. Izumitelj kontejnera Malcom McLean.

Izvor:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3f/Malcolm_McLean_at_railing%2C_Port_Newark%2C_1957_%287312751706%29.jpg

Baveći se ovim poslom McLean je često dolazio u luke u kojima je promatrao lučke radnike koji satima tovore teret na brod i tako je dobio ideju za izradu samog kontejnera koji je postao nezamjenjiv. Godine 1955. podigao je kredit od 42 milijuna dolara i kupio brodarsku tvrtku Pan-Atlantic Steamship Company koju je preimenuvao u SeaLand Industries. U suradnji s Keithom Tantligerom dizajnirao je kontejner od 35 stopa kojim je bilo lako rukovati pri ukrcanju i iskrcanju, čvrst, te zatvoren kako bi štitio od vremenskih nepogoda i krađe. Nakon toga kupio je tanker pod imenom Ideal X i modificirao ga da zajedno s naftom može prenositi i kontejnere. Budući da je ovaj način prijevoza ostvario veliku potražnju, McLean je naručio novi brod potpuno specijaliziran za kontejnere pod imenom Gateway City koji je znatno smanjio stajanje u luci do te mjere da su za ukrcaj i iskrcaj bile potrebne samo dvije grupe lučkih radnika, a teret se iskrcavao brzinom 30 tona na sat što je za ono vrijeme bilo poprilično brzo. Na kraju je prodao svoju firmu za 160 milijuna dolara, te je kasnije zbog svojih zasluga od strane Međunarodne kuće slavnih pomoraca proglašen “Čovjekom Stoljeća” [3].

3. KONTEJNER

Prema međunarodnoj organizaciji za standardizaciju (ISO), kontejner je [1]:

- pravokutnog oblika,
- otporan na vremenske uvijete, namijenjen za višestruku upotrebu,
- konstruiran tako da omogućava brz ukrcaj i iskrcaj,
- prilagođen prijevozu robe s jednim ili više transportnih sredstava bez prekrcaja svog sadržaja,
- opremljen je uređajima za lako i brzo rukovanje,

- konstrukcija mu ne smije biti manja od 1 m³.

Prednost kontejnera leži u standardizaciji, izdržljivosti same konstrukcije te brzini rukovanja u luci, te činjenicom da su kontejneri svojom konstrukcijom prilagođeni prijevozu različitih vrsta tereta, od onih najjednostavnijih pa sve do kompleksnijih kao što su opasni tereti i različite vrste mehanizacije. Vrsta kontejnera koja će se koristiti pri transportu ovisi o sljedećim čimbenicima: fizička i kemijska svojstva tereta, veličina, dimenzije, volumen i gustoća tereta [1].

Ovo su neki od tipova kontejnera koji se koriste u pomorstvu [4]:

1. Kontejneri za suhi teret (eng. *dry storage container*) su kontejneri koji se koriste za skladištenje suhih materijala i najčešće su korišteni kontejneri za prijevoz (Slika 2.). Ovi kontejneri dolaze u različitim dimenzijama standardiziranim prema ISO standardima. Dolaze u veličinama od 10 stopa, 20 stopa i 40 stopa.



Slika 2. Kontejner za suhi teret.

Izvor: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ99NZozx3m-wR6WowBbZ3oxp08KB9W54SdHKxfIU_adA&s

2. Kontejneri bez vrha (eng. *open top container*) su kontejneri posebno dizajnirani za skladištenje roba bilo koje visine (Slika 3.). Mogu skladištiti robu bilo koje visine zbog svog dizajna, koji dolazi s poklopcem koji se može otvoriti kako bi se prilagodio robama bilo koje veličine.



Slika 3. Kontejner bez krova.

Izvor: <https://www.transoceancontainers.net/wp-content/uploads/2020/03/photo-above-open-top.jpg>

3. Kontejneri s otvorenim stranicama (eng. *open-sided container*) su kontejneri opremljeni vratima s jedne strane kako bi se mogli pretvoriti u potpuno otvorene strane, što olakšava pohranu robe u njih (Slika 4.).



Slika 4. Kontejner s otvorenim stranicama.

Izvor: <https://www.oceancontainer.com/uploads/8/2/9/3/82939802/published/20-open-side-cargo-container-both-sides-open.jpg?1525810793>

4. Hlađeni ISO kontejneri (eng. *refrigerated ISO container*) su kontejneri opremljeni mehanizmima za regulaciju temperature koje koristimo za prijevoz lako kvarljivih tereta (Slika 5.). Ovi kontejneri održavaju nisku temperaturu, koja se kontrolira tijekom cijelog putovanja.



Slika 5. Hlađeni ISO kontejner.

Izvor: https://www.oceancontainer.com/uploads/8/2/9/3/82939802/reefer-containers_2.jpg

5. Tank kontejneri (eng. *tank container*) su kontejneri posebno dizajnirani za prijevoz tekućih tvari (Slika 6.). Ovi kontejneri su većinom izrađeni od materijala otpornih na koroziju ili čvrstog čelika, što ih čini pogodnima za prijevoz tekućina.



Slika 6. Tank kontejner.

Izvor: <https://tecontainersolutions.com/wp-content/uploads/2020/05/DSCN2114.jpg>

6. Ravni kontejneri (eng. *flat container*) su kontejneri koji imaju sklopive stranice koje se mogu pretvoriti u ravnu stjenku, što pak olakšava utovar (Slika 7.).



Slika 7. Ravni kontejner.

Izvor:

<https://www.atsinc.com/hsfs/hubfs/Blogs/International/What%20is%20a%20Flatrack/Flatrack-Container.png?width=1000&name=Flatrack-Container.png>

7. Tunel kontejneri (eng. *tunnel container*) su kontejneri oblika tunela s vratima na oba kraja, što omogućuje lakši utovar i istovar robe (Slika 8.).



Slika 8. Tunel kontejner.

Izvor: <https://www.heavyquipmag.com/wp-content/uploads/2021/04/Bulldozer-on-Super-Rack.jpg>

8. Izolirani ili termalni kontejneri (eng. *Insulated or thermal containers*) su kontejneri opremljeni jedinicama za kontrolu temperature, što omogućuje održavanje temperature (Slika 9.). Pogodni su za skladištenje tereta koje treba transportirati na određenim temperaturama.

