

# Razvoj kontejnerskih brodova s osvrtom na najveće nesreće u kontejnerskom brodarstvu

---

Šen, Patrik

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:288068>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-18**



**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](#)



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**PATRIK ŠEN**

**RAZVOJ KONTEJNERSKIH BRODOVA S OSVRTOM NA  
NAJVEĆE NESREĆE U KONTEJNERSKOM BRODARSTVU**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**RAZVOJ KONTEJNERSKIH BRODOVA S OSVRTOM NA  
NAJVEĆE NESREĆE U KONTEJNERSKOM BRODARSTVU**

**DEVELOPMENT OF CONTAINER SHIPS WITH  
REFERENCE TO THE SIGNIFICANT ACCIDENTS IN  
CONTAINER INDUSTRY**

**ZAVRŠNI RAD  
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Sredstva pomorskog prometa

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

Student: Patrik Šen

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076394

**Rijeka, rujan 2024.**

Student: Patrik Šen

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076394

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom *Razvoj kontejnerskih brodova s osvrtom na najveće nesreće u kontejnerskom brodarstvu* izradio samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Srđanom Žuškinom.

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

Student



Patrik Šen

Student: Patrik Šen

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112076394

## 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 - Patrik Šen



---

## SAŽETAK

Ovim radom analizirati će se razvoj kontejnerskih brodova kroz povijest, njihova tehničko-tehnološka obilježja kao i razvoj kontejnerskog brodarstva. Iako revolucionarni za ekonomiju, prijevoz robe i općenito tržište, kontejnersko brodarstvo predstavlja i niz izazova u sigurnosnom segmentu te će se kroz rad detaljno obraditi najveće nesreće kontejnerskih brodova Dali, Ever Given, Maersk Honam i MSC Zoe. Iako s katastrofalnim posljedicama iz nesreća je proizašlo i nešto pozitivno, a to su povećanje sigurnosnih standarda i revidiranje brojnih pomorskih propisa. Kroz rad opisati će se i uloga automatizacije sustava i umjetne inteligencije koja bi već danas, ali i u budućnosti mogla osigurati bolju sigurnost i održivost kontejnerskog brodarstva.

## SUMMARY

This paper will analyze the development of container ships throughout history, their technical and technological features, as well as the development of container shipping. Although revolutionary for the economy, the transport of goods and the general market, container shipping also presents a series of challenges in the safety segment, and the work will deal in detail with the biggest accidents of the container ships Dali, Ever Given, Maersk Honam and MSC Zoe. Although with catastrophic consequences, something positive came out of the accidents, namely the increase of safety standards and the revision of numerous maritime regulations. The work will also describe the role of system automation and artificial intelligence, which could ensure better safety and sustainability of container shipping already today, but also in the future.

### **Keywords:**

Containership, TEU, accidents of containerships

## SADRŽAJ:

<b>SAŽETAK</b> .....	<b>I</b>
<b>SUMMMARY</b> .....	<b>I</b>
<b>SADRŽAJ:</b> .....	<b>II</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. POVIJESNI RAZVOJ KONTEJNERSKIH BRODOVA</b> .....	<b>3</b>
<b>3. TEHNIČKO–TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA</b> .....	<b>6</b>
3.1. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA .....	11
3.2. PREDNOSTI I NEDOSTATCI KONTEJNERSKOG PRIJEVOZA .....	13
<b>4. RAZVOJ KONTEJNERSKOG BRODARSTVA I STANJE SVJETSKE FLOTE</b> <b>18</b>	
4.1. GENERACIJE RAZVOJA KONTEJNERSKIH BRODOVA.....	18
4.2. ZNAČAJKE MODERNIH KONTEJNERSKIH BRODOVA .....	22
4.3. STANJE SVJETSKE KONTEJNERSKE FLOTE.....	25
<b>5. NAJVEĆE NESREĆE KONTEJNERSKIH BRODOVA</b> .....	<b>28</b>
5.1. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA DALI .....	29
5.2. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA EVER GIVEN .....	32
5.3. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA MAERSK HONAM .....	35
5.4. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA MSC ZOE.....	38
<b>6. SIGURNOST I PREVENCIJA NESREĆA KONTEJNERSKIH BRODOVA KORISTEĆI RAZVOJ UMJETNE INTELIGENCIJE</b> .....	<b>43</b>
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>48</b>
<b>8. LITERATURA</b> .....	<b>49</b>

## 1. UVOD

Kontejnerski brodovi omogućuju masovni prijevoz robe i predstavljaju ključni element globalnog transportnog sustava. Razvojem tehnologije i ekonomije kontejnerski prijevoz pokazao se kao odličan izbor zbog smanjenja troškova, no unatoč tome postoje veliki sigurnosni izazovi, a nerijetko je kroz povijest došlo i do nekoliko značajnih pomorskih nesreća kontejnerskih brodova. Pomorske nesreće, osim ljudskih života, kao posljedicu imaju i onečišćenje okoliša, ali i velike novčane gubitke.

Problem istraživanja ovog rada odnosi se na razvoj kontejnerskih brodova kroz povijest s osvrtnom na najveće nesreće u kontejnerskom brodarstvu. Kroz rad definirati će se kontejnerski brodovi, njihov razvoj, odnosno način na koji su tehnološki napreci i samo povećanje kapaciteta brodova utjecali na sigurnost pomorskog transporta. Iako su neke nesreće neizbježne, te na njih utječu brojni faktori izuzetno je važno poduzimati mjere za smanjenje rizika od nesreća. Proučavanjem nesreća u kontejnerskom brodarstvu dolazi se do uvida u uzroke i posljedice te na taj način razvijati sigurnosne mjere za budućnost.

Predmet istraživanja prikazuje nam razvoj kontejnerskih brodova, njihova tehničko-tehnološka obilježja, a poseban fokus stavlja se na analizu najvećih kontejnerskih nesreća koje su ostavile značajan trag na pomorsku industriju.

Svrha i cilj rada je razumjeti način i razvoj kontejnerskih brodova, ali i uvidjeti niz sigurnosnih izazova koji predstavlja kontejnerski prijevoz, a koji mogu uzrokovati brojne nesreće. Cilj je istražiti i analizirati kako se s obzirom na nesreće mijenjao sam dizajn brodova, ali i svi operativni postupci kako bi se buduće nesreće minimizirale. U današnje vrijeme, od iznimne je važnosti pratiti razvoj tehnologije kao što je npr. umjetna inteligencija te pronaći način kako umjetnu inteligenciju implementirati i koristiti za razvoj i unapređenje sigurnosti kontejnerskih brodova te samim time i prevenirati moguće nesreće.



Koncepcija i kompozicija rada strukturirana je kroz šest glavnih poglavlja. Prvo poglavlje odnosi se na uvod, a drugo poglavlje donosi nam pregled povijesnog razvoja kontejnerskih brodova, počevši od prvih pokušaja standardizacije do modernih kontejnerskih brodova. Treće poglavlje fokusira se na tehničko-tehnološka obilježja brodova za prijevoz kontejnera, a sastoji se i od dva potpoglavlja. Detaljno su obrađeni različiti tipovi kontejnerskih brodova i njihova konstrukcija, a poseban značaj stavlja se i na prednosti i nedostatke kontejnerskog prijevoza. Četvrto poglavlje analizira razvoj kontejnerskih brodova i stanje svjetske kontejnerske flote s naglaskom na trendove i inovacije, a poglavlje se sastoji od tri potpoglavlja koja se odnose na generacijski razvoj kontejnerskih brodova, značajke modernih kontejnerskih brodova i stanje svjetske kontejnerske flote. U petom poglavlju obrađene su najveće nesreće u povijesti kontejnerskog brodarstva koje su obrađene kroz četiri potpoglavlja od kojih se svako potpoglavlje odnosi na jednu kontejnersku nesreću, pa su tako u radu izdvojeni slučajevi nesreća kontejnerskog broda Dali, Ever Given, Maersk Honam i MSC Zoe. Šesto poglavlje donosi pregled sigurnosnih mjera i razvoj umjetne inteligencije kao alata za prevenciju nesreća, a u sedmom, ujedno i zadnjem poglavlju zaključujemo cijeli rad.

## 2. POVIJESNI RAZVOJ KONTEJNERSKIH BRODOVA

Malcom Purcell McLean rođen je 14. studenog 1913. godine u Maxtonu u Sjevernoj Karolini. McLean je bio vozač kamiona koji je svoj prvi kamion kupio 1934. godine, a do 1956. godine posjedovao je najveću kamionsku flotu na jugu i petu najveću kamionsku tvrtku u SAD-u.

Uobičajeni brod tada je imao oko 200 000 individualnih komada tereta koji se ručno ukrcavao i iskrcao u sanducima, kutijama, vrećama i bačvama različitih veličina, a vrijeme koje je bilo potrebno za ukrcaj broda često je bilo ekvivalentno vremenu putovanja broda između luka. Proces je bio jako spor, nestandardiziran i skup. U 1937. godini McLean je imao rutinsku isporuku bala pamuka u luci i Sjevernoj Karolini za New Jersey. Kako nije mogao otići dok njegov teret nije ukrčan na brod, satima je sjedio i promatrao kako radnici ukrcavaju teret na brod. Uvidjevši nepraktičan i izuzetno spor način ukrcaja tereta razmišljao je na koji način se ukrcaj i iskrcaj tereta mogu pojednostaviti i ubrzati. Stoga je McLean odlučio napraviti standardiziran način za ukrcaj i iskrcaj tereta iz skladišta, kamiona i brodova.

U 1952. godini McLean je razmišljao o ukrcaju cijelog kamiona u brod, ali je brzo odustao od te ideje zbog zauzimanja velikog dijela teretnog prostora. Modificirao je svoju originalnu ideju kako bi samo kontejneri bili ukrčani na brod, te je također razvio i način na koji se kontejneri mogu slagati jedan na drugi. Stoga je kupio "Pan Atlantic Tanker Company" koji je posjedovao puno starih tankera i preimenovao ga je u "Sea land shipping" te je počeo eksperimentirati s novim i boljim načinom ukrcaja i iskrcaja tereta između kamiona i brodova. Njegova tvrtka "Sea land" 1956. godine kupila je i prenamijenila otpisani tanker "Ideal-X" iz Drugog svjetskog rata u brod za prijevoz kontejnera.

Početak kontejnerizacije je obilježen 26. travnja 1956. godine kada je izvršeno prvo putovanje brodom Ideal-X iz luke Newark za luku Houston. Za to putovanje je odgovaran Malcom McLean koji je revolucionirao prijevoz tereta morem kroz koncept kontejnerskog broda.



*Slika 1. Malcom Mclean*

Izvor: Sourzzin, Malcolm McLean: The man who changed international shipping,  
<https://sourzzin.com/en/2022/01/31/malcolm-mclean-the-man-who-changed-international-transport/>

(08.07.2024.)

Svojom vizijom prevozi teret kombinirajući različite vrste prijevoza u standardiziranim kontejnerima radi smanjenja štete, krađe i dokumentacije, a radi povećanja efikasnosti manipulacije.

Ručni je utovar rasutog tereta na brod u američkoj luci koštao 5.86 dolara po toni, a zahvaljujući McLeanovim kontejnerima cijena je smanjena na samo 16 centi po toni. U to vrijeme McLeanova tvrtka nudila je cijene koje su bile 25% niže od konkurentskih, kao i mogućnost zaključavanja kontejnera koja je sprječavala krađe tereta što je pridonijelo brojnim novim kupcima. [2]

McLeanova jednostavna ideja standardizacije i pojednostavljenja procesa ukrcaja, prijevoza i iskrcaja tereta pomoću kontejnera je zauvijek promijenila logistiku i trgovinu zbog bržeg, efikasnijeg i ekonomičnijeg prijevoza robe diljem svijeta. Pa zato američkog poduzetnika nazivaju i "ocem kontejnerizacije".

Standardizacija teretne jedinice se dogodila 1965. godine kada je ISO dogovorio nove dimenzije (dužinu od 20 i 40 stopa te širinu od 8 stopa i visinu od 8,6 stopa). To je dovelo do investiranja u nove brodove, automatizaciju sustava i opreme kako bi se automatizirao proces transporta i povećala produktivnost. [1, p. 9]



*Slika 2. Utovar kontejnera na prvi kontejnerski brod Ideal X*

Izvor: The Geography of Transport Systems, First Containership, Ideal-X, 1956,

<https://transportgeography.org/contents/chapter1/the-setting-of-global-transportation-systems/idealx-first-containeriship-1956/>

### 3. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA

Kontejnerski brodovi razlikuju se po elementima dizajna i prema veličini kako bi se na iste mogla smjestiti posebna roba i oprema, pa tako postoji i više vrste kontejnera, a neki od njih su: standardni kontejner, kontejner s otvorenim krovom, ravan kontejner, rashladni kontejner... [3]

Neki kontejnerski brodovi opremljeni su dizalicama takvi brodovi se nazivaju opremljenim brodovima ili lift-on/lift-off (podignuti - spustiti) odnosno LO-LO brodovima za razliku od neopremljenih brodova odnosno onih brodova na kojima nema dizalica. Iako navedeni brodovi mogu upotrebljavati luke koje nisu opremljene dizalicama i što ih čini jako korisnim u udaljenim i manje razvijenim lukama, takve luke su sve rjeđe pa su također i rjeđi LO-LO kontejnerski brodovi. [4]

LO-LO brod ima fleksibilan prtljažni prostor koji omogućuje jednostavan transport različitih vrsta tereta uključujući velike i teške predmete poput strojeva, vozila, vjetroturbina, solarnih panela i građevinskog materijala što povećava njegovu učinkovitost.

