

Razvoj ekološki održivog pomorstva i luka

Rekić, Dorotea

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:236077>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



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**

DOROTEA REKIĆ

**RAZVOJ EKOLOŠKI ODRŽIVOG POMORSTVA I
LUKA**

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2023.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

RAZVOJ EKOLOŠKI ODRŽIVOG POMORSTVA I
LUKA
SUSTAINABLE ECOLOGICAL DEVELOPMENT OF
MARITIME AND PORTS

DIPLOMSKI RAD

Kolegij: Upravljanje projektima

Mentor: dr.sc. Dražen Žgaljić

Student/studentica: Dorotea Rekić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 01120765974

Rijeka, rujan 2023.

Studentica: Dorotea Rekić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 01120765974

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom

Razvoj ekološki održivog pomorstva i luka

(naslov diplomskog rada)

izradila samostalno pod mentorstvom

prof. dr. sc. Dražen Žgaljić

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

stručnjaka iz tvrtke Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.

(naziv tvrtke)

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

Studentica



(potpis)

Ime i prezime studentice

Dorotea Rekić

Studentica: Dorotea Rekić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

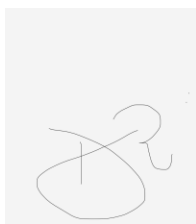
JMBAG: 01120765974

IZJAVA STUDENTA - AUTORA O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao studentica – autorica diplomskog 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 diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Studentica – autor



(potpis)

SAŽETAK

Masovnim prijevozom putnika i tereta morem, povećava se razina štetnog utjecaja na okoliš, što se ponajprije odražava na more kao izvor gospodarskog i ekonomskog razvoja te prometnog povezivanja. Izloženo raznim štetnim utjecajima, stvara se potreba za određivanjem mjera i strateških planova kojima će se zaštititi more i osigurati razvoj ekološki održivog pomorstva. Kroz koncept održivog pomorskog razvoja nastoje se minimizirati onečišćenja i stvoriti daljnje razvojne mogućnosti osnivanjem zelene inicijative. Brojne brodarske kompanije prihvaćaju zelenu tranziciju u funkciji dugotrajne održivosti uvođenjem nove tehnologije i stvaranjem ekoloških brodova pogonjenih na alternativna goriva za smanjenje štetnih emisija kao glavnog izazova današnjice. Kako bi se u potpunosti osigurala dugotrajna održivost, potiče se razvoj ekoloških „zelenih“ luka koje će se temeljiti na ekološki prihvatljivim standardima s ciljem stvaranja konkurentnog položaja na tržištu.

Ključne riječi: okoliš, strateške mjere, pomorstvo, održivost, zelena tranzicija, ekološke luke.

SUMMARY

The massive transport of passengers and goods by sea, increases the level of harmful impact on the environment, which primarily reflect on the sea as a source of economic development and transport connectivity. Exposed to various harmful influences, there is a need to determine actions and strategic plans that will protect the sea and ensure the development of ecologically sustainable maritime. Through the concept of sustainable maritime development, they strive to minimize pollution and create further development opportunities by establishing a green initiative. Numerous shipping companies have accepted the green transition as a function of long-term sustainability by introducing new technology and building ecological ships powered by alternative fuels to reduce harmful emissions as the main challenge of today. In order to fully ensure long-term sustainability, the development of ecological „green“ ports is encouraged, which will be based on environmentally acceptable standards with the aim of creating a competitive position on the market.