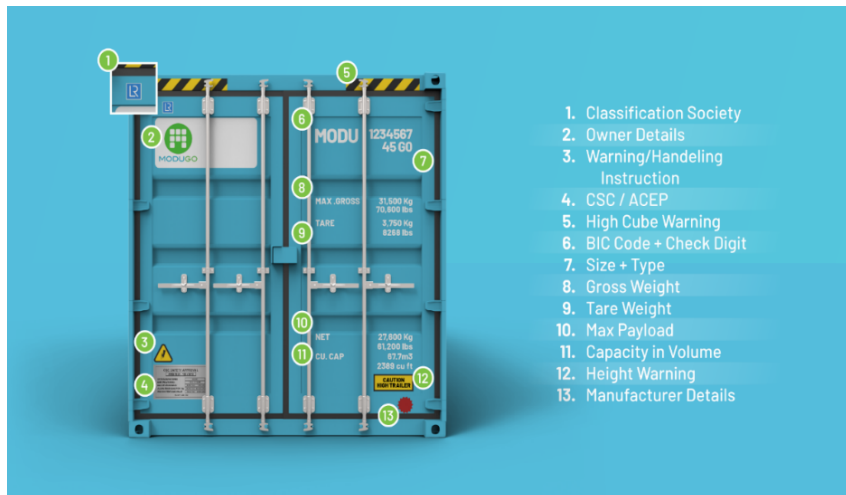


Slika 9. Izolirani kontejner.

Izvor: <https://www.rhinoplastics.co.za/wp-content/uploads/2020/09/Container-lining.jpg>

Standardni kontejneri imaju veličinu od 20 i 40 stopa. Kontejner veličine 20 stopa ima širinu od 2,44 metra, visinu od 2,59 metra i duljinu 6 metara, dok kontejner od 40 stopa ima gotovo istu širinu i visinu, ali duljinu od 12 metara. Koriste se mali, srednji i veliki kontejneri koji imaju specifične volumene i nosivosti. Osnovna mjerna jedinica je TEU (eng. *Twenty-foot equivalent unit*) koja se koristi kao standardna mjera za prijevoz kontejneriziranih tereta [5].

Označavanje kontejnera je jako bitno radi sigurnosti, slaganja tereta i praćenja tereta, a ono uključuje sve informacije o teretu, maksimalnu bruto i neto kilažu, upozorenje o visini, identifikacijski broj, BIC broj, serijski broj i ISO veličinu i vrstu kontejnera (Slika 10.). Identifikacijski broj sastoji se od BIC koda, serijskog broja i kontrolne znamenke. *Bureau International des Containers et du Transport Intermodal* (BIC) služi za identifikaciju vlasnika kontejnera i njegov kod je nezamjenjiv, serijski broj se sastoji od 6 znamenki te služi za praćenje. Kontrolna znamenka se nalazi unutar serijskog broja i služi za provjeru valjanosti identifikacijskog broja [6].



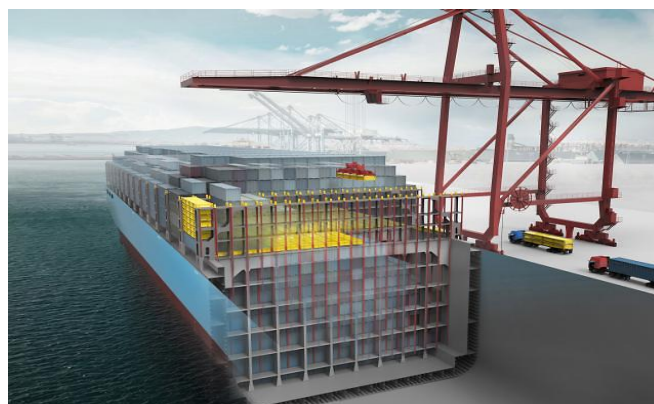
1. Classification Society
2. Owner Details
3. Warning/Handling Instruction
4. CSC / ACEP
5. High Cube Warning
6. BIC Code + Check Digit
7. Size + Type
8. Gross Weight
9. Tare Weight
10. Max Payload
11. Capacity in Volume
12. Height Warning
13. Manufacturer Details

Slika 10. Prikaz označavanja kontejnera.

Izvor: https://modugo.com/wp-content/uploads/2021/07/202005_Search_BlogPost.png

4. KONTEJNERSKI BRODOVI

Teretni brodovi namijenjeni prijevozu kontejneriziranog tereta nazivaju se kontejnerskim brodovima (Slika 11.) [7]. Kontejnerski brodovi mogu se podijeliti na brodove matice i *feeder* kontejnerske brodove. Brodovi matice su brodovi velikog prijevoznog kapaciteta koji isključivo pristaju u glavne distribucijske kontejnerske luke (eng. *hub port*) koje su uglavnom smještene na glavnim trgovinskim plovidbenim linijama. *Feeder* kontejnerski brodovi prevoze teret iz glavnih regionalnih kontejnerskih luka u okolne manje sporedne kontejnerske luke (eng. *spoke port*) u koje brodovi matice ne mogu uploviti zbog raznih ograničavajućih čimbenika. Bitno je naglasiti da se danas svjetska trgovina ne može zamisliti bez kontejnerskih brodova, stoga će u ovom poglavlju biti predstavljene generacije kontejnerskih brodova.



Slika 11. Presjek skladišta kontejnerskog broda.

Izvor: <https://image.ajunews.com/content/image/2022/11/01/20221101172710431908.jpg>

Kontejnarski brodovi mogu se podijeliti na [8]:

- klasične trgovačke brodove,
- preuredive kontejnerske brodove,
- djelomično kontejnerske brodove, i
- potpuno kontejnerske brodove.