Mogu prevoziti teret koji je u kontejnerima kao i teret koji nije u kontejnerima uz pomoć dizalica što ih čini idealnim za prijevoz širokog spektra tereta. LO-LO brodovi opremljeni su s jednom ili više dizalica koje mogu podignuti teret težine od 50 do 700 tona. Dizalice su često montirane na palubi broda, a neke su montirane i na bokovima broda te omogućuju vertikalni ukrcaj i iskrcaj tereta. Moderni brodovi posjeduju kranove koji se rotiraju do 360° te se tako povećava učinkovitost te se također može uključiti i drugi krak tamo gdje je jedan nedostatan. Postoji i portalni tip dizalice s produžecima koji su pouzdani u dizanju teškog tereta jer zakače i hvataju teret. Prednost LO-LO brodova je njihova fleksibilnost u rukovanju s teretom, sigurnost tereta gdje je manji rizik od oštećenja budući da se teret podiže na brod i s broda s dizalicama te se također nudi bolja zaštita od krađe jer se teret skladišti unutar brodskog skladišta. [5,6,7]



*Slika 3. LO-LO brod*

Izvor: Global Boat Shipping, Shipping methods, <https://gbs-yachttransport.com/verschiffungsmethoden/?lang=en> (07.08.2024.)

RO-RO je kratica za "Roll-on/Roll-off" (dokotrljaj-otkotrljaj) brod koji je posebno specijalizirana vrsta broda koji je dizajniran za prijevoz tereta na kotačima poput automobila, kamiona i prikolica. Teret se može jednostavno ukrcavati i iskrcavati s broda na vlastitim kotačima pomoću rampi umjesto da se ukrcava i iskrcava pomoću dizalica ili druge teške opreme za dizanje. RO-RO se obično koristi za prijevoz vozila, ali se može koristiti za za prijevoz drugih vrsta tereta koji se mogu ukrcati na brod, što uključuje predmete poput teških strojeva, velikih dijelova opreme, čamaca i sl. U pomorskoj industriji teret se obično mjeri u metričkim tonama, ali RO-RO teret se mjeri u "Lane meter" (LIM) koji se dobiva množenjem duljine i širine teretnih staza s ukupnim brojem paluba na plovilu. Dizajn RO-RO broda ima cilj da proces ukrcavanja i iskrcavanja bude što brži i učinkovitiji. Brod je opremljen rampama koje omogućuju dovoz tereta izravno na brod što eliminira potrebu za dizalicama ili drugom opremom za dizanje teškog tereta. Nakon što se teret ukrca na brod učvršćuje se pomoću klinova i lanaca kako bi teret ostao stabilan i siguran tijekom prijevoza. Kada brod stigne na odredište teret se jednostavno iskrcava koristeći iste rampe koje su korištene za ukrcavanje u plovilo. Taj proces iskrcavanja je jednako učinkovit kao i proces ukrcavanja što štedi vrijeme i novac kao i smanjenje rizika od oštećenja tereta. RO-RO otprema može biti ekološko prihvatljivija od drugih vrsta otpreme zbog smanjenja emisije štetnih plinova.



*Slika 4. RO-RO brod*

Izvor: Global Boat Shipping, Shipping methods, <https://gbs-yachttransport.com/verschiffungsmethoden/?lang=en> (07.08.2024.)

Postoji nekoliko vrsta RO-RO brodova koji se koriste za prijevoz tereta, a koje su se razvijale tijekom godina zahvaljujući tehnološkom napretku sa svrhom da pokriju potrebe prijevoza, a najčešće vrste uključuju:

1. Pure Car Carriers (PCC) je vrsta RO-RO broda koja je posebno dizajnirana samo za prijevoz automobila. Obično imaju nekoliko paluba za držanje automobila, a mogu imati i dodatan prostor za druge vrste tereta.
2. Pure Car and Truck Carrier (PCTC) su brodovi slični PCC-u, osim automobila prevoze i kamione i druga vozila na četiri kotača. Ovakva vozila su prilično velika i čvrsta, mogu imati više paluba i obično su veće od PCC-a.
3. ConRo brodovi su brodovi koji kombiniraju tnačajke tradicionalnog kontejnerskog broda i RO-RO broda. Dizajnirani su za prijevoz kontejnera i tereta na kotačima, a mogu imati odvojene prostore za kontejnere i automobile ili mogu imati jednu palubu koja se koristi za obje vrste tereta. Unutrašnjost ovih brodova raspoređena je na takav način da su njihova opterećenja ravnomjerno raspoređena i uravnotežena. Maksimalan teret koji mogu nositi ova plovila je između 20 000 i preko 50 000 tona nosivosti.

4. Cattle Carriers su brodovi dizajnirani za prijevoz životinja, poput krava, ovaca, goveda, konja... Palube su opremljene s posebnim boksovima za smještaj životinja osiguravajući im sigurnost i udubnost tijekom transporta. Također imaju napredne ventilacijske sustave kako bi omogućili svjež zrak i održavali odgovarajuću temperaturu. Postoje i sanitarne mjere kako bi se spriječilo širenje bolesti i osiguralo zdravlje životinja tijekom transporta, a često su prisutni i veterinarski timovi koji prate stanje životinja tijekom transporta. Za siguran i lagan ukrcaj i iskrcaj životinja postoje rampe i specijalizirana oprema, što je ključno za smanjenje stresa i rizika životinje tijekom transporta. [8,9]

FLO-FLO je kratica za float on – float off (doplutaj - odplutaj) brodove koji su dizajnirani za prijevoz vrlo teških i velikih tereta koji se ne mogu lako ukrcati i iskrcati na uobičajene načine. Postoje dvije vrste FLO – FLO brodova, u prvu vrstu spadaju polu-uronjiva plovila koja koriste mogućnost djelomičnog urona broda kako bi mogli podići drugi brod iz vode i prevesti ga i plovila koja povećavaju kapacitete za iskrcaj u neadekvatno opremljenim lukama.





*Slika 5. FLO-FLO brod*

Izvor: Global Boat Shipping, Shipping methods, <https://gbs-yachttransport.com/verschiffungsmethoden/?lang=en> (07.08.2024.)

Ova plovila imaju dugu i nisku palubu koja se može spustiti pod vodu, omogućujući naftnim platformama, drugim plovilima ili drugom plutajućem teretu da se pomakne u položaj za ukrcaj. Spremnici se zatim ispumpaju, a bunarska paluba diže se više u vodu, podižući svoj teret.

Najveća baza kupaca FLO-FLO industrije je naftna industrija. FLO-FLO brodovi mogu nositi bušotine od svog gradilišta do mjesta bušenja brzinom otprilike tri do četiri puta većom od brzine samopokretajuće platforme. Brzo postavljanje platforme na mjesto za bušenje dovodi do velikih ušteda. [10,11]



*Slika 6. MV Blue Marlin s naftnom platformom na palubi*

Izvor: HVS, Heavy Lift Ships and their Impossibly Massive Cargoes

<https://haivanship.com.vn/en/news/News/Heavy-Lift-Ships-and-their-Impossibly-Massive-Cargoes-55/>

(07.08.2024.)

### 3.1. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE BRODOVA ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA

Prvi i najvažniji element u dizajnu bilo koje vrste broda, pa tako i kontejnerskog je geometrija trupa. Prednji i stražnji dio kontejnerskog broda su aerodinamični, a kako bi kontejnerski brodovi postigli veliku brzinu, potrebno je smanjiti otpor trupa. Što se postiže oblikovanjem trupa na način da trupovi kontejnerskih brodova imaju niski koeficijent uzgona, obično između 0,6 i 0,7. Važna geometrijska karakteristika kontejnerskih brodova je visoki prizmatični koeficijent oblika trupa. Što bi značilo da je oblik trupa gotovo pravokutnog presjeka duž većeg dijela duljine broda. Kao takav, dizajn omogućava smještaj

maksimalnog broja kontejnera ispod palube. Jedan od ključnih strukturnih presjeka u procesu projektiranja kontejnerskog broda je presjek srednjeg dijela broda. Srednji dio broda dizajnira se s obzirom na brojna dizajnerska i funkcionalna razmatranja, uključujući vrstu tereta, metode slaganja, kapacitet broda i druge faktore. Vrsta broda često se prepoznaje prema srednjem dijelu. Osnovna svrha kontejnerskih brodova je efikasno i sigurno prevesti što veći broj kontejnera. Dizajn teretnih skladišta, paluba i nadgrađa pažljivo je planiran kako bi se prilagodio različitim dimenzijama i težinama kontejnera. Inženjeri nastoje maksimalno optimizirati efikasnost slaganja, osiguravajući na taj način da se kontejneri mogu složiti u više slojeva kako bi se povećala sigurnost bez ugrožavanja stabilnosti broda.

Kontejnerski brodovi opremljeni su snažnim i velikim motorima koji pokreću masivne propelere. Često se koriste dizelski motori, ali sve se više uvode alternativne pogonske metode poput ukapljenog prirodnog plina (LNG) ili hibridnih sustava. Navedeni sustavi smanjuju štetan utjecaj na okoliš i potrošnju goriva, što je važno s obzirom na ekološke izazove suvremenog pomorskog prijevoza. Inicijativa "FuelEU Maritime" kao glavni cilj ima povećati potražnju za obnovljivim i niskougljičnim gorivima te smanjiti emisije stakleničkih plinova iz pomorskog sektora pritom osiguravajući neometano funkcioniranje pomorskog prometa i izbjegavajući poremećaje na unutarnjem tržištu. Od 1. siječnja 2025. godine primjenjivati će se nove mjere s kojima se osigurava da će se intenzitet stakleničkih plinova koja se upotrebljavaju u pomorskom prometu s vremenom postepeno smanjivati i to za 2% u 2025. godini te do čak 80% do 2050. godine. Do 2030. kontejnerski i putnički brodovi imaju obvezu služiti se s električnom energijom s kopna za sve potrebe za električnom energijom dok su privezani u pristaništu u velikim lukama EU-a, s ciljem ublažavanja onečišćenja zraka u lukama koje su često blizu gusto naseljenih područja. [12]

Održavanje stabilnosti kontejnerskog broda od ključne je važnosti za siguran rad, a posebno pri prevoženju teških tereta. Balastni sustav se sastoji od tankova, cjevovoda, ventila, pripadajućih crpki, a u novije vrijeme i uređaja za obradu balastnih voda. Balastni

sustavi omogućuju raspodjelu vode unutar balastnih tankova, što pomaže kod nadolazećih razlika u težini tereta te vanjskih sila poput valova i vjetrova. Na taj se način osigurava ravnoteža i stabilnost broda tijekom cijelog putovanja, te se smanjuje rizik od naglih i nepredvidljivih promjena koje utječu na stabilnost broda.

Kako bi plovidba golemim oceanima i prenapučenim brodskim prometnim putevima protekla sigurno kontejnerski se brodovi oslanjaju na napredne navigacijske i komunikacijske sustave. Uključujući GPS, radar, elektronički prikaz karata te sustav za automatsku identifikaciju (AIS). Ove tehnologije omogućuju precizno planiranje rute, detekciju drugih plovila radi izbjegavanja sudara te učinkovitu komunikaciju s drugim brodovima i obalnim vlastima. Ovakvi sustavi su ključni za sigurnu i efikasnu plovidbu, pružajući posadi broda potrebne informacije i alate za navigaciju kroz kompleksne pomorske uvjete i prometne puteve.

Kontejnerski brodovi opremljeni su specijaliziranom opremom, dizalicama i platformama kojom se koriste za brz i precizan ukrcaj i iskrcaj kontejnera. Moderni kontejnerski brodovi često koriste portalne dizalice koje imaju sposobnost dosegnuti preko cijele širine broda, omogućavajući istovremeno rukovanje s više kontejnera. Napredni sustav omogućuje brže vrijeme okretanja u lukama, što doprinosi efikasnosti i profitabilnosti u pomorskom teretnom prijevozu. [13]

### 3.2. PREDNOSTI I NEDOSTATCI KONTEJNERSKOG PRIJEVOZA

Kontejnerski brodovi uvelike su promijenili pomorsku industriju i postali ključni element globalne trgovine. Njihove brojne prednosti čine ih najboljim načinom prijevoza robe preko kontinenata.

Kontejnerski brodovi omogućuju učinkovito, brzo i standardizirano rukovanje teretom. Kontejneri se mogu puniti, osigurati i zapečatiti na mjestu podrijetla, pojednostavljajući na

taj način proces prijevoza. Lako se prenose između brodova, kamiona i vlakova olakšavajući prijelaz iz jednog prijevoznog sredstva u drugo i smanjujući potrebu za prepakiranjem robe.

Kontejnerizacija donosi značajne uštede. Otprema rasutog tereta u kontejnerima postaje ekonomičnija jer omogućuje učinkovitije upravljanje teretom, smanjujući potrebu za višestrukim rukovanjem tereta tijekom prijevoza. Standardizacija procesa i korištenje kontejnera kao jedinstvene jedinice za prijevoz olakšava logistički lanac, što rezultira smanjenjem ukupnih troškova otpreme i povećanjem efikasnosti.

Prije nego što se teret ukrca u kontejner, on se zapečati, a ti pečati ostaju netaknuti sve dok kontejneri ne stignu na svoje konačno odredište. Ovim se procesom osigurava da se teret ne može neovlašteno otvoriti ili mijenjati tijekom prijevoza, čime se minimizira rizik od krađe, oštećenja ili neovlaštenog pristupa. Ova dodatna razina sigurnosti pridonosi povjerenju u lanac opskrbe i osigurava da roba stigne na odredište u neoštećenom stanju.