Keywords: environment, strategic actions, maritime, sustainability, green transition, ecological ports.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SUMMARY	I
1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA	1
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	2
1.4. ZNANSTVENE METODE	2
1.5. STRUKTURA RADA.....	2
2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA	3
2.1. POLITIKA ZAŠTITE OKOLIŠA U SVRHU ODRŽIVOG RAZVOJA	4
2.2. EUROPSKI ZELENI PLAN	6
3.KONCEPT ODRŽIVOG POMORSKOG RAZVITKA.....	10
3.1. ŠTETNI EKOLOŠKI POMORSKI UTJECAJI.....	12
3.2. KONCEPT PLAVE EKONOMIJE	17
4. RAZVOJ ODRŽIVOG POMORSTVA.....	19
4.1. ZELENI SUPPLY CHAIN MENADŽMENT U POMORSTVU	22
4.1.1. <i>Zeleni informacijski i komunikacijski sustav (GICS)</i>	23
4.1.2. <i>Zeleni logistički servisi dodane vrijednosti (GVALS)</i>	24
4.1.3. <i>Zeleni financijski tok (GFF)</i>	25
4.2. PROCJENA SIGURNOSTI POMORSKOG TRANSPORTA.....	25
4.3. EKO-BRODOVI S PRIPADAJUĆIM TEHNOLOŠKIM RJEŠENJIMA	27
4.3.1. <i>Sustav zračnog podmazivanja broda</i>	31
4.3.2. <i>Sustav za pročišćavanje skruberom</i>	31
4.3.3. <i>Sustav bez balasta</i>	32

4.3.4. Brzinske mlaznice	32
4.3.5. Moderni sustav propelera i kormila	33
4.3.6. Zaštitni premaz trupa broda	33
4.3.7. Sustav povrata topline	34
4.3.8. Sustav „Sendvič“ ploča	35
4.3.9. Optimizirani sustav hlađenja	36
4.4. POGONSKA RJEŠENJA.....	36
4.4.1. LNG i LPG pogoni.....	37
4.4.2. Metanol.....	38
4.4.3. Vodik.....	39
4.4.4. Amonijak.....	39
4.4.5. Biogoriva	40
4.4.6. Sustav baterija	41
4.4.7. Gorivne ćelije.....	42
4.4.8. Propulzijski pomoćni sustavi	43
4.4.9. Solarni paneli.....	45
4.5. TRŽIŠNA POTRAŽNJA ZA EKOLOŠKIM RJEŠENJIMA.....	46
4.6. DIGITALNA RJEŠENJA	51
4.6.1. IoT.....	51
4.6.2. Umjetna inteligencija (AI)	53
4.6.3. Blockchain tehnologija	53
4.7. EKOLOŠKI POMORSKI KORIDOR	54
4.8. IZAZOVI RAZVOJA EKOLOŠKI ODRŽIVOG POMORSTVA.....	55
5. RAZVOJ EKOLOŠKI ODRŽIVIH LUKA	58
5.1. KONCEPT ODRŽIVE, ZELENE LUKE	60
5.2. RJEŠENJA ZA POSTIZANJE ODRŽIVOSTI.....	63
5.2.1. Sustav napajanja s kopna (OPS)	64

5.2.2. <i>Gospodarenje otpadom u lukama</i>	64
5.2.3. <i>Blockchain tehnologija</i>	65
5.3. USPOREDBA POSTOJEĆIH ODRŽIVIH LUKA SINGAPUR I ROTERDAM	66
5.3.1. <i>Luka Singapur</i>	67
5.3.2. <i>Luka Rotterdam</i>	72
5.3.3. <i>Analiza održivih luka Singapur i Rotterdam</i>	76
5.4. POTENCIJAL ODRŽIVOSTI U HRVATSKOJ	77
5.4.1. <i>Održive hrvatske marine</i>	78
5.4.2. <i>Održiva marina Porto Baroš</i>	79
6. ZAKLJUČAK	81

1. UVOD

Nužnost transformiranja pomorstva proizlazi iz potrebe za reguliranjem onečišćenja nastalih povećanjem prijevoza morskim putevima. More je najveći prirodni resurs, od iznimne važnosti za organizme i ljude, a ujedno je i temelj međunarodne trgovinske razmjene te je kao takvo izloženo brojnim zagađenjima s negativnim posljedicama. Intenziviranje onečišćenja posljednjih je godina temeljni izazov na globalnoj razini, a time brojne brodarske kompanije nastoje usvojiti politike kojima će se stvoriti sigurno i ekološki prihvatljivo okruženje. Organizacije donose mjere i strateške planove kako bi odredili tijek održivog razvoja i osigurali njegovo nužno provođenje. Europska Unija osnovala je plan usmjeren zelenoj tranziciji koji podrazumijeva niz prijedloga s ciljem klimatske neutralnosti i ekološke održivosti, čijom provedbom će se utjecati na razvoj pomorskog sektora. Pomorska tranzicija podrazumijeva uvođenje inovativne „zelene“ tehnologije i korištenje ekološki prihvatljivih goriva za smanjenje štetnih emisija koje ispuštaju brodovi. Štetni učinci na more najviše su prouzrokovani ispuštanjem s brodova, čime se potiče gradnja eko brodova kao pomorskih plovila dugotrajne održivosti. Razvojem ekoloških luka poznatijih kao „zelene“ luke, nastoje se uvesti digitalne inovacije i pametna rješenja u svrhu zadovoljenja ekoloških zahtjeva, a čijom analizom će se istaknuti nužnost njihove implementacije.