S obzirom na način ukrcaja i iskrcaja tereta kontejnerski brodovi mogu se podijeliti na [1]:

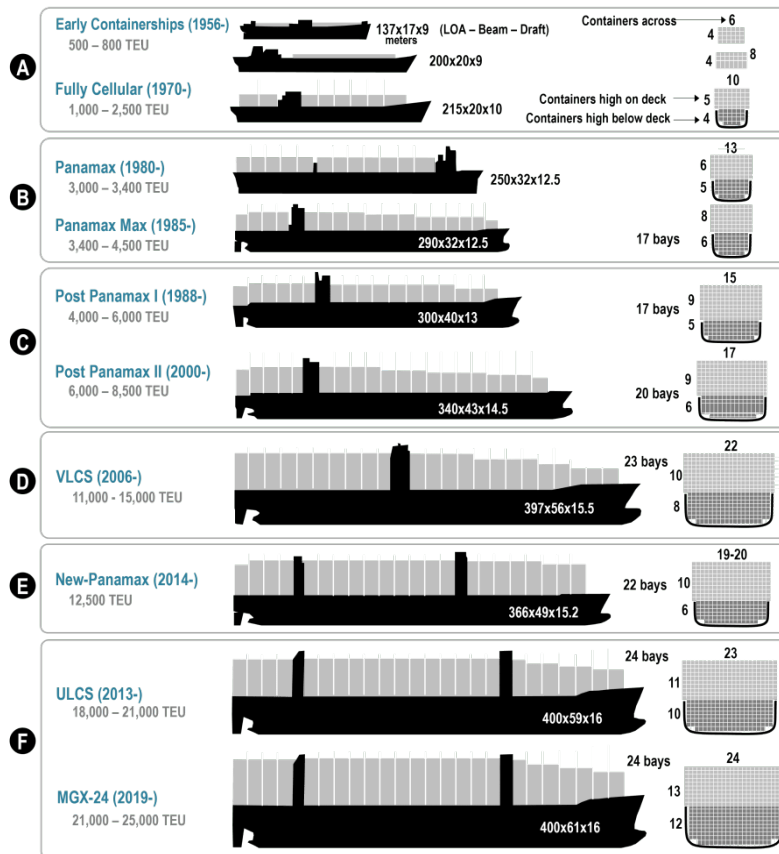
- LO-LO (eng. *lift on - lift off*), podigni-spusti
- RO-RO (eng. *roll on - roll off*), dokotrljaj-otkotrljaj
- FLO-FLO, (eng. *float on - float off*), doplutaj-otplutaj

4.1. Klase i generacije kontejnerskih brodova

U Tablici 1. i na Slici 12. prikazane su klase i generacije kontejnerskih brodova.

Tablica 1. Klase i generacije kontejnerskih brodova.

Klasa i generacije	Godina	TEU	Dužina (m)	Širina (m)	Gaz (m)
I. Early containership	1956.	800	137	17	9
I. Fully Cellular	1970.	1,000-2,500	215	20	10
II. Panamax	1980.	3,000-3,400	250	32	12,5
III. Post Panamax	1985.	3,400-4,500	290	32	12,5
IV. Post Panamax Plus I	1988.	4,000-6,000	300	40	13
IV. Post Panamax Plus II	2000.	6,000-8,500	340	43	14,5
V. E-Class	2006.	11,000-15,000	397	56	15,5
VI. ULCV	2013.	18,000-21,000	366	49	15,2
VII.	2017.	12,500	400	59	16
VIII. MGX-24	2019.	21,000-25,000	400	61	16



Slika 12. Generacije kontejnerskih brodova.

Izvor: https://i0.wp.com/transportgeography.org/wp-content/uploads/containerships_evolution2.png?resize=961%2C1024&ssl=1

a) I. generacija

Razvoj prve generacije kontejnerskih brodova može se podijeliti na dva dijela. U prvom dijelu, od 1956. godine do 1970. godine, koriste se prenamijenjeni tankeri i brodovi za prijevoz rasutog tereta do 800 TEU-a. Ova generacija predstavlja početak razvoja kontejnerskih brodova koji su spori i mogu nositi kontejnere samo na palubi. Koriste vlastite dizalice jer luke nisu opremljene sredstvima za prekrcaj kontejnera. Prvi prenamijenjeni brod koji je potpuno specijaliziran za prijevoz kontejnera je „Gateway City“ s kapacitetom od 226 kontejnera.

Početak 70.-ih godina 20. stoljeća, razvoj kontejnerskih brodova ulazi u svoju drugu fazu, poznatu po gradnji novih brodova, za razliku od prethodne faze koja se oslanjala na prenamjenu postojećih brodova. Prednost FCC (eng. *fully cellular containership*) je ta što se kontejneri slažu po cijeloj palubi i ispod nje, te većina ovih brodova ne koristi dizalice što omogućuje

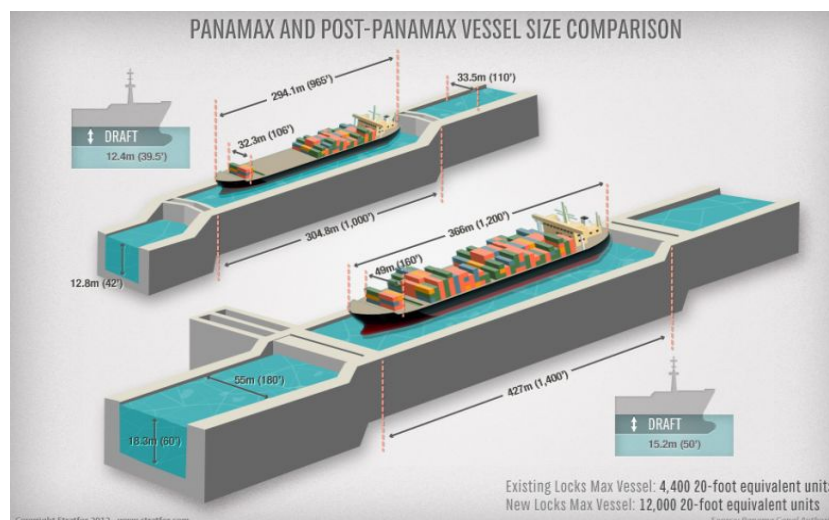
maksimalno iskorištavanje prostora. Brzine ovih brodova kreću se u rasponu od 20 do 24 čvora [9].

b) II. generacija

Sve veći razvoj globalnog gospodarstva uvjetovao je gradnju brodova većih kapaciteta. Kontejnerski brod većeg kapaciteta rezultira većim prijevoznim učinkom. Gradnjom broda „Neptune Garnet“ kapaciteta 4100 TEU-a, 1980. godine započinje razvoj nove generacije kontejnerskih brodova. Isporukom broda „American New York“ kapaciteta 4500 TEU-a dosegnute su maksimalne dimenzije s kojima je brod mogao proći kroz Panamski kanal u to vrijeme [9].

c) III. generacija

Izgradnjom broda „APL President Truman“ započeta je III. generacija kontejnerskih brodova Post Panamax. Njegove dimenzije predstavljaju izazov za održavanje, jer ne može pristati u određene luke zbog ograničene dubine. S ukupnom nosivošću od 4500 TEU ulazi u eksploataciju 1988. godine. On je prvi kontejnerski brod koji je svojom širinom prešao ograničenja tadašnjeg panamskog kanala od 32,2 metra [9]. Na slici 13. prikazana je usporedba Panamax i Post-Panamax kontejnerskih brodova.