Standardizirani dizajn kontejnera pruža zaštitu robi od vanjskih čimbenika kao što su vremenski uvjeti i grubo rukovanje tijekom transporta. Kontejneri su čvrsto izgrađeni i otporni na vremenske uvjete poput kiše, snijega, vjetrova i slane vode, što smanjuje rizik od oštećenja robe tijekom prijevoza. Osim toga, kontejneri se lako manipuliraju tijekom ukrcaja, iskrcaja i transporta, što dodatno smanjuje mogućnost gubitaka i oštećenja. Ova standardizacija i robusnost kontejnera pridonose smanjenju troškova i poboljšavaju integritet robe tijekom cijelog lanca opskrbe.

Kontejnerski brodovi postaju sve veći što omogućuje ekonomiju razmjera u pomorskom prijevozu. Veći brodovi imaju kapacitet prijevoza znatno veće količine tereta u usporedbi s manjim brodovima, što rezultira smanjenjem troškova po kontejneru te se smanjuje i potreba za višestrukim stajanjima i manipulacijom tereta. Na taj način ovaj model poslovanja omogućuje prijevoznim tvrtkama da ostvare značajne uštede u troškovima, a istovremeno smanjuje i emisiju štetnih plinova. Također, standardizacija procesa i učinkovitije rukovanje

teretom u lukama dodatno ubrzava logistički lanac. Zbog navedenog dolazi do smanjenja troškova, brže dostave i povećanja efikasnosti s čime dolazi do još isplativije i dostupnije međunarodne trgovine, potičući ekonomski razvoj i globalnu povezanost. Ova povezanost igra ključnu ulogu u stvaranju integriranog globalnog gospodarstva i promicanju međunarodne suradnje.

Unatoč brojnim prednostima pomorski prijevoz ima i svoje nedostatke. Jedan od nedostataka je dug rok isporuke, na primjer globalno tranzitno vrijeme tereta koje se prevozi kontejnerskim brodom između Kine i Poljske može potrajati čak i do 2 do 3 mjeseca. Vremenski uvjeti imaju važnu ulogu u isporuci kontejnerskih brodova radi morskih struja, oluja, gustih magli i slično. Prevezena velika količina tereta može usporiti rad u lukama za pretovar zbog toga isporuka robe može trajati puno duže što može biti prepreka u slučaju hitnih ili dugotrajnih isporuka. Zbog nemogućnosti predviđanja vremenskih događaja ili problema prilikom organizacije u pretovarnim lukama održavanje kontinuiteta opskrbnog lanca mnogo je teži i opterećeniji većim rizikom. U kontejnerskom prijevozu susrećemo se s rizikom od oštećenja ili gubitka robe, a navedeni rizik posebno se odnosi na osjetljive, kvarljive ili zapaljive terete. Zbog dugog vremenskog roka isporuke ne može se koristiti pri prijevozu robe koja ima kratak rok trajanja. Do potencijalnog oštećenja ili gubitka tereta mogu dovesti kvarovi broda kao i pomorske nesreće. [14]

Drugi nedostatak su visoki troškovi infrastrukture (terminali, skladišni objekti, željeznički pristup, kopnene ceste) kao i nabava opreme za rukovanje kontejnerima (dizalice). Zbog toga su važna velika ulaganja koja zahtijevaju velike fondove raspoloživog kapitala odnosno resurse financijskih institucija i velikih korporacija.

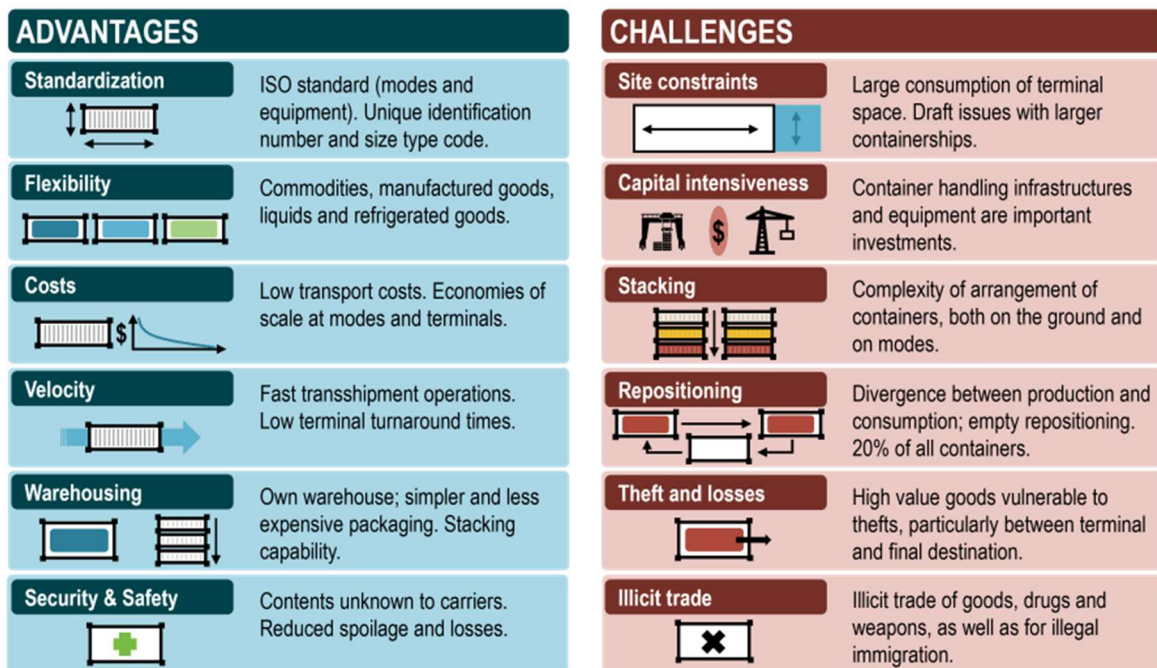
Repozicioniranje je jedan od nedostataka zbog trgovinske neravnoteže. Velik broj kontejnera, njih čak oko 20% premještaju se prazni. Bez obzira na popunjenost kontejnera bio pun ili prazan, kontejner zauzima jednaku količinu prostora. Odstupanje na globalnoj razini između potrošnje i proizvodnje zahtijeva repositioniranje kontejnerske imovine na velike udaljenosti.

U kontejnerskom prometu iako postoji određeni nivo zaštite i dalje postoji rizik od krađe i oštećenja robe. Do istog dolazi tijekom skladištenja i pretovara u lukama. Kontejneri se također koriste za nedopuštenu i nezakonitu trgovinu robe, droge, oružja, kao i u manjoj mjeri za prijevoz ilegalne imigracije. [15]

Još jedan bitan nedostatak je utjecaj kontejnerskih brodova na ekologiju. Kontejnerski brodovi koriste fosilna goriva koja proizvode velike količine stakleničkih plinova poput ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>), dušikovog oksida (NO<sub>x</sub>) i sumpornog dioksida (SO<sub>x</sub>). Emisija ugljikovog dioksida mijenja kemijski sastav oceana izazivajući da postanu kiseliji, ugrožavajući organizme koji proizvode školjke i koraljne grebene. Ocean postaje topao s čime dolazi do povećanja intenziteta oluja što dovodi do podizanja razine mora, a s time i do poremećaja ekosustava i cirkulacije oceana. Dušikov oksid doprinosi onečišćenju okoliša stvarajući smog, a sumporni oksid uzrokuje respiratorne probleme posebno kod onih koji žive u blizini velikih luka što doprinosi i preranoj smrti. Proizvodnja buke brodskim motorima i propelerima može se čuti na velikim udaljenostima što uzrokuje negativne posljedice na život u moru pogotovo kod morskih sisavaca koji se oslanjaju na zvuk za svoju komunikaciju, hranjenje i orijentaciju. [16]

Kontejnerske nesreće uzrokuju velika onečišćenja mora. Glavna značajka onečišćenja iz potopljenih kontejnera je određen stupanj nepredvidljivosti i iznenadnosti zbog tisuća različitih kategorija proizvoda u kontejnerima unutar jednog kontejnera neki potopljeni kontejneri mogu ispuštati vrlo otrovne kemijske tvari koje ozbiljno ugrožavaju lokalni morski ekosustav, neki mogu nositi fosilna goriva i proizvesti velike količine izlivanja nafte. [17]

Unatoč sveukupnom smanjenju broja slučajnih izlivanja nafte, izlivanja nafte i dalje se javljaju u nepravilnim intervalima. Istraživanja pokazuju da velika slučajna izlivanja nafte čine oko 10 do 15% ukupne nafte koja godišnje uđe u ocean širom svijeta. [16]



Slika 7. Prednosti i nedostaci kontejnerizacije

Izvor: The Geography of Transport Systems, Advantages and Challenges of Containerization, <https://transportgeography.org/contents/chapter5/intermodal-transportation-containerization/containerization-advantages-drawbacks/> (11.08.2024.)



## **4. RAZVOJ KONTEJNERSKOG BRODARSTVA I STANJE SVJETSKE FLOTE**

Dizajn brodova za prijevoz kontejnera se mijenjao tijekom vremena kako bi pratio potrebe tržišta i napredak tehnologije. Od početka kontejnerizacije do danas, razvoj kontejnerskih brodova može se podijeliti na šest generacija. Svaka generacija je obilježena gradnjom određenih brodova koji su definirali tu eru, prvenstveno po svojoj veličini i kapacitetu.

### **4.1. GENERACIJE RAZVOJA KONTEJNERSKIH BRODOVA**

Kontejnerski brodovi prve generacije obuhvaćaju dvije faze razvoja. U prvoj fazi, od 1956. do 1970. godine, većinom su korišteni modificirani tankeri i brodovi za rasute terete s kapacitetom do 1000 TEU-a. U tom razdoblju, kontejnerizacija je bila nova grana transporta, pa je preuređenje postojećih brodova bilo ekonomičnija i manje rizična opcija. Brodovi su često imali dizalice jer su lučka postrojenja bila neprilagođena za rukovanje kontejnerima. Iako su poprilično spori s brzinom od 18 do 20 čvorova, mogli su prevoziti kontejnere samo na palubi, dok je unutrašnjost broda ostajala rezervirana za generalni teret. Kontejnerski brod "Gateway City" izgrađen 1957. godine je prvi potpuno adaptiran brod za prijevoz kontejnera opremljen vodilicama ili "ćelijama" s kapacitetom od 226 kontejnera, a njegovo prvo putovanje bilo je između luka New York-Miami-Houston.



*Slika 8. Kontejnerski brod 'Gateway City'*

Izvor: Ships Nostalgia, Gateway City, <https://www.shipsnostalgia.com/media/1st-true-box-ship-gateway-city.41047/> (08.07.2024.)

Druga faza razvoja kontejnerskih brodova započela je početkom 1970-ih godina kada je kontejner postao standardni način prijevoza. Tada je počela gradnja brodova namijenjenih isključivo prijevozu kontejnera, poznatih kao FCC (Fully cellular containerships). Ovi brodovi imaju ćelije koje omogućuju smještaj kontejnera u redove duž cijele širine broda, pri čemu se kontejneri slažu u stupce različitih visina, ovisno o kapacitetu broda.

Prednost FCC brodova je bila u tome što su omogućili smještaj kontejnera po cijelom brodu, uključujući i prostor skladišta ispod glavne palube. Kako bi se maksimalno iskoristio prostor, FCC brodovi su često bili dizajnirani bez dizalica (engl. gearless).

Dizalice su i dalje bile prisutne na brodovima koji su namijenjeni plovidbi prema lukama koje nisu opremljene potrebnom lučkom infrastrukturom, gdje je dizalica neophodna za ukrcaj i iskrcaj kontejnera. Nadalje, došlo je do poboljšanja u brzinama kretanja brodova, koje su se kretale u rasponu od 20 do 24 čvora.

Unaprjeđenje ekonomije 1980-ih godina dovelo je do izgradnje većih brodova za transport kontejnera. Transport većeg broja kontejnera prevezenih na istom brodu dovodi do niže cijene po TEU-u (twenty-foot equivalent unit). TEU označava standardnu jedinicu za određivanje kapaciteta kontejnerskog broda - kontejner dužine 20 stopa.

Početak gradnje nove generacije kontejnerskih brodova započeo je s brodom “Neptune Garnet” 1980. godine s kapacitetom od 4100 TEU jedinica.

Generacija “Panamax” postigla je maksimalne dimenzije za prolazak kroz Panamski kanal s brodom “American New York” kapacitetom od 4500 TEU-a sa širinom od 32,2 metara, dužinom od 294,1 metara i gazom od 11,3 metara.

Razvoj kontejnerskih brodova po veličini, a posebno u nosivosti nije slijedio odgovarajuće propise o sigurnosti broda i tereta. Iz tog razloga se dogodilo i par pomorskih nesreća početkom 90-ih godina prošlog stoljeća. One su naglasile veliku opasnost od smrti, ozljeda, gubitka brodova. kao i velikih šteta za okoliš te na imovini.

Pošto se izgradnja još većih brodova od generacije “Panamax” smatrala rizičnom kompanija APL je koncipirala novu prijevozničku mrežu koja je eliminirala potrebu za korištenjem Panamskog kanala.

Kontejnerski brod “APL President Truman” klase C10 s ukupnom nosivosti od 4500 TEU-a i širine 32,2 metara, prvi je 1988. godine prešao ograničenja Panamskog kanala pa je tako on predvodnik nove generacije kontejnerskih brodova koja se naziva “Post Panamax”.

Brodom “Regina Maersk” 1996. godine s kapacitetom od 6400 TEU-a počelo je novo doba u izgradnji brodova. Slijedili su ga brodovi s kapacitetima od 6600 TEU-a 1997. godine, 7200 TEU-a 1998. godine te 8700 TEU-a 1999. godine. Ova generacija brodova poznata je kao “Post Panamax Plus” i bila je znatno šira od prethodnih čak i do 10 metara šira od maksimalne dopuštene širine za prolazak kroz Panamski kanal.