Slika 13. Usporedba veličine Panamax i Post-Panamax kontejnerskih brodova u Panamskom kanalu.

Izvor:

https://www.stratfor.com/sites/default/files/styles/wv_small/public/main/images/Panamax_pana_canal_0.jpg?itok=01TXDYap

d) IV. generacija

Tijekom cijelog desetljeća prevladavaju brodovi Panamax klase s ukupnom nosivošću od 4500 TEU. Porinućem broda „Regina Maersk“ kapaciteta 6400 TEU započinje nova generacija kontejnerskih brodova pod nazivom Post Panamax Plus (Slika 14.).



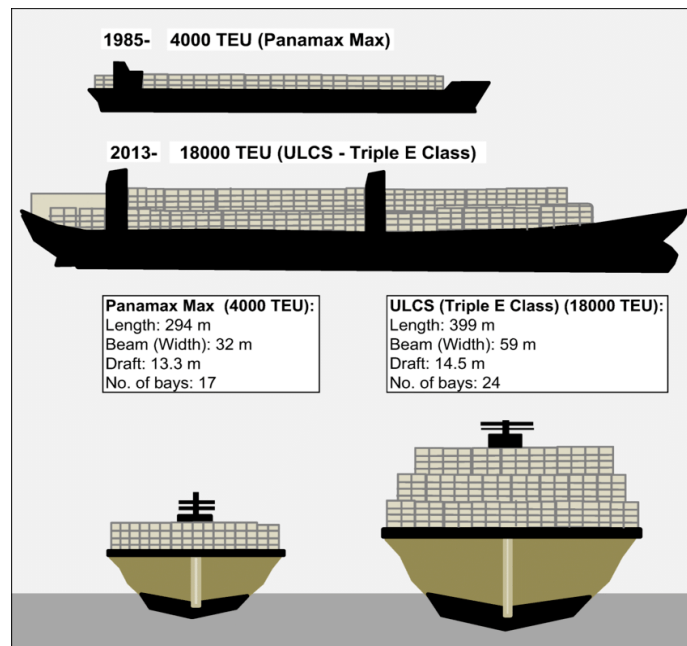
Slika 14. Začetnik Post Panamax Plus klase Regina Maersk.

Izvor: https://www.modelshipmaster.com/products/ocean_liners/regina-maersk/Regina-MAERSK.jpg

Ova generacija predstavlja dvije vrste brodova: Post Panamax Plus I i II. Razlika je u tome što brodovi Post Panamax Plus I nemaju poklopce skladišta, koriste se vodilice koje sežu od dna skladišta pa do određenog broja kontejnera u visinu. Nedostatak ovog sustava je taj što se u skladištu nakuplja voda koja se sustavom kaljuža mora ispumpati van, a glavna prednost je znatno brži ukrcaj i iskrcaj tereta. Drugi tip brodova je onaj s poklopcima palube i bez vodilica koje osiguravaju kontejnere. Umjesto vodilica koristi se čelična konstrukcija koja osigurava kontejnere. Na taj način omogućeno je slaganje više redova kontejnera na palubi broda [9].

e) V. i VI. generacija

Tvrtka Maersk 2006. godine predstavlja novi brod „Emma Maersk“ (*E - class*) kapaciteta do 14500 TEU. Ova klasa brodova zadržala je titulu rekordera sve do pojave klase "*Maersk Triple E*" u 2013., koja je imala kapacitet od 18000 TEU-a. Ovi brodovi, nazvani *Ultra Large Container Vessels* (ULCV) ili Post New Panamax, svojim su dimenzijama premašili kapacitete tadašnjeg proširenog Panamskog kanala (Slika 15.) [9].



Slika 15. Razvoj kontejnerskih brodova d 1985. do 2013. godine.

Izvor:

<https://www.researchgate.net/publication/329780607/figure/fig10/AS:963461391585281@1606718504138/Overview-of-the-scale-of-container-ships-used-along-the-given-line-shipping-trunk.png>

f) VII. i VIII. generacija

Izgradnja sedme generacije započinje 2017. godine izgradnjom broda MOL Triumph. Nosivost ovog broda iznosi 20000 TEU, duljine 400 metara, širine 58,8 metara. Ovo razdoblje obilježio je kontinuirani rast u nosivosti i broju kontejnera koje brodovi mogu prevoziti. Nakon dvije godine dolazi nova generacija brodova pod nazivom MGX-24 u kojoj svake godine veličina TEU-a raste. Najveći brod u ovoj klasi je MSC Irina (Slika 16.) s kapacitetom od 24346 TEU i 399,9 metara duljine i 61,3 metra širine [10].



Slika 16. Najveći kontejnerski brod MSC Irina.

Izvor: <https://static.vesselfinder.net/ship-photo/9929429-636022601-85c74efd1dc57ffcd4953f964863564b/1?v1>

4.2. Plan ukrcaja tereta

Kako bi sigurno ukrcali teret na brod moramo poznavati konstrukcijske karakteristike broda i podatke o teretu koji se nalaze u manifestu tereta (eng. *Cargo Manifest*). Kontejnerski brodovi krcaju veliki broj kontejnera koje je vrlo teško ukrcati na brod uz pomoć klasičnog izračuna „na ruke“, stoga se koriste različiti računalni programi koji na osnovu dobivenih podataka sastavljaju plan ukrcaja za koji je odgovoran prvi časnik palube i kapetan.

Položaj kontejnera na brodu za prijevoz kontejnera se određuje pomoću koordinatnog sustava *bay – row – tier* (Slika 17.) [11].

- *Bay* – red kontejnera po dužini kontejnerskog broda
- *Row* – red kontejnera po širini broda
- *Tier* – red kontejnera po visini skladišta ili broda. Dio brodskog skladišta za uzdužno slaganje kontejnera.



Slika 17. Koordinatni sustav *bay-row-tier*.

Izvor: <https://i.ytimg.com/vi/m2PqD3kCulE/hqdefault.jpg>

Ukrcaj kontejnera na brod je složen proces čiji rezultat ovisi o karakteristikama samog broda i njegovoj predviđenoj ruti, koja se mora precizno odrediti prije polaska iz luke. Osim uzimanja u obzir siguran i pravilan ukrcanj tereta prema IMDG kodeksu, moramo uzeti u obzir i sljedeće čimbenike [12]:

- stanje balasta i goriva po tankovima,
- količina goriva potrebna za putovanje,
- iskrcaj i ukrcanj balasta pri dolasku u luku,
- nosivost broda (*eng. deadweight*),
- svi ostali podaci i zahtjevi koji utječu na sigurnost broda i tereta.

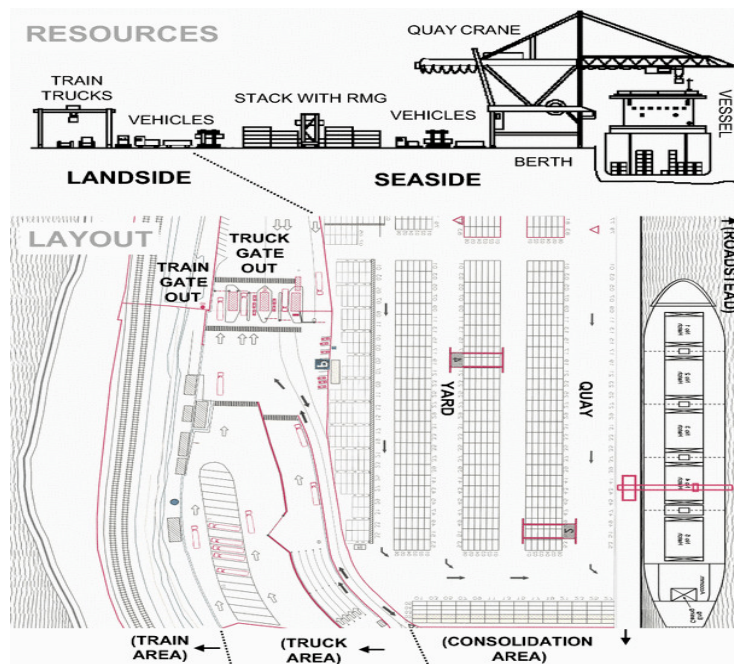
Glavni izazov pri ukrcanju tereta nije samo povezan s stabilnošću i sigurnošću broda, već i s upravljanjem teretom koji pripada velikom broju različitih vlasnika. Česte promjene u lukama iskrcaja i nedolasci na ugovorene lokacije dodatno otežavaju proces. Od vitalne je važnosti uzeti u obzir sve uticajne faktore sa svrhom ostvarivanja optimalnog rasporeda kontejnerskih jedinica na brodu.

Pri tome se uzimaju u obzir sljedeći podaci [11]:

- plovidbeni put broda,
- luke ticanja,
- trenutni teret ukrcan na brod,
- očekivani teret za ukrcanj.

5. KONTEJNERSKI TERMINAL

Lučki kontejnerski terminali su glavna prometna čvorišta koja povezuju sve vrste transporta: cestovni, željeznički i pomorski. Kontejnerski terminal je dio lučkog sustava koji je specijaliziran za prekrcaj kontejnera između brodova i kopnenih prijevoznih sredstava (Slika 18.) [12]. Glavna svrha kontejnerskog terminala je brz ukrcaj i iskrcaj tereta, te njegova distribucija u unutrašnjost kopna.



Slika 18. Shematski prikaz kontejnerskog terminala.

Izvor:

<https://www.researchgate.net/publication/308846759/figure/fig3/AS:416039184683011@1476202879605/Resources-and-layout-of-the-pilot-container-terminal-system.png>

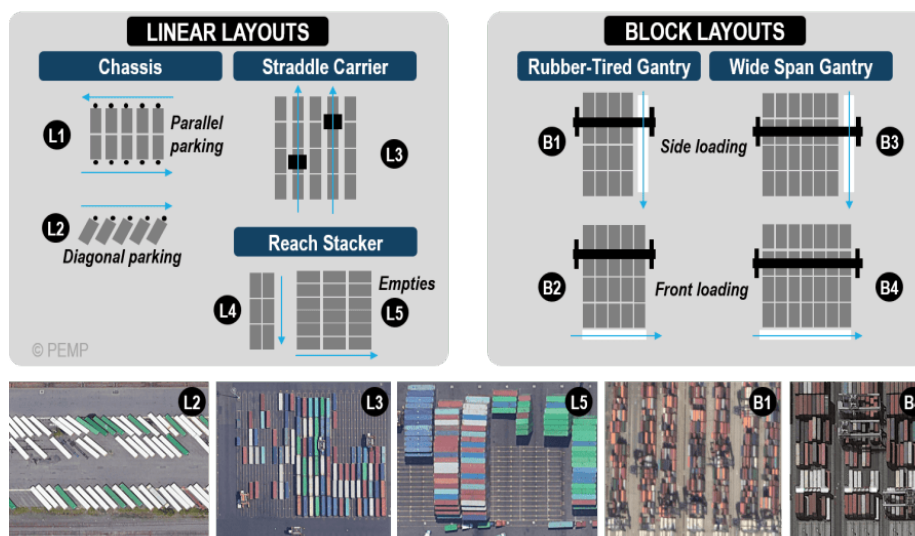
U svrhu boljeg razumijevanja sustava koji se koristi na kontejnerskim terminalima pojasniti će se njegova struktura i glavni elementi, prikazani na Slici 18.:

- glavni dok za pristajanje kontejnerskih brodova, te prilaz samom doku,
- operativna površina na kojoj se odvija prekrcaj kontejnera s broda na kopno,
- prostor za skladištenje standardiziranih i specijalnih kontejnera,
- prostor za održavanje i popravke,
- prekrcajna sredstva koja se dijele na prekrcajne mostove i sredstva za manipuliranje kontejnerima pri skladištenju i distribuciji,
- infrastruktura i administracija potrebna za rad terminala.

Stalnim povećavanjem dimenzija i nosivosti kontejnerskih brodova, kontejnerski terminali su prisiljeni stalnom širenju. Pri projektiranju kontejnerskih terminala bitno je uzeti u obzir povećanje količine tereta, te sposobnost kontejnerskog terminala da se prostorno širi što se odnosi na dok, operativnu površinu za prekrcaj i skladištenje kontejnera.