Nova generacija je uvela 2 različite metode osiguravanja kontejnera na palubi. Prvi tip brodova nije imao poklopce grotla skladišta, osim na prva dva, koja su predviđena za specijalne i ne-kontejnerske terete.

Novi sistem čeličnih vodilica umjesto tradicionalnih poklopaca je eliminirala potrebu za zakretnim zatvaračima i dodatnim osiguranjem kontejnera, što je značajno ubrzalo proces ukrcaja/iskrcaja. Iako je ova promjena poboljšala manipulaciju kontejnerima, ovaj tip brodova prihvaćen je samo od strane određenih brodara.

Drugi tip broda koristi konstrukciju lashing bridge-a za osiguranje i vezivanje kontejnera na palubi, ovaj sustav omogućava vezivanje kontejnera na višim razinama od glavne palube, što omogućuje slaganje više redova kontejnera na palubi broda.

Nedostatak ove konstrukcije se očituje prilikom ukrcaja 20-stopnih kontejnera, jer se oni mogu osigurati samo s jedne strane glavne palube. Stoga se za stupce 20-stopnih kontejnera mora koristiti standardni način osiguranja s glavne palube. Unatoč ovom nedostatku, ova konstrukcija je ipak široko prihvaćena na kontejnerskim brodovima nove generacije.

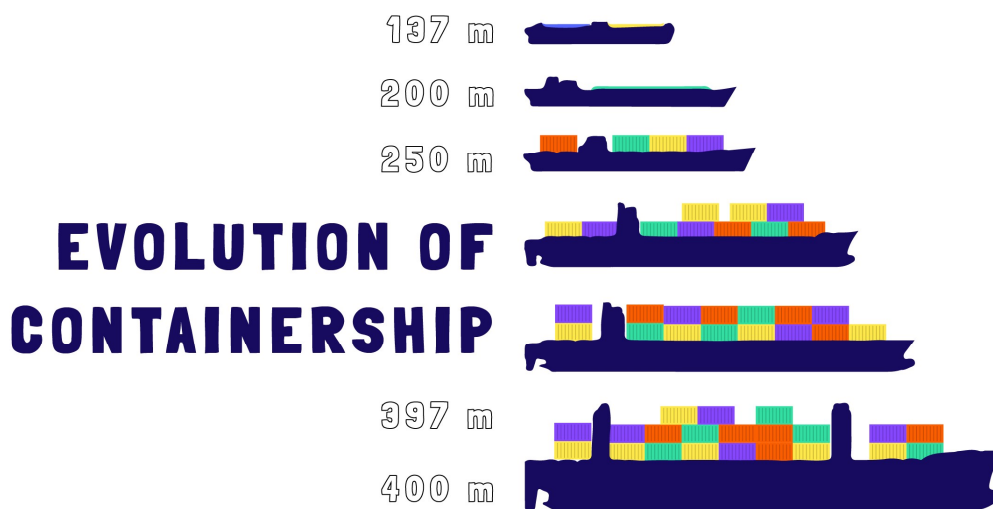
Najava proširenja Panamskog kanala pokrenula je novi trend u izgradnji kontejnerskih brodova prilagođenih novim dimenzijama kanala. Nova generacija brodova, nazvana "New Panamax" (NPX), ima maksimalnu dužinu od 366 metara, širinu od 49 metara i gaz od 15,2 metra, te kapacitet do 12.500 TEU-a. Isporuka ovih brodova započela je 2014. godine, a njihova dominacija počela je nakon proširenja Panamskog kanala 2016. godine.

Kompanija "Maersk" je 2006. godine predstavila svoj novi brod, "Emma Maersk" (E-Class), s kapacitetom do 14.500 TEU jedinica, uvodeći tako novu generaciju kontejnerskih brodova "Ultra Large Container Vessel - ULCV" ili "Post New Panamax". Ova klasa brodova, zajedno s blizancem "Eugen Maersk" iz 2008. godine, držala je rekord po veličini sve do predstavljanja nove "Maersk Triple E" klase brodova 2013. godine, s kapacitetom od 18.000 TEU-a.

Nastavljajući trend rasta, najveći kontejnerski brod na svijetu 2017.godine je "MSC Oscar" u vlasništvu kompanije MSC, s kapacitetom od 19.924 TEU-a. Najave za još veće brodove dolaze iz korejskog brodogradilišta "SHI - Samsung Heavy Industries". U ožujku 2015. godine dogovorena je izgradnja četiri broda za kompaniju MOL (Japan) kapaciteta 20.100 TEU-a, a samo mjesec dana kasnije uslijedila je nova narudžba od 6 brodova za kompaniju OOCL (Hong Kong) kapaciteta 21.100 TEU-a.

Ultra veliki kontejnerski brodovi poznati kao ULCS divovi mogu prenositi ogroman broj kontejnera koji je često veći i od 20 000 TEU-a. Njihova dužina koja je veća čak i od 400 metara i širinom većom od 60 metara ULCS brodovi su tehnološka čuda. Oni svojom veličinom mijenjaju dinamiku međunarodne trgovine, smanjuju troškove po kontejneru te pridonose značajnoj ekonomskoj prednosti.

Trenutno najveći kontejnerski brod na svijetu izgradila je kineska kompanija Hudong-Zgonghua Shipbuilding za MSC pod imenom MSC Tessa koji je širok 61.5 metara i dug 400 metara i može prenijeti više od 24 000 kontejnera, odnosno 24 112 kontejnera naslaganih jedni na druge i do 25 redova u visinu. Što je ukupni kapacitet 240 000 tona. MSC Tessa ima dizelski pogon i sustav te se na taj način smanjuje potrošnja energije kao i emisija štetnih tvari za 4%. [1, 18,19]



Slika 9. Evolucija kontejnerskih brodova

Izvor: Shipsgo blog, Evolution of Containerships, <https://blog.shipsgo.com/container-ships-evolution/>  
(08.07.2024.)

#### 4.2. ZNAČAJKE MODERNIH KONTEJNERSKIH BRODOVA

Uvođenjem generacije "Panamax" brodova nastupilo je smanjenje broja posade za čak 50% u usporedbi s prethodnim brojem koji je bio neophodan. Daljnjim tehnološkim napretkom u izgradnji i upravljanju brodovima, taj broj je dodatno smanjen. Primjećuje se značajan napredak u brzinama koje kontejnerski brodovi mogu postići. Brzine su se povećavale od inicijalnih 15 čvorova broda "Ideal-X", do uvođenja 8 novih brodova kompanije "SeaLand" 1972. godine koji su mogli ostvariti brzinu od 33 čvora, što je bilo 10-15 čvorova brže od svih trgovačkih brodova u to vrijeme. Današnji kontejnerski brodovi kapaciteta do 1500 TEU-a obično imaju brzine između 9 i 25 čvorova, dok brodovi kapaciteta od 1500 do 2500 TEU-a plove brzinama od 18 do 21 čvora. Većina brodova od 2500 do 4000 TEU-a razvija brzine od 20 do 24 čvora, dok 71% brodova kapaciteta od 4000 do 6000 TEU-a dostiže

brzine od 23 do 25 čvorova. Najnovije generacije brodova preko 6.000 TEU-a imaju brzine od 24 do 26 čvora.

Porast cijena goriva navela je brodare da smanje brzine plovidbe svojih brodova kako bi uštedjeli na potrošnji. Primjer velikih kontejnerskih brodova koji su dizajnirani za brzinu od 25 čvorova, ali postižu 50% manju potrošnju goriva kada smanje brzinu na 20 čvorova. Noviji brodovi imaju modernije motore dizajnirane za maksimalnu učinkovitost pri optimalnoj potrošnji goriva, doprinoseći smanjenju onečišćenja okoliša.

Povećanje dimenzija i nosivosti kontejnerskih brodova zahtijevalo je luke s većim dubinama uz pristanište i odgovarajuću infrastrukturu za brz i efikasan ukrcaj i iskrcaj tereta. Kako bi savladali ovaj problem, brodari su sabirne centre slične onima u avio-industriji, omogućujući mega brodovima da plove između glavnih luka širom svijeta. Ovi mega brodovi prevoze teret između tih glavnih luka, dok između njih plove veliki brodovi poznati kao mother ships te razvoze teret kao i manji kontejnerski brodovi, poznati kao feeder brodovi koji vrše daljnju distribuciju između glavnih i sporednih luka.

Današnji kontejnerski brodovi također preuzimaju ulogu klasičnih brodova za hladene terete. Primjerice, brod "Regina Maersk", isporučen 1996. godine, imao je kapacitet od 700 mjesta za hladene kontejnere, dok brod "MSC Oscar" danas može smjestiti 1800 FEU-a hlađenih kontejnera, od toga 1470 FEU-a raspoređenih na palubi i 330 FEU-a smještenih u utrobi broda. Ovako velik broj kontejnera potražuje vrlo veliku količinu električne energije koju generiraju brodski generatori. Kod broda "MSC Oscara" ona iznosi 16 MW.

Proteklih godina, globalna flota kontejnerskih brodova bilježila je neprekidni porast tonaže, potaknut napretkom globalne ekonomije. Vrhunac je dosegnut između 2007. i 2008. godine, kada je zabilježen niz isporuka novih brodova, dok je tek mali dio flote bio izvan upotrebe. S dolaskom globalne krize, vidljiv je porast brodova koji su završili na rezalištu, ali izgradnja novih brodova i dalje je nastavila stabilnim ritmom.

Jedan od trenutno najmodernijih i najvećih kontejnerskih brodova na temelju kapaciteta je MSC Loreto koji ima kapacitet od 24 346 TEU-a. Dug je ukupno 399.99 metara i širok 61.3 metara. Površina njegove palube prostire se na 24 000 četvornih metara što je razmjerno površini 3.5 standardna nogometna igrališta. Brod je dizajniran s naglaskom na održivost, isti je opremljen najsuvremenijim hibridnim scrubberom inovativnog dizajna. Isti šteti

energiju i smanjuje emisije štetnih plinova. Na MSC Loretu postoji niz tehnologija koje omogućuju bolju djelotvornost goriva i brzinu, uključujući mali lukovičasti pramac, kanalice za uštedu energije i propelere velikog promjera. [20]

"ONE Innovation" je najveći kontejnerski brod brodske kompanije Ocean Network Express (ONE). U subotu 15. srpnja 2023. godine isti je uplovio u luku Hamburg koja ostaje stalna točka na rutama brodskih linija za klasu Megamax. ONE Innovation prvi je brod brodske kompanije ONE koji je iznova postavio rekord za najveći broj ukrcanih kontejnera na brod od 24 000 TEU, duljine od 400 metara i širine od 61.40 metara. Njegov kapacitet je 24.136 TEU što ga čini jednim od rijetkih kontejnerskih brodova koji su do sada premašili granicu kapaciteta. Također prvi upotrebljavaju tehnologiju za zaustavljanje širenja krtih pukotina u ultra debelim čeličnim pločama visoke čvrstoće kao dio napora za povećanje učinkovitosti opterećenja. Kontejnerski brod je opremljen glavnim motorom MAN B&W koji ima snagu 62 000 kW, a isti omogućuje brzinu od 22 čvor. Njegova radna učinkovitost poboljšana je oblikom pramčanog bulba i zakrivljenim kormilom kao i suatavom upravljanja na brodu. Opremljeni su hibridnim tipom EGCS SOx uređajem za pročišćavanja ispušnih plinova i za napajanje električnom energijom s obale gdje je to moguće. [21]

Luka Hamburg izabrana je za pristanak broda iz razloga što ista ima najsuvremenije kontejnerske portalne dizalice za učinkovit ukrcaj i iskrcaj kontejnerskog broda ove veličine. Osim toga, u luci Hamburg na kontejnerskim terminalima instalirani su obalni energetske sustavi kako bi se vrijeme stajanja kontejnerskih brodova učinilo prihvatljivijim za okoliš. One Innovation sa svojim modernim dizajnom, ima cilj maksimalno iskoristiti kapacitet tereta kao i smanjiti potrošnju goriva. Na taj način uspijeva značajno smanjiti emisije ugljikovog dioksida te tako postiže bolju ekološku ravnotežu.

Opremljen je pramčanim vjetrobranskim staklom, uređajem za uštedu energije kao i sustavom za čišćenje ispušnih plinova u skladu s International Maritime Organization (IMO) propisima. S ovim kontejnerskim brodom želi se omogućiti put održivom razvoju globalne logistike. [22]

Kompanija ONE danas je šesta po veličini za kontejnerski prijevoz s ukupnim kapacitetom od 1.8 milijuna TEU. Trenutno ima 232 plovila s još 44 naručena. Kompanije ONE također je naručila desetak brodova od 13.000 TEU kao sljedeći dodatak svojoj floti, a isti će imati pogon na metanol. Očekuje se da će isporuka ove klase biti u 2027. godini. [23]



*Slika 10. Kontejnerski brod 'One Innovation'*

Izvor: American Journal of Transportation, ONE - Ocean Network Express - Largest container ship “ONE Innovation” arrives in Hamburg on the 15th of July, <https://www.ajot.com/news/one-ocean-network-express-largest-container-ship-one-innovation-arrives-in-hamburg-on-the-15th-of-july> (11.08.2024.)

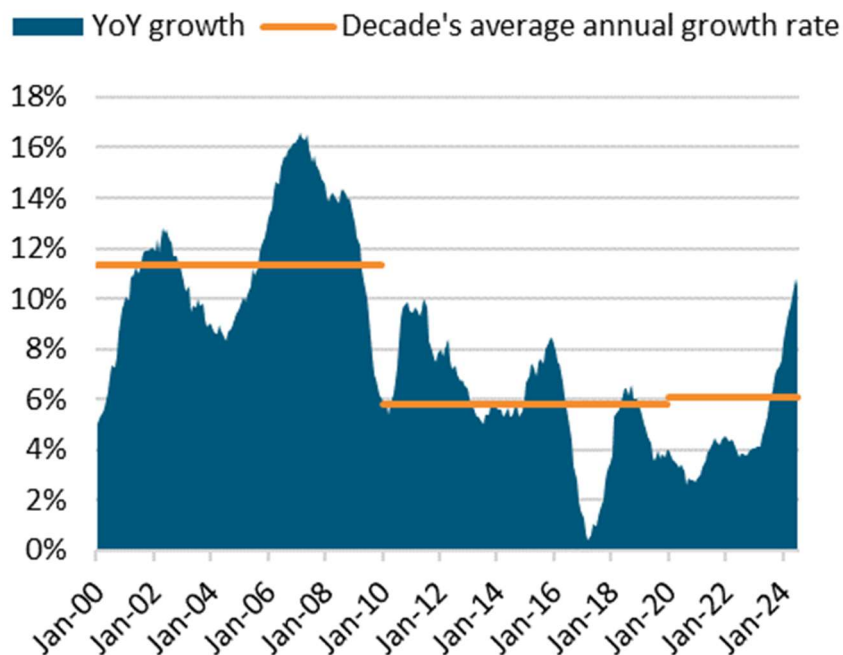
#### 4.3. STANJE SVJETSKE KONTEJNERSKE FLOTE

Od početka ove godine kapacitet kontejnerske flote je povećan za 1.6 milijuna TEU-a. Uspoređujući s prošlom godinom kapacitet je porastao za 11% na 29.5 milijuna TEU-a, što je najbrže rastuća flota u posljednjih 15 godina.

Tijekom prve polovice 2024. godine iz brodogradilišta su isporučena ukupno 264 broda ukupnog kapaciteta od 1,6 milijuna TEU-a što je novi rekord koji je veći čak dvije trećine više nego u prvom polugodištu prošle godine.



## Container ship fleet



Slika 11. Kontejnerska flota 2024. godine

Izvor: Safety4sea, BIMCO: Container shipping fleet shows significant growth, <https://safety4sea.com/bimco-container-shipping-fleet-shows-significant-growth/> (10.08.2024.)

Nova referentna vrijednost još uvijek nije postavljena, a velika potražnja za brodovima doprinijela je osiguravanju recikliranja brodova na niskoj razini. Preusmjeravanje brodova preko Rta dobre nade kao i snažan rast tereta doprinijeli su recikliranju samo 36 brodova, a koji imaju ukupni kapacitet od 51 tisuću TEU-a.

"Unatoč rekordu, brodovlasnici su nastavili s narudžbama novih brodova. Od godine do danas, naručeno je ukupno 63 broda s kombiniranim kapacitetom od 0,4 milijuna TEU, a omjer knjige narudžbi i flote ostaje visok na 19%" rekao je Ramussen. [24]

Knjiga narudžbi već sada obuhvaća narudžbe za isporuku u 2028. godini, a svake godine između 2025. i 2027. godine planirana je isporuka od prosječno 1,5 milijuna TEU.

Kombinirani kapacitet brodova od 12 000 – 17 000 TEU najbrže je rastao kao i 2022. i 2023. godine. Kapacitet segmenata povećao se za 25% u odnosu na 2023. godinu, a rast je činio skoro 50% ukupnog rasta flote. Ovaj segment kombiniranih kapaciteta brodova isto tako će

prevladavati u nadolazećim godinama jer narudžbe za isti čine više od 50% naručenog kapaciteta.

Brodovi veći od 17 000 TEU prevladavali su rastom tijekom 2015.-2021. godine, a isti čine samo 17% kapaciteta u knjizi narudžbi. Zbog operativnog ograničenja na luke u Aziji i Europi, fokus brodovlasnika pomaknut je s većih brodova. U prometu je 212 brodova koji pokrivaju većinu tih trgovačkih puteva.

Do kraja 2024. godine predviđa se da će kapacitet kontejnerske flote prekoračiti dosadašnjih 30 milijuna TEU-a. Po prvi put do kraja devetog mjeseca i doseći 30,5 milijuna TEU-a, a do kraja 2027. godine trenutna knjiga narudžbi dodati će još 4,3 milijuna TEU-a. S obzirom da obujam rasta tereta najvjerojatnije neće odgovarati ovom povećanju, očekuje se da će se recikliranje brodova povećati te da će se na taj način ublažiti ukupan rast flote. U slučaju da se brodovi mogu vratiti u Sueski kanal i Crveno more potražnja za brodovima će se smanjiti. [24,25]

## 5. NAJVEĆE NESREĆE KONTEJNERSKIH BRODOVA

U skladu s bazom podataka o nesrećama Lloyds Maritime Information Services (LMIS) nesreće se dijele na iduće kategorije:

1. Potopljeni kontejnerski brodovi - oni uključuju brodove koji su potonuli uslijed vremenskih nepogoda, curenja, raspadanja na 2 dijela a ne kao posljedica sudara.
2. Nestanak kontejnerskog broda - ova kategorija obuhvaća brodove koji su nestali bez traga i za koje ne postoje svjedoci koji mogu objasniti što se dogodilo u nesreći.
3. Požar ili eksplozija na kontejnerskom brodu - uključuje brodove kod kojih je požar ili eksplozija prvi prijavljeni događaj ili je ishod oštećenja trupa ili strojeva. U ovu kategoriju se uključuje požar izazvan oštećenjem motora, ali ne uključuje požar izazvan sudarom.
4. Sudar kontejnerskog broda - obuhvaća brodove koji su se sudarili s drugim brodom neovisno o tome je li brod bio usidren ili je plovio. Ova kategorija se ne odnosi na sudare s podvodnim olupinama.
5. Kontakt kontejnerskog broda - obuhvaća brodove koji su udarili ili ih je udario vanjski objekt, ali ne i drugi brod ili morsko dno. Ova kategorija obuhvaća platforme ili udarne bušilice, bez obzira da li je ista fiksna ili u vuči.
6. Nasukani kontejnerski brod - ova kategorija obuhvaća brodove koji su udarili u morsko dno, podvodne olupine ili obalu.
7. Nesreće kontejnerskog broda uslijed neprijateljstva i ratnih djelovanja - obuhvaćaju kontejnerske brodove koji su bili izloženi ratnim djelovanjima.
8. Oštećenje trupa ili strojeva kontejnerskog broda - u ovu kategoriju spadaju brodovi čije je oštećenje trupa ili strojeva nije prouzrokovano drugim kategorijama, npr. sudar.
9. Razno - ova kategorija uključuje oštećene ili izgubljene kontejnerske brodove koji se ne ubrajaju niti u jednu prethodnu kategoriju. Također se u ovu kategoriju ubrajaju i nesreće o kojima nema dovoljno informacija. Primjer za isto je, nezgoda izazvana premještanjem tereta jer klizanje tereta može prouzrokovati ozljede posade i oštećenje imovine, stoga je osiguranje tereta od iznimne važnosti.

## 5.1. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA DALI

Kontejnerski brod Dali, dugačak 300 metara isplovio je iz Baltimorea u utorak 26. ožujka oko 00:30 sati, krenuvši prema Šri Lanki. Clay Diamond, izvršni direktor Američkog udruženja peljara izjavio je da je brod doživio “potpuni gubitak pogona” oko 01:20 sati. U trenutku gubitka pogona, brod je plovio brzinom od oko 8 čvorova, što je prema Diamondu normalna brzina za to područje. Podaci s VDR-a (Voyage Data Recorder) otkrivaju niz alarma na brodu oko 01:25 sati, uz kratkotrajni prekid u snimanju koji se podudara s Diamondovom izjavom. Diamond tvrdi da brod nikada nije ponovno dobio pogon, iako se pomoćni dizelski generator ipak pokrenuo što je omogućilo obnovu električnih sustava. To bi mogao biti izvor crnog dima koji se vidi na video zapisu sudara. Kako je brod nekontrolirano plutao, peljar je u 01:26 sati prvo pozvao pomoć tegljača putem VHF-a, a na nekoliko trenutaka kasnije naredio i spuštanje lijevog sidra. Nakon toga, oko 01:27:25 sati, peljar je hitno uputio poruku o situaciji u kojoj brod nekontrolirano plovi prema mostu Francis Scott Key te je istovremeno upozorio da se most zatvori za promet. Ta hitna poruka se smatra ključnom u spašavanju života.

Obalna straža izvijestila je da je brod u 01:29:33 sati udario u jedan od potpornih stupova mosta, što je rezultiralo urušavanjem stupova u rijeku Patapsco. Iako su dva radnika s mosta spašena, nažalost je šest njihovih kolega izgubilo živote.



*Slika 12. Nesreća Kontejnerskog broda Dali*

Izvor: Pomorac.hr, Detaljna analiza nesreće u Baltimoreu: Šteta se procjenjuje na 2 do 4 milijarde dolara, krivac kontaminirano gorivo?, <https://pomorac.hr/2024/03/29/detaljna-analiza-esrece-u-baltimoreu-steta-se-procjenjuje-na-2-do-4-milijarde-dolara-krivac-kontaminirano-gorivo/> (04.07.2024.)

Podaci s VDR-a, koji uključuju audio zapise s zapovjednog mosta i VHF-a, nisu dosljedne kvalitete zbog pozadinske buke i alarma. Dodatna analiza bit će provedena u laboratoriju kako bi se poboljšala jasnoća zvuka. Važno je napomenuti da su sve informacije preliminarne i podložne konačnoj potvrdi i promjeni. VDR također sadrži ograničene podatke o sustavima, poput brzine broda, broja okretaja motora, kuta kormila, smjera broda i nekih informacija o alarmima.

Pregledom zapisa, FuelTrust primjećuje da je brod Dali uzimao pogonsko gorivo u Šangaju i Koreji. Navode da je koristio Marine Gas Oil (MGO), što je uobičajeni, ali skuplji oblik lakog brodskog goriva, često korištenog zbog radi manjih emisija u lukama i obalnim područjima. Nakon tranzita, 13. ožujka Dali se usidrio kod Panamskog kanala, a potom je nastavio put prema New Yorku, Norfolku i Baltimoreu. FuelTrust sumnja da je brod uzimao pogonsko gorivo u Panami, već pretpostavljaju da je to učinjeno u Baltimoreu. Uobičajeno je da je za kupnju goriva odgovoran charterer, u konkretnom slučaju Maersk, upravitelj Synergy Marine ili vlasnica plovila Grace Ocean. FuelTrust ističe da i Maersk i Synergy imaju formirane stroge sustave za testiranje kako bi se zajamčila valjanost goriva.

U lipnju 2023. godine tokom inspekcije u Port Stateu u San Antoniju, Čile, pomorska i lučka uprava Singapura naglašava problem u neispravnom mjeraču tlaka goriva, a problem je otklonjen prije nego što je brod isplovio iz luke. Druga inspekcija američke obalne straže u New Yorku u rujnu 2023. godine nisu uočeni nikakvi daljnji problemi s brodom, a sljedeća inspekcija je najavljena za lipanj 2024. godine.

Kontaminacija goriva vrlo je poznat problem u pomorstvu. FuelTrust samo u 2023. godini bilježi više od 120 slučajeva gubitka pogona na moru radi problema s gorivom. Ističe se da da se većina tih problema dogodila na moru, a riješila ih je posada.

U Singapuru 2022. godine u najvećem svjetskom bunkering tržištu počeli su se pojavljivati problemi s kontaminacijom goriva. Bio je to slučaj s brodskim gorivom visokog sadržaja sumpora (HSFO), koje je bilo kontaminirano visokom koncentracijom kloriranih organskih spojeva (COC). Incident je obuhvaćao više od 120 milijuna dolara vrijednosti goriva, a Singapurska pomorska i lučka uprava (MPA) vjeruje da je oko 200 brodova primilo kontaminirano gorivo. Oko 80 brodova prijavilo je probleme s pumpom goriva ili motorom. U srpnju 2023. godine u Houstonu, Teksasu, zabilježen je još jedan incident kada je više od 30 brodova dobilo kontaminirano gorivo i prijavilo štetu ili kvarove.

Incident s Ever Givenom u ožujku 2021. godine smatra se kao nesreća s najvećim zahtjevima od osiguranja u ovom stoljeću, sve do sada kada se po prvim procjenama smatra da kontejnerski brod Dali od 9962 TEU-a može oboriti neslavni rekord. Ovisno o dužini trajanja blokade i načinu pokrivanju troškova prekida poslovanja u luci Baltimore, troškovi bi mogli iznositi između 2 i 4 milijarde dolara. Mediterranean Shipping Company (MSC) je najveća kontejnerska kompanija na svijetu te naglašava da će proći više mjeseci dok se lučke operacije u Baltimoreu ne vrate u normalu.

Zamjenik zapovjednika za operacije obalne straže, Peter Gautier izjavio je da je Dali stabilan, ali su podvodne inspekcije još uvijek u tijeku. Pomorska i lučka uprava Singapura (MPA) pod kojom je plovio Dali pokreće svoju vlastitu istragu nesreće. [26]

## 5.2. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA EVER GIVEN

Kontejnerska nesreća broda “Ever Given” dogodila se 23. ožujka 2021. godine oko 7:40 ujutro po lokalnom vremenu, brod je pristupao južnom kraju Sueskog kanala, jednog od najprometnijih pomorskih prolaza na svijetu.

Brod dug gotovo 400 metara s 20 tisuća kontejnera pripada tajvanskoj brodarskoj tvrtki Evergreen Marine, putovao je od Tanjung Pelepas u Maleziji do Rotterdama u Nizozemskoj.