5.1. Skladištenje kontejnera na kontejnerskom terminalu

Skladište kontejnera je zona gdje se kontejneri skladište dok čekaju za ukrcaj na kontejnerski brod ili preuzimanje za unutrašnju distribuciju. Gust promet i veliki kapacitet kontejnerskih brodova, zahtijeva veće prostore za skladištenje kontejnera. Na kontejnerskim terminalima koriste se različite metode skladištenja i slaganja kontejnera. Linearna metoda slaganja kontejnera se rijetko koristi na kontejnerskim terminalima (Slika 19.), a često na željezničkim terminalima. Blok sustav se koristi kako bi se uštedilo na prostoru, slažu se do četiri kontejnera u visinu i na taj način 1000 TEU-a zauzima jedan hektar. Određeni dijelovi skladišnog prostora su namijenjeni za rashladne kontejnere koji na nekim terminalima zauzimaju 5 % površine [13].



Slika 19. Linearni i blok sustav slaganja kontejnera na kontejnerskom slagalištu.

Izvor: https://i0.wp.com/porteconomicsmanagement.org/wp-content/uploads/container_yard_configuration.png?resize=1024%2C548&ssl=1

Razlikujemo dvije vrste skladišta na kontejnerskom terminalu [14]:

- otvorena skladišta – slagalište,
- zatvorena skladišta.

Slagalište je bitan element kontejnerskog terminala jer služi za prihvat većine tereta koji dolazi na terminal. Zauzima veliku površinu terminala i na njemu se slažu kontejneri otporni na vremenske uvjete. Pri projektiranju slagališta posebnu pozornost treba usmjeriti na nosivost tla i pokretnih sredstava za prekrcaj, prostor za njihovo manipuliranje i dodatnu površinu za slaganje u slučaju povećanja kapaciteta terminala. Slaganje kontejnera obavlja se prema sljedećem redu: vlasnici kontejnera, brodske linije, vrijeme otpreme, vrsta kontejnera, ispravnost kontejnera, sadržaj kontejnera. Zatvorena skladišta za kontejnere su prostori koji služe za sigurno skladištenje osjetljivih i vrijednih tereta, carinsku kontrolu i pregled kontejnera. Omogućuju organizirano i efikasno rukovanje teretom, što je posebno važno za terete koji zahtijevaju posebne uvijete skladištenja

5.2. Informacijsko – komunikacijska tehnologija na kontejnerskom terminalu

Razvojem kontejnerskih brodova, došlo je do širenja kontejnerizacije koja je danas jedna od najvećih industrija svijeta, procjenjuje se da je njena vrijednost u 2023. godini iznosila 9,01 bilijun američkih dolara, za razliku od 2020. godine kada je iznosila 6,3 bilijuna [16]. S takvim razvojem i rastućom količinom prevoženog tereta, potrebne su nove tehnološke inovacije kako bi ova industrija ostala konkurentna. Diljem svijeta postoje mnogi terminali različitih veličina, pri čemu je najveći kontejnerski terminal u Shanghaiu, čiji godišnji promet iznosi 47 milijuna TEU-a. Najveći kontejnerski terminal u Europi je u Rotterdamu, gdje se godišnje rukuje s 8,3 milijuna TEU-a, dok je u Americi najveća luka Los Angeles, koja rukuje s teretom od 10,7 milijuna TEU-a [17]. Zbog ogromne količine tereta, fizičko nadziranje postaje otežano, pa se radi sigurnosti i efikasnosti poslovanja koriste različiti informatički sustavi koji prate protok tereta unutar kontejnerskih terminala. Jedan od takvih sustava je SeaGate, koji uz pomoć kamera i senzora prati kretanje kontejnera unutar terminala [12].

6. SREDSTVA ZA PREKRCAJ KONTEJNERA

Kontejnerske dizalice su sredstva koja služe za manipuliranje kontejnerima na kontejnerskom terminalu. Vrstu dizalice koja će se koristiti za prekrcaj kontejnera uvjetuje kapacitet terminala i kontejnerskih brodova za koje se pretpostavlja da će terminal redovito opsluživati [17]. Izgradnjom prvog kontejnerskog broda, nužno je bilo modernizirati terminale i opremu za prihvat kontejnera. Ključni faktor u ovom sustavu su portalne dizalice koje omogućuju prijelaz kontejnera s broda na obalu i obrnuto. Osim tih sredstava koriste se automatski vođena vozila

- AGV¹, te razne vrste viličara i pokretnih dizalica koji teret preuzimaju i razvrstavaju za daljnji transport.

6.1. Obalne kontejnerske dizalice

Obalne kontejnerske dizalice nazivamo prekrcajnim mostovima jer služe za prijelaz kontejnera s broda na terminal za daljnju distribuciju (Slika 20.). Pravokutni oblik i čvrsta konstrukcija ovu dizalicu čine stabilnom i zbog toga posjeduje veliki dohvat i sposobnost podizanja kontejnera velike nosivosti. Mogu biti fiksne ili pokretne na tračnicama, a za zahvat kontejnera koriste hvatač kontejnera (*eng. spreader*) koji se pomiče na voznim kolicima duž mosta dizalice. Upravljanje dizalicom može biti automatsko ili ručno od strane operatera. Poznavanje prekrcajnog učinka i tehničkih obilježja kontejnerske dizalice od vitalne je važnosti za predodžbu prometa jednog kontejnerskog terminala. Pri izračunu prekrcajnog učinka kontejnerskih dizalica na terminalu, uzimamo u obzir ukupan godišnji promet, broj dizalica na terminalu i prosječno vrijeme rada tijekom jednog tjedna [14].



Slika 20. Lučka mosna dizalica.

Izvor: https://www.dana-industrial.com/wp-content/uploads/2019/07/STS_Grey-Filling_Products_Shadow-intern.jpg

Tehnička obilježja obalne kontejnerske dizalice jesu [14]:

- nosivost,
- maksimalna duljina dohvata prema moru,

¹ AGV – Automated guided vehicle

- visina podizanja tereta,
- brzina vožnje voznog vitla,
- brzina podizanja tereta pri različitim opterećenjima.

Bitno je spomenuti da u ovom cjelokupnom sustavu imamo različite veličine kontejnerskih terminala, kontejnerskih brodova i samih kontejnera, stoga obalne kontejnerske dizalice koje su glavna prekrcajna komponenta se moraju prilagođavati tim uvjetima. U Tablici 2. prikazane su klase i specifikacije obalnih dizalica.