Tijekom plovidbe kroz uski dio Sueskog kanala na 101 kilometru dogodila se neočekivana pješčana oluja koja je iznenadila posadu, smanjujući vidljivost i otežavajući upravljanje brodom. Jak vjetar prisilio je brod da skrene s plovnog puta i nasuče se, što je rezultiralo pramcem koji se zaglavio u jednoj obali kanala, dok je krmom gotovo dodirivao drugu stranu blokirajući promet.

Egipatski meteorolozi potvrdili su da su jaki vjetrovi i pješčana oluja zahvatili područje tog dana, s udarima vjetra dosežući i do 50 kilometara na sat. Uprava Sueskog kanala (SCA) je sugerirala mogućnost prebrze plovidbe broda, ali to nije potvrđeno. Također, vlasnička strana konstatirala je da je Ever Givenu dozvoljeno uplovljavanje na plovni put unatoč lošem vremenu.



*Slika 13. Nesreća kontejnerskog broda Ever Given*

Izvor: MarineLink, Deal Reached to Release Cargo Ship that Blocked Suez Canal, <https://www.marinelink.com/news/deal-reached-release-cargo-ship-blocked-488917> (04.07.2024.)

Egipatski meteorolozi potvrdili su da su jaki vjetrovi i pješčana oluja zahvatili područje tog dana, s udarima vjetra dosežući i do 50 kilometara na sat. Uprava Sueskog kanala (SCA) je sugerirala mogućnost prebrze plovidbe broda, ali to nije potvrđeno. Također, vlasnička strana konstatirala je da je Ever GIVenu dozvoljeno uplovljavanje na plovni put unatoč lošem vremenu.

U trenutku kad se Ever Given nasukao, iza njega je bilo ukupno 15 plovila, a blokada prometa dogodila se u oba smjera. Prvi pokušaji izvlačenja plovila bili su neuspješni. Tek šest dana poslije incidenta, 29. ožujka 2021., spasilačke ekipe su uspjele osloboditi brod i njegov teret koji je vrijedio milijarde dolara omogućivši ponovno otvaranje Sueskog kanala za pomorski promet. Tijekom tog vremena, prometni zastoj od preko 200 plovila privukao je pažnju svjetskih medija.

Nakon nesreće, pokrenuto je više pravnih sporova na visokoj razini, pri čemu su različite strane tražile naknadu za gubitke koje su pretrpjele. Kada je brod oslobođen 29. ožujka, uputio se prema Velikom gorkom jezeru u Egiptu na tehnički pregled. Globalna trgovina se



postepeno vratila u normalu tijekom sljedećih dana, ali egipatske vlasti nisu pustile brod dok se ne riješi zahtjev za naknadu.

Uprava Sueskog kanala (SCA) 13.4. službeno je zaplijenila brod na temelju sudskih naloga dok vlasnici ne plate odštetu od 900 milijuna dolara. Naknadno je SCA smanjila iznos za oko 300 milijuna dolara. Vlasnici i SCA postigli su dogovor o naknadi 4. srpnja, ali točan iznos nije objavljen.

Ever Given je 7. srpnja isplovio iz Sueskog kanala što je bilo 106 dana nakon nesreće, radi prethodno dogovorene isporuke tereta u nekoliko europskih luka. Ever Given je 29. srpnja 2021. godine konačno se usidrio u Rotterdamu koji mu je bio izvorno odredište.

Nesreća kontejnerskog broda Ever Given prouzročio je značajne ekonomske gubitke, a procjene sugeriraju da je globalno gospodarstvo gubilo oko 10 milijardi dolara dnevno. Maersk je u veljači 2023. objavio da tuži vlasnika, operatera i zapovjednika broda radi gubitaka tijekom blokade kanala.

Nakon nesreće broskog kontejnera Ever Givena SCA je brzo iznijela planove za proširenje plovnog puta u nastojanju da spriječi slične situacije u budućnosti. Prema tim planovima, najjužnijih 30 kilometara kanala, gdje se Ever Given nasukao, proširit će se za 40 metara prema istoku i produbiti na 72 stope s trenutnih 66 stopa, što bi trebalo unaprijediti plovidbu brodova za čak 28%.

Ova nesreća je naglasila ključnu ulogu brodarstva u globalnom gospodarstvu. Ljudi često nisu svjesni koliko ovise o pomorskoj trgovini, jer čak 80% svjetske robe stiže pomorskim putem.

Blokada Sueskog kanala, jedne od najvažnijih plovnih rute na svijetu, ozbiljno je poremetila protok robe, što je rezultiralo kašnjenjima, zastojsima i kao posljedica, povećanim troškovima prijevoza. Nesreća s Ever Givenom je istaknula važnost globalne povezanosti gospodarstva i ovisnosti mnogih industrija o točnoj isporuci, kao i ranjivost globalne trgovačke mreže na poremećaje u transportnim rutama i važnost Sueskog kanala kao ključne trgovinske arterije. [27, 28, 29]



Slika 14. Sueski kanal – trgovinska arterija

Izvor: Partner Broker, Brod koji je blokirao Sueski kanal, <https://partner-broker.hr/brod-koji-je-blokirao-sueski-kanal/> (04.07.2024.)

### 5.3. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA MAERSK HONAM

6. ožujka 2018. godine kontejnerski brod Maersk Honam plovio je od Singapura prema Sueskom kanalu. Na brodu se nalazilo 7860 kontejnera.

Kada je brod doplovio u Arapskom more, oko 900 nautičkih milja zapadno od Indijske obale došlo je do ozbiljnog požara koji je započeo u 19:45 sati u teretnom skladištu broj 3.

Svih 27 članova posade aktivno je prisustvovalo u gašenju požara što je obuhvaćalo korištenje CO2 sustava u teretnom prostoru. Nažalost, požar se nije uspio zaustaviti te je on rezultirao tragičnom smrću pet članova posade. Poslana je poziv u pomoć, a posada je napustila brod oko 22:15 sati. Sedmog ožujka 2018. godine oko 01:30 sati drugi brod, ALS Ceres je odgovorio na poziv u pomoć. Pružio je pomoć za ukupno 23 člana posade iz brodice za spašavanje, dok su se ostala četiri člana posade proglasila nestalima. Provedene su i operacije traganja i spašavanja (SAR) okolnog mora. [30, 31, 32]



*Slika 15. Nesreća kontejnerskog broda Maersk Honam*

Izvor: IIMS News, Cause of Maersk Honam fire is inconclusive reveals report,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Maersk\\_Honam](https://en.wikipedia.org/wiki/Maersk_Honam) (04.07.2024.)

Pokušaji suzbijanja požara trajali su 5 dana s nekoliko pomoćnih brodova. Tim za spašavanje se ukrcao na brod 10. ožujka 2018. godine te su utvrdili da je požar raširio i zahvatio skladišta tereta broj 1, 2 i 3 te smještaj broda. Sljedećeg dana spasilački tim je pronašao ostatke tri od četiri nestale osobe.

Brod je pretrpio značajnu strukturnu štetu u predjelu kabina za posadu i prednjem dijelu plovila i nije bio sposoban za nastavak plovidbe. Nakon čega je dotegljen u luku Jebel Ali tokom operacije spašavanja. Brod je kasnije renoviran u Koreji, a u pogon je ponovno pušten u kolovozu 2019. godine pod novim imenom Maersk Halifax.

Istražni ured za sigurnost prometa ovaj je događaj klasificirao kao vrlo ozbiljnu pomorsku nesreću. Navedeni incident izazvao je detaljnu istragu Ureda za istraživanje sigurnosti prometa (TSIB), uz Maerskovu internu istragu i inicijativu za unapređenje preventivnih mjera protiv požara u Maerskovoj floti, nadmašujući međunarodne standarde. Maersk

Honam je isporučen iz brodogradilišta Maersk u srpnju 2017. godine i plovio je pod zastavom Singapura. [30, 31, 32]

Rezultati istrage ukazuju na to da je najvjerojatniji izvor požara bio među blokom od 54 kontejnera koji sadrže opasan teret IMO klase 9, smještenih u skladištu tereta br. 3 u prednjem dijelu broda. Prema izvještaju, točan uzrok požara nije potpuno utvrđen, ali je najvjerojatnije da je potekao od raspadanja opasnog tereta, što je izazvalo intenzivnu toplinu što je omogućilo brzo i nekontrolirano širenje vatre.

U izvješću singapurskog ureda za istraživanje sigurnosti prometa (TSIB) požar je vjerojatno započeo u teretu natrijevog dikloroizocijanurat dihidrata (SDID) koji je sastavni dio proizvoda za čišćenje, sredstva za pranje posuda, suhих izbjeljivača, dezinfekcijskih sredstava za bazene i proizvoda za pročišćavanje otpadnih voda.

Tim istražitelja utvrdio je da sekundarne opasnosti vezane za kemijsku degradaciju i nestabilnost SDID-a nisu bile identificirane u Međunarodnom pomorskom kodu o opasnim tvarima (IMDG). Iz tog razloga teret je klasificiran u kategoriju 9. Kodeksa, a isti obuhvaća robu manje opasnu od one u klasi 5.1, iako SDID ima slična svojstva kao tereti u ozbiljnijoj kategoriji.

Prema istrazi TSIB-a, iako je posada uložila velike napore, požarni alarm nije aktiviran odmah po događaju te je isto dovelo do kašnjenja u zatvaranju magnetskih vrata na smještajnim prostorima i ne zatvaranje vanjskih ventilacijskih otvora. Isto je dovelo do prodora i širenja otrovnog dima unutar smještajnog prostora.

Drugi najvjerojatniji faktori koji su pridonijeli događaju su i nedostatak jasnih uputa i uloga svih osoba na brodu, pa su neki članovi posade čekali upute za postupanje.

Iza ovog tragičnog incidenta stoji pitanje opasnog tereta i sklonost nekih bezobzirnih pošiljatelja da ne deklariraju ili pogrešno deklariraju pošiljke opasnog tereta. Stručnjaci naglašavaju da je sada ekonomski i tehnički izvedivo uspostaviti sigurnu mrežu senzora u teretnim prostorima brodova, pa čak i ugrađenu u same kontejnere, po relativno niskim troškovima.

TSIB je dao preporuke za Maersk za sprječavanje budućih požara a neke od preporuka su:

1. Rad s nevladinim organizacijama, npr. CINS, kao i izrada smjernica za siguran prijevoz SDID-a prepoznajući primarne i sekundarne opasnosti ovog tereta uz napomenu na IMDG Kod SP 135.
2. Preispitivanje zahtjeva za skladištenje SDID kontejnera zbog preveniranja povećanja temperature i kako bi se olakšala upotreba vodenih medija za gašenje požara na mjestima skladištenja, kao što je SDID kontejner na otvorenoj palubi daleko od direktnog sunčevog svjetla.
3. Pregledati sistem sigurnosti radi pripreme za hitne slučajeve požara kako bi se osigurala ispravna upotreba alarma koji će se aktivirati u bilo kojoj hitnoj situaciji.
4. Pregledati dizajn ventilacijskih poklopaca na otvorima kako bi se osiguralo da se mogu brzo i efikasno zatvoriti u hitnim slučajevima.
5. Razmotriti izmjenu ERM-a broda kako bi se zajamčilo da se potisnici koriste za održavanje pravca broda uz minimalni napredak, kao podsjetnik zapovjedniku. [30, 31, 32]

#### 5.4. NESREĆA KONTEJNERSKOG BRODA MSC ZOE

MSC Zoe jedan je od najvećih kontejnerskih brodova na svijetu koji redovito plovi između Azije i Europe prevozeći 13 465 TEU-a duljine 395 metara i širine od 59 metara. U noći s 1. na 2. siječnja 2019. godine putovao je između Sinesa (Portugal) i Bremerhavena (Njemačka), pronašao se u teškim vremenskim uvjetima.

MSC Zoe se suočio s jakim vjetrom od 8 do 9 stupnjeva s valovima koji su dolazili s bočne strane dok je prolazio kroz Terschelling - njemačku shemu razdvajanja prometa (TSS). Posada je osjetila snažno naginjanje broda. Inspekcija za pregled i provjeru vezivanja kontejnera, posebno onih koji su sadržavali opasne tvari, obavljena je poslijepodne 1. siječnja.

Okolnosti su se pogoršale oko 23 sata, kada je nagib postao toliko intenzivan da je probudio glavnog časnika i uzrokovao da razni predmeti na brodu, uključujući pisac na mostu lete zrakom. Izgledalo je da se nagib nakratko smirio, ali već u 01:00 sat, vizualni pregled

signalnim reflektorom (Morseovom lampom) otkrio je prevrtanje većeg broja kontejnera, dok su drugi visjeli s palube. Daljnja istraga nije bila moguća zbog mraka i loših vremenskih uvjeta.

U 01:30 sati, nagib se ponovno dramatično povećao, a zapovjednik je svjedočio kako se kontejneri urušavaju i padaju u more. Vlasti su obaviještene, a brod je smanjio brzinu i promijenio kurs kako bi umanjio utjecaj valova i vjetra. U toj fazi, zapovjednik je objavio da je oko trideset kontejnera palo u more. [33, 34, 35]



*Slika 16. Nesreća kontejnerskog broda MSC ZOE*

Izvor: Malm S., Treasure hunters' lethal lottery: Scavengers descend after shipping containers wash up in Germany and Holland... unaware that some contain flammable toxic chemicals,

<https://www.dailymail.co.uk/news/article-6554417/Scavengers-descend-shipping-containers-wash-Germany-Holland.html> (12.07.2024.)

U zoru je izvršen pregled i procjena oštećenja, pogotovo radi lociranja kontejnera s opasnim tvarima. Ustanovljeno je da su dva pala u more, dok je treći visio preko ruba broda. Ostali kontejneri također su pali u more, a posada je primijetila oštećenja na vezovima, uključujući

zatezače šipki za vezivanje, priključke za pričvršćivanje kontejnera, kuke i klinove odnosno igle za pričvršćivanje. Broj izgubljenih kontejnera ponovno je procijenjen nekoliko puta, da bi na kraju dosegao broj od 270 izgubljenih kontejnera do večeri 2. siječnja. Iako su vlasti imale potpuni teretni manifest, bilo je nejasno koji su točno kontejneri izgubljeni.

Nizozemska obalna straža je rasporedila brod za nadzor kako bi preusmjerila promet prema sjeveru TSS-a. Brzo se i odustalo od mogućnosti privremenog zatvaranja plovnog puta jer su istrage pokazale da nema opasnosti od sudara brodova s potopljenim kontejnerima.

Njemačka i Nizozemska zajedno su poduzele operacije potrage i izvlačenja na moru, a područje potrage je pokrivalo oko 4200 km<sup>2</sup>. U tijeku ove potrage otkrivene su i neobilježene olupine kao i eksploziv iz Drugog svjetskog rata. Predmeti i fragmenti su izvučeni na površinu i ukrcani na plaube brodova opremljenih dizalicama i grabalicama, a zatim su prevezeni do središnjeg sabirnog mjesta gdje je svaki predmet stavljen u zapisnik te se na temelju tih izvješća moglo odrediti u kojem se kontejneru nalazio svaki predmet i gdje je bio u moru uspoređujući s teretnim manifestom.

Istragom tijekom događaja utvrđeno je da je MSC ZOE izgubio teret na šest lokacija. Istražitelji su isključili zastarjelost broda, nedostatak kvalifikacija, vještine i oprez posade, grešku tijekom ukrcaja i osiguravanja kontejnera te vremenske uvjete kao uzrok nesreće. Dodatnim pokusima i istraživanjima došlo se do zaključka da je MSC Zoe bila podvrgnuta jakom parametarskom kotrljanju koja je prouzrokovana velikom amplitudom valova, a što je moglo uzrokovati i kvar šipki za vezivanje i zakretnih brava.

Drugog siječnja 2019. godine razni tereti su isplivali na obale njemačkog i nizozemskog otočja Wadden kao što su kontejneri, dijelovi kontejnera, dijelovi automobila, cipele, jastuci, igračke, žarulje itd. Glavni pogođeni otoci bili su Vlieland, Terschelling i Schiermonnikoog u Nizozemskoj i Borkum u Njemačkoj, a krhotine su došle i do kopna Friesland i Groningen u Nizozemskoj, te Donje Saske u Njemačkoj.

U jedan ujutro 3 siječnja, MSC Zoe usidrio se u Bremerhavenu. Posada te njemačke i nizozemske vlasti su izvršili novi pregled broda. Identifikacija izgubljenih spremnika još je uvijek bila teška jer su neki spremnici koji su još uvijek bili na brodu bili potpuno uništeni. Tek nakon što su svi kontejneri iskrcani u Gdanjsku, nekoliko dana kasnije, konačno je utvrđen potpuni broj kontejnera prema kargo manifestu od kojih je preko 1000 kontejnera bilo oštećeno, a 342 kontejnera su završila u moru sadržeći 3.200 tona robe. Samo su tri kontejnera od njih sadržavali opasne tvari. Jedan od tih kontejnera je nosio 280 kutija ispunjenih mješavinom dibenzoil peroksida i dicikloheksil ftalata, iritantnog bijelog praha, ali najvažnije, snažnog oksidansa koji se može raspasti na visokim temperaturama. Dvije pune kutije od ukupno 25 kilograma pronađene su na nizozemskoj plaži i sigurno su uklonjene. U Njemačkoj je pronađeno nekoliko praznih kutija dok je spremnik pronađen prazan. Drugi kontejner je sadržavao 1400 kg litij-ionskih baterija, dok je treći kontejner bio natovaren s 22,5 tona ekspanzirajućih polimernih kuglica (Industrial Plastic Pellets, IPP). Ove kuglice se smatraju opasnima zbog činjenice da mogu otpuštati nekoliko posto pentana tijekom transporta što može stvoriti zapaljivu atmosferu. Ova vrsta granula od 4 milimetara u promjeru već je prepoznata kao uzrok ozbiljnih eksplozija, a nađene su odmah nakon nesreće na plažama ali ih je vjetar raspršio što je dodatno otežalo oporavak. Poduzeto je dugoročno praćenje utjecaja izgubljene robe osobito plastičnih kuglica.

Do 4. srpnja 2019. godine izvađeno je 2383 tone od 3200 izgubljene, a u veljači 2020. godine procijenjeno je da je većina robe izgubljene u moru pronađena i vraćena.

Međunarodno izvješće daje preporuku i smjernice panamskoj, njemačkoj i nizozemskoj vladi da preispitaju tehničke zahtjeve. Pa su tako i sastavljene smjernice koje upućuju na instalaciju instrumenata na brodu za bilježenje i mjerenje amplitude zakretanja u realnom vremenu kako bi se korigirao kurs broda, potrebno je revidirati trenutne propise za kontejnerske brodove posebno u pogledu opreme za osiguranje tereta, kao i stabilnosti naročito tijekom plovidbe u plitkim vodama. Potrebno je istražiti potrebu za promjenom trenutnog položaja postojećih linija TSS-a, uzimajući u obzir faktore rizika i činjenicu da je Waddensko more klasificirano od strane IMO-a (Međunarodna pomorska organizacija) kao



posebno osjetljivo morsko područje. Potrebno je komunicirati o temi poboljšanja dizajna i promoviranja inovacija u pogledu dizajna i opreme za buduće kontejnerske brodove. [33, 34, 35]

## 6. SIGURNOST I PREVENCIJA NESREĆA KONTEJNERSKIH BRODOVA KORISTEĆI RAZVOJ UMJETNE INTELIGENCIJE

Umjetna inteligencija (AI) se po konzultantskoj tvrtci definira kao: "AI je sposobnost strojeva za obavljanje kognitivnih funkcija koje povezujemo s ljudskim umovima, kao što su opažanje, zaključivanje, učenje, interakcija s okolinom, rješavanje problema, pa čak i vježbanje kreativnosti". [36]

Zbog svoje sposobnosti učenja i prilagodbe zadacima umjetna inteligencija se izdvaja od tradicionalnog računalnog softvera. Naime, što više upoznaje zadatke to se više rezultati poboljšavaju.



Slika 17. AI kod kontejnerskih brodova

Izvor: Britannia, The use of artificial intelligence (AI) in shipping, <https://britanniapandi.com/2024/02/the-use-of-artificial-intelligence-in-shipping/> (11.08.2024.)

Sigurnost temeljena na ponašanju koristi umjetnu inteligenciju za analizu tisuće sati snimaka s CCTV-a. AI indentificira bitne sigurnosne događaje u stvarnom vremenu pružajući korisnicima kontinuirani prikaz u aktivnosti i ponašanja na brodu. Kao primjer možemo uzeti

situaciju gdje umjetna inteligencija nadzire ima li na mostu posade u skladu s propisima i procedurama tvrtke ili koristi li se osobna zaštitna oprema (PPE) ispravno. Ovaj pristup omogućava vlasnicima broda da unaprijede svoje razumijevanje i procjenu sigurnosti na brodu.



*Slika 18. Osobna zaštitna oprema*

Izvor: Maritime mutual, Personal Protective Equipment (PPE): The final safety barrier,  
<https://maritime-mutual.com/risk-bulletins/personal-protective-equipment-ppe-the-final-safety-barrier/>

(11.08.2024.)

Umjetna inteligencija također obrađuje podatke kamera, termovizije, opreme za navigaciju na mostu i ostalih senzora te aktivno prati okolinu broda radi otkrivanja potencijalne opasnosti. Na taj način pruža uvid i preporuke u stvarnom vremenu. Ranije prepoznavanje opasne situacije može pomoći u povećanju svijesti o situaciji prioritizirajući najbitnije

ciljeve, smanjenju opterećenja i minimiziranju ljudske pogreške.

Umjetna inteligencija analizira video izvore s ugrađenim kamerama u stvarnom vremenu, što joj omogućuje otkrivanje mogućih opasnosti od požara čak i prije nego što dim ili plamen postanu vidljivi. Sustavi za otkrivanje požara koji se temelje na umjetnoj inteligenciji mogu "učiti" iz prethodnih incidenata što im omogućuje prepoznavanje specifičnih obrazaca koji su povezani s požarima. Taj proces učenja poboljšava točnost ranog otkrivanja požara tijekom vremena, pružajući veću zaštitu za brod i njegovu posadu.

Umjetna inteligencija također služi u sustavima za optimizaciju rute uzimajući u obzir brojne izvore koji uključuju razne varijable kao što su vrijeme, struje i stanje more. Izračunava i identificira najekonomičniju i ekološki prihvatljivu rutu koristeći te varijable čime se smanjuje potrošnja goriva i pomaže u smanjenju emisija.

Još jedan od značajnih problema u pomorskoj industriji su požari koji često izbijaju radi pogrešnog deklariranja opasne robe u kontejnerima. Umjetna inteligencija omogućuje analizu podataka gdje uspoređuje dokumentaciju o teretu, težinu tereta, veličinu kontejnera i slično. AI prepoznaje odstupanja od normale koja mogu upućivati na krivo prijavljen teret te se teret može naknadno pregledati prije ukrcanja. [36, 37, 38]

HMM Co. planira unaprijediti upravljanje sigurnošću na svojim plovilima donošenjem rješenja za video analizu umjetne inteligencije (AI) nazvanog DeepEyes. DeepEyes je projektiran za detekciju neočekivanih incidenata poput požara, dima, nedostatka zaštitne opreme među radnicima i padova te za hitno obavještanje administratora. Brodarske tvrtke koriste CCTV sustave za nadzor, no ti sustavi često nisu imali ugrađene funkcije upozorenja, što je predstavljalo izazov za upravljanje sigurnošću. Kako bi se riješio taj problem, HMM je potpisao ugovor o nabavi s tvrtkom GlobeAI, startupom osnovanim od strane profesora sa Sveučilišta Chung-Ang. Primjena DeepEyesa ima cilj poboljšati sustav i omogućiti brze reakcije na sigurnosne incidente na brodovima, spriječiti sekundarne nesreće te unaprijediti opću sigurnosnu razinu.

AI aplikacije u pomorskoj industriji:

1. Upravljanje flotom - primjena umjetne inteligencije omogućuje optimizaciju operacija flote i unaprjeđenje efikasnosti brodskih ruta putem analize podataka iz GPS sustava, vremenskih uvjeta i prometa.
2. Prediktivno održavanje - sustav umjetne inteligencije se upotrebljava za predviđanje trenutaka kada će vozila i oprema zahtijevati održavanje te će to pridonijeti smanjenju vremena zastoja i uštedi troškova.
3. Autonomni brodovi - razvoj autonomnih brodova omogućen je korištenjem AI tehnologije, omogućavajući im samostalno upravljanje, pristajanje i donošenje odluka, što povećava sigurnost i učinkovitost u pomorskoj industriji.
4. Optimizacija tereta - umjetna inteligencija se koristi i za optimizaciju pri ukrcaju i iskrcaju tereta, a za istu upotrebljava analizu podataka o težini i volumenu tereta, stabilnosti plovila i lučkoj infrastrukturi.
5. Upravljanje rizikom - sustavi upravljanja rizikom temeljeni na AI sustavu analiziraju podatke iz raznih izvora radi identifikacije i ublažavanja rizika u pomorskoj industriji, uključujući vremenske uvjete, promet i sigurnost od piratstva.
6. Upravljanje opskrbnim lancem - primjena AI sustava optimizira cjelokupni proces otpreme, uključujući upravljanje narudžbama, zalihama i logistiku.

Prema informacijama iz međunarodnih izvora od 26. travnja 2024. godine, HMM planira implementirati DeepEyes na jednom od najvećih kontejnerskih brodova na svijetu sljedećeg mjeseca, isti ima kapacitet od 24.000 TEU. Navedeni sustav će biti postavljen na 15 različitih mjesta na brodu, uključujući strojarnicu i palube. Nakon što se provjeri njegova učinkovitost, razmotrit će se mogućnost daljnjeg proširenja i korištenja DeepEyesa. [38]

Iako umjetna inteligencija ima očigledne prednosti i u budućnosti će biti neizostavni dio broderske industrije, također predstavlja određena ograničenja i izazove. Potrebna je temeljita obuka i razumijevanje kako pouzdano i sigurno koristiti umjetnu inteligenciju te znati njegova ograničenja za siguran rad. U najboljem slučaju, početna obuka trebala bi se odvijati u kontroliranom okruženju kako bi se posada upoznala sa sustavom i njegovom interakcijom s drugom opremom. Ukoliko se provodi obuka na brodu potrebne su opsežne procjene rizika i detaljni planovi. Potrebno je provesti detaljnu analizu kako bi se osiguralo da je upotreba umjetne inteligencije u skladu sa specifičnim potrebama i radom. Neophodno je preispitati dosadašnje mjere kibernetičke sigurnosti te u koliko je potrebno trebaju se primijeniti ažurirani planovi za nepredviđene situacije rješavanja kibernetičkih napada koji

su povezani s umjetnom inteligencijom. Umjetna inteligencija kontinuirano uči i napreduje pa je jako bitno osigurati joj pristup točnim podacima koji su ključni za maksimiziranje koristi umjetne inteligencije i dobivanja pouzdanih rezultata. Potrebno je i razumijeti kako je umjetna inteligencija nadopuna obavezne opreme, a ne zamjena za istu. Radari i vizualna procjena su primarni za izbjegavanje sudara, a preveliko oslanjanje na AI mora se izbjeći kako ne bi došlo do incidenata. Primjena umjetne inteligencije uključuje ne samo tehnička već i etička razmatranja. Brojni sustavi umjetne inteligencije koriste podatke s kamera i video snimaka u stvarnom svijetu što izaziva zabrinutost oko privatnosti posade. Kako bi se osigurala privatnost posade usklađena sa zakonom moraju postojati sofisticirani postupci za rukovanje podacima umjetne inteligencije.