Tablica 2. Klase i specifikacije kontejnerske dizalice

Klasa	Panamax	Post Panamax	Super Post Panamax	Megamax	Dizalice za slaganje širokog dometa
Dohvat	Do 38 m	Do 45 m	Do 53 m	Iznad 53 m	30-40 m
Visina dizanja	Do 13	Do 16	Do 19	20 +	13+
Sigurno radno opterećenje	40-50 t jednostruki 65 t dvostruki	40-50 t jednostruki 65 t dvostruki	40-50 t jednostruki 65 t dvostruki 100 t tandem	40-50 t jednostruki 65 t dvostruki 100 t tandem	40-50 t jednostruki 65 t dvostruki
Brzina dizanja	50-125 m/min	60-150 m/min	70-175 m/min	90-180 m/min	50-125 m/min
Brzina kolica	150-180 m/min	180-210 m/min	210-240 m/min	210-240 m-min	180 m/min
Brzina putovanja	45 m/min	45 m/min	45 m/min	45 m/min	100-140 m/min
Opterećenje kotača	30-45 t/m	40-55 t/m	55-65 t/m	65 + t/m	40-50 t/m

Izvor: [18].

6.2. Lučke mobilne dizalice

Uloga lučke mobilne dizalice na kontejnerskom terminalu je višenamjenska jer služi za prekrcaj kontejnera i različitih vrsta tereta. Prema potrebi koriste se hvatačem kontejnera za prekrcaj kontejnera ili uobičajenim hvatačem za ostale terete (Slika 21.). Kreće se po terminalu na gumenim kotačima i može se okretati za 360 stupnjeva. Dohvat je 35 metara i više, a nosivost

tereta koji može podići je od 30 pa do 50 tona. Prednost ove dizalice je visoka pokretljivost, a nedostatak cjelokupna težina koja može oštetiti površinu terminala [14].

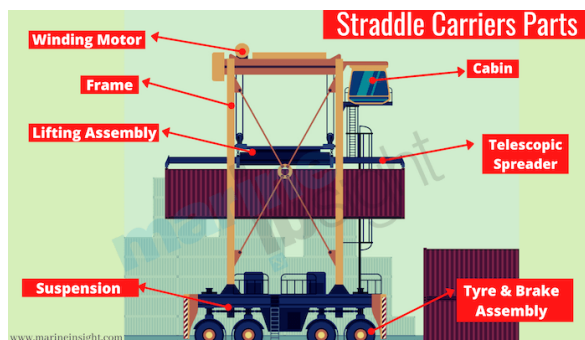


Slika 21. Lučka mobilna dizalica.

Izvor: https://www.pan-nova.com/images/stories/virtuemart/product/182972764_434195_lp.jpg

6.3. Portalni prijenosnik velikog raspona (eng. *transteiner*)

Portalni prijenosnik velikog raspona je specijalno vozilo namijenjeno slaganju kontejnera (Slika 22.). Poprilično je mobilan i ne zahtijeva velika sredstva za održavanje. Konstrukcija je pravokutnog oblika i velikih dimenzija što omogućuje dobru preglednost i rad iznad polja pet kontejnera u širinu i tri kontejnera u visinu [19]. Prosječno vrijeme potrebno za prekrcaj jednog kontejnera je 1,7 do 6 minuta, što omogućuje prekrcajni učinak od 980 t/h sa 10 do 35 radnih ciklusa u satu. Manipulira sa svim vrstama kontejnera i po potrebi s različitim teškim teretima. Nosivost mu je 30 do 40 tona [14].



Slika 22. Konstrukcija portalnog prijenosnika velikog raspona.

Izvor: <https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2020/05/Straddle-parts.png>

6.4. Portalni prijenosnik malog raspona (eng. *straddle carrier*)

Portalni prijenosnik malog raspona namijenjen je za slaganje 20 stopnih kontejnera i to dva ili tri reda u visinu. Glavni nedostaci su mu rad na malim udaljenostima i visoka cijena održavanja [19]. Prednost prijenosnika malog raspona je što imaju veliku prekrcajnu brzinu za razliku od prijenosnika velikog raspona. Idealni su za rad na slagalištima i imaju nosivost od 30 do 40 tona. Kreću se na gumenim kotačima koji se mogu zakretati za 360 stupnjeva [14].

6.5. Bočni prijenosnik (eng. *side loader*)

Ova vrsta prekrcajnog sredstva ukrcava, iskrcava i prenosi kontejnere bočno (Slika 23.). Prednost bočnog prijenosnika je jednostavno rukovanje, velika manevarska sposobnost u uskim prostorima i mogućnost slaganja kontejnera po tri u visinu [14].



Slika 23. Bočni prijenosnik.

Izvor: https://i.ytimg.com/vi/ynofebPQ-F0/maxresdefault.jpg?sqp=-oaymwEmCIAKENAF8quKqQMa8AEB-AH-CYAC0AWKAgwIABABGGUgVihUMA8=&rs=AOn4CLBr5U6uqtq7cdpss9g-ubOoEBU_2A

6.6. Bočni viličar (eng. *side fork*) i čeoni viličar (eng. *fork lift*)

Bočni i čeoni viličari imaju slične tehničke specifikacije. Glavna razlika je u tome što se bočnome hvatač nalazi sa strane, a čeonome ispred operativne kabine (Slika 24.). Bočni je poprilično pokretljiv, dok je čeoni teži za manipulaciju i zbog toga dolazi do oštećenja na samome vozilu i kontejnerima. Pogone se motorima SUI s hidrauličkim uređajem za dizanje i spuštanje kontejnera, a kapacitet nosivosti je 30 do 50 tona. Čeoni viličar može slagati do pet kontejnera u visinu [14].



Slika 24. Čeoni viličar.

Izvor: <https://www.taylorforklifts.com/images/model/XLC975.jpg>

6.7. Autodizalice (eng. *truck cranes*)

Na suvremenim kontejnerskim terminalima koriste se autodizalice (AGV) koje samostalno manipuliraju kontejnerima bez ljudskog nadzora. Prednost ovih dizalica je što poboljšavaju prekrcajnu ratu i smanjuju postotak štete na kontejnerima. Pogonjene su dizelskim ili benzinskim motorom s elektrohidrauličkim mehanizmom za dizanje i spuštanje kontejnera. Nosivost im je 30 do 50 tona [14].

6.8. Hvatač kontejnera (eng. *spreader*)

Hvatač kontejnera je poseban lučki alat za rukovanje s kontejnerima u operacijama „digni – spusti“ (engl. *lift on – lift off*).



Slika 25. Hvatač kontejnera (eng. *spreader*).

Izvor: https://www.containerspreaders.com/wp-content/uploads/2019/04/tec_mv2_y_mv4.jpg

Koriste se dvije vrste hvatača za prekrcaj kontejnera [14]:

- a) standardni hvatač je jednostavnije izvedbe i koristi se za kontejnere od 20, 30, 40 stopa kao i za Sea-land Norm kontejnere od 35 stopa,
- b) univerzalni hvatač je teže i složenije konstrukcije. Namijenjen je za manipuliranje sa svim vrstama kontejnera. Može se priključiti na sve vrste mehanizacije koja se koristi za prekrcaj kontejnera.

7. ZAKLJUČAK

Kontejnerski promet je nezamjenjiva transportna grana potrebna za rast svjetskih ekonomija. Njen vlastiti razvoj ne samo da potiče razvoj drugih ekonomija, već i pruža temelje za globalnu povezanost i trgovinu, potičući međunarodnu suradnju i ekonomsku stabilnost. Početak korištenja kontejnera bio je obilježen prilagodbom konvencionalnih brodova za prijevoz kontejnera, no ubrzo su se počeli graditi specijalizirani kontejnerski brodovi, što dodatno ističe razvoj tehnologije u tom području. Zbog velike potrebe za standardizacijom i brзом manipulacijom tereta došlo je do izgradnje kontejnerskih terminala opremljenih specijaliziranom opremom za prihvat kontejnera.

Nezaustavljivi napredak tehnologije utjecao je na povećanje kapaciteta i uvođenje novih promjena na kontejnerskim terminalima. Jedna od ključnih promjena je razvoj informacijsko-komunikacijskih sustava koji su glavni organizatori rada na terminalima glede utovara i istovara tereta, rasporeda za slaganje unutar skladišta terminala te daljnje distribucije prema kopnu ili na brodove. Ovi sustavi su od velike važnosti za nadzor nad kontejnerima i njihovim sadržajem u luci, te za njihovo praćenje od ishodišta do odredišta.

Poboljšanje tehničko-tehnoloških karakteristika terminala je ključno za ostvarivanje svih navedenih prednosti koje ovu industriju stvara profitabilnom i održivom.

LITERATURA

1. Vranić, D., Kos, S. (2008.) Morska kontejnerska transportna tehnologija I. Rijeka, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci
2. Dundović, Č. (2002.) Lučki terminali, Rijeka, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet Rijeka
3. Pribilović, G. (2016.) Tehničko-tehnološka obilježja kontejnerskih terminala. Završni rad. Šibenik.
4. Žeželić, S.(2021.) Analiza kontejnerskih brodova kroz generacije razvoja. Završni rad. Rijeka.
5. Mišković, D., Ivče, R., Popović, M. (2015.) Tehnološki razvoj kontejnerskih brodova kroz povijest, Naše More.
6. Krile, S., Ristov, P. (2010.) Programski paketi za rukovanje kontejnerima, Naše More
7. Hasanspahić, N., Tehnologija prijevoza kontejnera i RO – RO tehnologija, Predavanje br. 8, Dubrovnik 2022
8. The History of Shipping Containers. URL adresa:
<https://www.discovercontainers.com/a-complete-history-of-the-shipping-container>
(Siječanj 2024)
9. Wikipedia. URL adresa:
https://en.wikipedia.org/wiki/Malcom_McLean (Ožujak, 2024)
10. Types of containers used for shipping cargo. URL adresa:
https://en.wikipedia.org/wiki/Malcom_McLean (Veljača, 2024)
11. Cambridge Dictionary. URL adresa:
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=37ce29df2ef7c0baJmltdHM9MTcwNDY3MjAwMCZpZ3VpZD0zMTQ2ZjBkMC0zYjk2LTY5YmUtMWFIMC11MjM3M2EyNzY4MTIimaW5zaWQ9NTIyMg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3146f0d0-3b96-69be-1ae0-e2373a276812&psq=teu+meaning&u=a1aHR0cHM6Ly9kaWN0aW9uYXJ5LmNhbWJy> (Siječanj, 2024)
12. Labels on shipping containers. URL adresa:
<https://modugo.com/blog/shipping-container-labels/> (Siječanj, 2024)
13. Largest container ships. URL adresa:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_container_ships (Ožujak, 2024)
14. The Configuration of Container Yards. URL adrese:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_container_ships (Siječanj, 2024)

15. Statista. URL adresa:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_container_ships (Ožujak, 2024)

16. Cranes. URL adresa:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_container_ships (Siječanj, 2024)

17. Ship to shore container cranes. URL adresa:

<https://www.liebherr.com/en/usa/products/maritime-cranes/port-equipment/container-bridges/ship-to-shore-container-cranes.html> (Siječanj, 2024)

18. Prometna zona. URL adresa:

<https://www.prometna-zona.com/dizalice-i-prijenosnici/> (Siječanj, 2024)

POPIS SLIKA

Slika 1. Izumitelj kontejnera Malcom McLean.	2
Slika 2. Kontejner za suhi teret.	3
Slika 3. Kontejner bez krova.	4
Slika 4. Kontejner s otvorenim stranicama.	4
Slika 5. Hlađeni ISO kontejner.	5
Slika 6. Tank kontejner.	5
Slika 7. Ravni kontejner.	6
Slika 8. Tunel kontejner.	6
Slika 9. Izolirani kontejner.	7
Slika 10. Prikaz označavanja kontejnera.	8
Slika 11. Presjek skladišta kontejnerskog broda.	8
Slika 12. Generacije kontejnerskih brodova.	10
Slika 13. Usporedba veličine Panamax i Post-Panamax kontejnerskih brodova u Panamskom kanalu.	11
Slika 14. Začetnik Post Panamax Plus klase Regina Maersk.	12
Slika 15. Razvoj kontejnerskih brodova d 1985. do 2013. godine.	13
Slika 16. Najveći kontejnerski brod MSC Irina.	14
Slika 17. Koordinatni sustav <i>bay-row-tier</i>	15
Slika 18. Shematski prikaz kontejnerskog terminala.	16
Slika 19. Linearni i blok sustav slaganja kontejnera na kontejnerskom slagalištu.	17
Slika 20. Lučka mosna dizalica.	19

Slika 21. Lučka mobilna dizalica.	21
Slika 22. Konstrukcija portalnog prijenosnika velikog raspona.	22
Slika 23. Bočni prijenosnik.	22
Slika 24. Čeoni viličar.	23
Slika 25. Hvatač kontejnera (eng. <i>spreader</i>).	24

POPIS TABLICA

Tablica 1. Klase i generacije kontejnerskih brodova.	9
Tablica 2. Klase i specifikacije kontejnerske dizalice	20