Iako uspješna integracija umjetne inteligencije predstavlja niz izazova koji uključuje troškove, tehničke aspekte te etička razmatranja u pomorskoj industriji umjetna inteligencija predstavlja napredak prema učinkovitosti, sigurnosti i održivosti, iako je njezin puni potencijal još uvijek nepoznat. [36, 37, 38]

## 7. ZAKLJUČAK

Kontejnerski brodovi kroz povijest, pa sve do danas pokazuju izvanredan napredak u pomorskom transportu. Prije samo nekoliko desetljeća globalna trgovina kakvu poznajemo danas bila je nezamisliva, a sam razvoj kontejnerskih brodova krenulo je sredinom 20. stoljeća kada su se pojavili prvi kontejnerski brodovi. Danas možemo vidjeti mega-kontejnere, a svi kontejnerski brodovi koji postoje danas rezultat su značajnih poboljšanja u brzini, efikasnosti i ekonomičnosti. Svakim povećanjem kontejnerskog broda, odnosno povećanjem njegovog kapaciteta rasli su i izazovi koji su vezani za sigurnost, operativne rizike, ali i za zaštitu okoliša.

Ipak, uz svu modernizaciju, praćenje usklađenosti s propisima, brojnih poboljšanja sigurnosti, nesreće su ipak moguće. U radu su analizirane četiri najveće nesreće u povijesti kontejnerskog brodarstva, a nesreće se odnose na brodove Dali, Ever Given, Maersk Honam i MSC Zoe. Faktora za nesreće ima nekoliko kao što su tehnički kvarovi, loši vremenski uvjeti, ljudska pogreška, ali i nedovoljne sigurnosne mjere. Kombinacija svega navedenog rezultiralo je katastrofalnim nesrećama i posljedicama istih što je ukazalo na jasnu potrebu za neprestanim unaprjeđenjem svih sigurnosnih protokola kako bi se nesreće smanjile te se na taj način sačuvali ljudski životi, okoliš, ali i kako ne bi bilo iznimno velikih financijskih troškova.

S obzirom na specifičnost pomorskog prometa, navedene nesreće imale su značajan utjecaj na razvoj međunarodnih regulacija i standarda. Brojne konvencije i smjernice morale su biti pregledane i prilagođene kako bi se povećala sigurnost kontejnerskih brodova. Danas, uz sve brži tehnološki napredak, pojavljivanje automatizacije sustava i umjetne inteligencije postoje potpuno nove mogućnosti za prevenciju nesreća, ali i nove mogućnosti za smanjivanje operativnih rizika i unaprjeđenje reakcija u kriznim situacijama.

Zaključno, može se potvrditi da su kontejnerski brodovi doprinijeli razvoju globalne ekonomije prevozeći velike količine robe pomorskim putem između država i kontinenata, no u isto vrijeme postoje veliki sigurnosni izazovi koji zahtijevaju konstantnu prilagodbu i stalno unaprjeđenje sigurnosnih protokola. Automatizacija, umjetna inteligencija i inovacije koje iz njih nastaju mogu uvelike pomoći u budućnosti kontejnerskog brodarstva.

## 8. LITERATURA

- [1.] Mišković D., Ivče R., Popović M., 2016., 'Tehnološki razvoj kontejnerskog broda kroz povijest', *Naše more*, Sveučilište u Dubrovniku, vol. 63, no. 1, p. 9-15, online: <https://hrcak.srce.hr/file/227062> (08.07.2024.)
- [2.] Hammond A. C. R., 2019. 'Heroes of Progress, Pt. 17: Malcom McLean', Human Progewss, online: <https://humanprogress.org/heroes-of-progress-pt-17-malcom-mclean/> (08.07.2024.)
- [3.] Pregled različitih vrsta i veličina kontejnera, online: <https://hr.kuehne-nagel.com/hr/-/znanje/vrsta-i-velicina-kontejnera> (10.07.2024)
- [4.] A Shipper's Guide to Cargo Vessel Types and Sizes, online: <https://www.dhl.com/hr-hr/home/global-forwarding/centar-za-obuku-o-prijevozu-tereta/istrazite-vrste-i-velicine-teretnih-brodova.html> (10.07.2024.)
- [5.] Lift On Lift Off (LO-LO), online: <https://ntslogistics.com/glossary/meaning-of-lift-on-lift-off/> (07.08.2024.)
- [6.] RoRo and LoLo shipping, online: <https://www.shiphub.co/ro-ro-lolo/> (07.08.2024.)
- [7.] LOLO Vessel: A Comprehensive Guide, online: <https://www.ratson.com/en/home/infocenterdetail/id/82> (07.08.2024.)
- [8.] What is a RORO Vessel? An Overview of Roll-on/Roll-off Shipping, 2023, online: <https://www.ratson.com/en/home/infocenterdetail/id/81> (07.08.2024.)
- [9.] RoRo LoLo? Different Loading Methods compared, 2019, online: [https://www.container-xchange.com/blog/ro-ro-lolo-difference/#what\\_is\\_roro](https://www.container-xchange.com/blog/ro-ro-lolo-difference/#what_is_roro) (07.08.2024.)
- [10.] Heavy lift ship – Submerging types – FLO / FLO, online: <https://serveporto.com.br/heavy-lift-ship-submerging-types-flo-flo/> (07.08.2024.)
- [11.] Heavy Lift Ships and their Impossibly Massive Cargoes, online: <https://haivanship.com.vn/en/news/News/Heavy-Lift-Ships-and-their-Impossibly-Massive-Cargoes-55/> (07.08.2024.)
- [12.] Vijeće Europske unije, 2023, online: <https://www.consilium.europa.eu/hr/press/press-releases/2023/07/25/fueleu-maritime-initiative-council-adopts-new-law-to-decarbonise-the-maritime-sector/> (11.08.2024.)



- [13.] Container Ships: History, Types, and Design Explained, 2023, online: <https://www.merchantnavydecoded.com/container-ships-their-history-types-and-design/> (08.7.2024.)
- [14.] Pomorski promet - prednosti i nedostaci, 2023, online: <https://symlog.eu/hr/baza-znanja/prednosti-i-nedostaci-pomorskog-prometa/> (11.08.2024.)
- [15.] Advantages and Challenges of Containerization, online: <https://transportgeography.org/contents/chapter5/intermodal-transportation-containerization/containerization-advantages-drawbacks/> (11.08.2024.)
- [16.] What Are Five Environmental Impacts Related To Shipping?, 2022, online: <https://sinay.ai/en/what-are-five-environmental-impacts-related-to-shipping/> (11.08.2024.)
- [17.] Wan S., Yang X., Chen X., Qu Z., An C., Zhang B., Lee K., Bi H., 'Emerging marine pollution from container ship accidents: Risk characteristics, response strategies, and regulation advancements', Journal of Cleaner Production, vol 376, online: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622038380> (11.08.2024.)
- [18.] Pomorska infografika-Razvoj kontejnerskih brodova, 2023, online: <https://pomorstvo.info/pomorska-infografika-razvoj-kontejnerskih-brodova/> (08.07.2024.)
- [19.] Evolution of Containerships, online: <https://transportgeography.org/contents/chapter5/maritime-transportation/evolution-containerships-classes/> (08.07.2024.)
- [20.] VIDEO: Impresivni kadrovi MSC-ovog giganta – Najveći kontejnerski brod na svijetu MSC Loreto u europskim lukama, 2023, online: <https://pomorac.hr/2023/05/31/video-impresivni-kadrovi-msc-ovog-giganta-najveci-kontejnerski-brod-na-svijetu-msc-loreto-u-europskim-lukama/> (30.07.2024.)
- [21.] Novi rekord: Kontejnerski brod kompanije ONE ukrao 22.202 TEU, 2024, online: <https://pomorac.hr/2024/01/29/novi-rekord-kontejnerski-brod-kompanije-one-ukrao-22-202-teu/> (11.08.2024.)
- [22.] ONE - Ocean Network Express - Largest container ship “ONE Innovation” arrives in Hamburg on the 15th of July, 2023, online: <https://www.ajot.com/news/one-ocean-network-express-largest-container-ship-one-innovation-arrives-in-hamburg-on-the-15th-of-july> (11.08.2024.)

- [23.] Novi rekord: Kontejnerski brod kompanije ONE ukrao 22.202 TEU, 2024. online: <https://pomorac.hr/2024/01/29/novi-rekord-kontejnerski-brod-kompanije-one-ukrao-22-202-teu/> (11.08.2024.)
- [24.] BIMCO: Container shipping fleet shows significant growth, 2024, online: <https://safety4sea.com/bimco-container-shipping-fleet-shows-significant-growth/> (11.08.2024.)
- [25.] BIMCO: Globalna flota kontejnerskih brodova povećat će se za čak 4,5 milijuna TEU-a kroz sljedeće dvije godine, 2023, online: <https://pomorac.hr/2023/08/11/bimco-globalna-flota-kontejnerskih-brodova-povecat-ce-se-za-cak-45-milijuna-teu-a-kroz-sljedece-dvije-godine/> (11.08.2024.)
- [26.] Detaljna analiza nesreće u Baltimoreu: Šteta se procjenjuje na 2 do 4 milijarde dolara, krivac kontaminirano gorivo?, 2024, online: <https://pomorac.hr/2024/03/29/detaljna-analiza-esrece-u-baltimoreu-steta-se-procjenjuje-na-2-do-4-milijarde-dolara-krivac-kontaminirano-gorivo/> (04.07.2024.)
- [27.] Lebedev A. O., Lebedeva M. P., Butsanets A. A., 2021., 'Could the accident of "Ever Given" have been avoided in the Suez Canal?', Journal of Ohysics: Conference Series, vol. 2061, no 1, p. 1-9, online: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2061/1/012127/meta> (07.07.2024.)
- [28.] Ever Given: The grounding that changed the world's view of shipping, 2023, online: <https://safety4sea.com/cm-ever-given-the-grounding-that-changed-the-worlds-view-of-shipping/> (07.07.2024.)
- [29.] Deal Reached to Release Cargo Ship that Blocked Suez Canal, 2021, online: <https://www.marinelink.com/news/deal-reached-release-cargo-ship-blocked-488917> (07.07.2024.)
- [30.] Cause of Maersk Honam fire is inconclusive reveals report, 2020, online: <https://www.iims.org.uk/cause-of-maersk-honam-fire-is-inconclusive-reveals-report/> (04.07.2024.)
- [31.] Bartlett P., 2020, 'Investigation identifies series of errors in Maersk Honam loss', SeatradeMaritime News, online: <https://www.seatrade->

- [maritime.com/casualty/investigation-identifies-series-errors-maersk-honam-loss](https://www.maritime.com/casualty/investigation-identifies-series-errors-maersk-honam-loss)  
(04.07.2024.)
- [32.] Statement on the investigation of the tragic fire on the Maersk Honam, 2020, online:  
<https://www.maersk.com/news/articles/2020/10/20/statement-maersk-honam>  
(04.07.2024.)
- [33.] Lessons learned after loss of containers from MSC Zoe, 2020, online:  
<https://safety4sea.com/lessons-learned-after-loss-of-containers-from-msc-zoe/>  
(12.07.2024.)
- [34.] MSC Zoe, 2019, online: <https://wwz.cedre.fr/en/Resources/Spills/Spills/MS-C-Zoe>  
(12.07.2024.)
- [35.] Loss of containers overboard from MSC ZOE, 2020, online:  
[https://onderzoeksraad.nl/wp-content/uploads/2023/11/internationale\\_toedrachtsrapport\\_msc\\_zoe.pdf](https://onderzoeksraad.nl/wp-content/uploads/2023/11/internationale_toedrachtsrapport_msc_zoe.pdf)  
(12.07.2024.)
- [36.] The use of artificial intelligence (AI) in shipping, 2024, online:  
<https://britanniapandi.com/2024/02/the-use-of-artificial-intelligence-in-shipping/>  
(11.08.2024.)
- [37.] Personal Protective Equipment (PPE): The final safety barrier, 2019, online:  
<https://maritime-mutual.com/risk-bulletins/personal-protective-equipment-ppe-the-final-safety-barrier/> (11.08.2024.)
- [38.] HMM to utilize AI video analysis system for improved safety, 2024, online:  
<https://safety4sea.com/hmm-to-utilize-ai-video-analysis-system-for-improved-safety/> (11.08.2024.)

## POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Malcom Mclean .....	4
Slika 2. Utovar kontejnera na prvi kontejnerski brod Ideal X .....	5
Slika 3. LO-LO brod .....	7
Slika 4. RO-RO brod.....	8
Slika 5. FLO-FLO brod .....	10
Slika 6. MV Blue Marlin s naftnom platformom na palubi .....	11
Slika 7. Prednosti i nedostaci kontejnerizacije.....	17
Slika 8. Kontejnerski brod 'Gateway City' .....	19
Slika 9. Evolucija kontejnerskih brodova .....	22
Slika 10. Kontejnerski brod 'One Innovation' .....	25
Slika 11. Kontejnerska flota 2024. godine .....	26
Slika 12. Nesreća Kontejnerskog broda Dali .....	30
Slika 13. Nesreća kontejnerskog broda Ever Given.....	33
Slika 14. Sueski kanal – trgovinska arterija .....	35
Slika 15. Nesreća kontejnerskog broda Maersk Honam .....	36
Slika 16. Nesreća kontejnerskog broda MSC ZOE.....	39
Slika 17. AI kod kontejnerskih brodova.....	43
Slika 18. Osobna zaštitna oprema .....	44