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja ovog rada proizlazi iz intenziviranja pomorskog prijevoza, zbog potrebe razmjene dobara na globalnoj razini te prekomorskog prijevoza ljudi brodovima kao glavnim izvorima onečišćenja. Stvara se prijetnja uništenja ekologije čime je potrebno utvrditi i dokazati mjere u skladu s ekološkim promjenama te istaknuti nova strateška rješenja s ciljem održivosti.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Rezultati istraživanja u radu usmjereni su na elemente održivosti u pomorstvu te segmenata bitnih za njenu realizaciju. Na temelju znanstveno utemeljenih spoznaja o mjerama i planovima za provođenje ekološke politike, moguće je dokazati nužnost realiziranja održivog pomorstva i luka.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Temeljem dugogodišnjih ekoloških problema koji stvaraju znatna onečišćenja u pomorstvu, potrebno je istražiti i analizirati čimbenike koji će osigurati trajne buduće promjene u ekologiji. Promjene podrazumijevaju niz planova kojima će se usmjeriti budući razvoj i potaknuti investiranje u tehnologiju koja će osigurati trajnu pomorsku održivost. Iz tog proizlazi cilj ovog rada, a to je iskazati mjere za provođenje ekološke politike te dokazati njihov utjecaj na pomorstvo uz primjenu inovacija kao dijelom „zelene” inicijative.

1.4. ZNANSTVENE METODE

U svrhu istraživanja ovog rada, korištene su znanstvene metode deskripcije, analize, sinteze i klasifikacije te delfi metoda. Metode su korištene u različitim poglavljima i potpoglavljima u svrhu opisivanja, objašnjavanja, zaključivanja, podjele i prognoziranja budućih pojava.

1.5. STRUKTURA RADA

U početnom dijelu rada naveden je koncept održivog pomorskog razvitka kojim se opisuju štetni ekološki utjecaji uz navođenje mjera za njihovo ublažavanje i isticanje temeljnog plana Europske Unije u vidu stvaranja strategije razvoja. Navest će se zelena inicijativa kako bi se transformirao pomorski razvoj koji se u nastavku rada temelji na primjeni nove tehnologije uz uporabu alternativnih goriva i stvaranja ekoloških brodova. Uvođenjem raznih ekoloških rješenja, istaknuti će se budućnost pomorstva te će se u skladu s tim, u završnom dijelu osvrnuti na ekološke luke uz naglasak na stvaranje konkurentnosti i njihovu provedbu. Kako bi se potvrdile navedene činjenice, navest će se primjeri luka koje su usvojile takav koncept te će se istaknuti buduća marina od iznimne važnosti za pomorski položaj kvarnerskog područja. U posljednjem dijelu, iznest će se zaključne spoznaje na temelju prethodno navedenih činjenica.

2. KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA

Pojam održivog razvoja podrazumijeva poduzimanje skupa aktivnosti kojima će se zadovoljiti potrebe sadašnjih generacija s ciljem njihove zaštite u budućnosti, bez mogućnosti ugroze budućih naraštaja. Održivim razvojem oblikuju se politike i strategije uz primjenu novih tehnoloških otkrića i digitalnih rješenja s ciljem kontinuiranog budućeg napretka i očuvanja okoliša. Održavanjem Svjetske Konferencije okoliša i razvoja 1987.godine¹ od strane Ujedinjenih Naroda prihvaćen je koncept održivog razvoja s ciljem pozitivnog djelovanja na ekosustav i očuvanja prirodnih resursa². Koncept održivog razvoja čine društvena, gospodarska i ekološka komponenta koje su međuovisne jedna o drugoj te se tako svakoj pojedinoj pridaje jednaka važnost kako bi se postigao ujednačen razvoj. Društvena održivost odnosi se na razvoj društva u cjelini kontroliranjem vlastitih politika i odgovornog ponašanja pojedinca s ciljem postizanja jednakosti i pravde te usmjerenosti zajednice ka očuvanju kulturne baštine. Gospodarska održivost usmjerena je na stvaranje boljih životnih uvjeta za ljudsku populaciju uz stabilne cijene i zaposlenje, povećane plaće, smanjene troškove te stvaranje efikasne ekonomije. Ekološka održivost, kojoj se posljednjih godina najviše pridaje važnost, podrazumijeva strateške planove i politike kojima će se očuvati okoliš i smanjiti njegovo zagađenje, ostvariti stabilna klima, osigurati sigurna eksploatacija prirodnih dobara te kojima će se zaštititi prirodna bioraznolikost³. Ekološki održivi razvoj utječe i na samo zdravlje ljudi te predstavlja prekretnicu za postizanje trajne održivosti. Navedeni aspekti se nadovezuju te unatoč razlikama trebaju biti ujednačeni kako bi se mogla realizirati dugotrajna održivost. Na Summitu Ujedinjenih Naroda 2015. godine⁴ usvojen je novi program Agenda 2030 kojim je određeno 17⁵ temeljnih ciljeva koji objedinjuju promjene na ekonomskoj, socijalnoj i ekološkoj razini. Cilj je ostvariti sigurnu okolinu za svakog pojedinca uz jednaka prava, potaknuti uključenost svih zemalja u program te uvesti uporabu prirodnih resursa uz posvećenost očuvanju okoliša.. Kroz program Agenda

¹ Črnjar, M., Črnjar, K.: *Menadžment održivog razvoja*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Glosa, Rijeka, 2009., p.79.

² Ibidem

³ Klarin, T.: *The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues*, Zagreb International Review of Economics & Business, Ekonomski fakultet Zagreb, Zagreb, vol. 21, no. 1, 2018, p. 67-94, online: [The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues \(sciendo.com\)](#) (14.05.2023.)

⁴ United Nations: *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development United Nations, A/RES/70/1*, 2018. [21252030 Agenda for Sustainable Development web.pdf \(un.org\)](#) (14.05.2023.)

⁵ Ibidem

kao koncepta održivog razvoja do 2030. godine⁶ planira se suzbiti neimaština i utjecati na temeljne sastavnice održivog razvitka. Nastoje se riješiti najveći izazovi današnjice na globalnoj razini.

Dionici uključeni u održivi razvoj su vlade, organizacije i sama poduzeća. Vlade stvaraju pravne i regulativne okvire kojima će se stvoriti smjernice održivog razvoja i odrediti mjere za njihovo provođenje, a poduzeća prihvaćaju koncept održivog razvoja te ulažu u tehnologiju i obnovljive izvore energije. Organizacije nastoje utjecati na uključenost poduzeća i pomagati u njihovoj realizaciji.

2.1. POLITIKA ZAŠTITE OKOLIŠA U SVRHU ODRŽIVOG RAZVOJA

Štetan čovjekov utjecaj na prirodu kroz nesavjesno djelovanje stvara nužnost za određivanjem politika kojima će se formirati mjere kako bi se minimizirali štetni utjecaji na okoliš. Postoje tri temeljne vrste ekoloških problema na međunarodnoj razini, a kojima se bavi globalna politika zaštite okoliša. Problemi vezani uz velika teritorijalna područja i prirodna bogatstva, kao što su svemir i more, rješavaju se unutar cjelokupne međunarodne zajednice te se smatraju zajedničkom baštinom čovječanstva. S obzirom na veliku važnost ovih teritorija koji su izvan granica suverenih država, njima se mora upravljati na internacionalnoj razini. Druga vrsta međunarodnih ekoloških problema odnosi se na transnacionalne ekosustave i područja migracija. Rijeke i ptice, često prelaze nacionalne granice, čime se podrazumijeva zaštita na temelju zajedničkog rada država, bilateralno ili regionalno, uzimajući u obzir da će onečišćenje i degradacija jedne države, imati posljedice i za drugu državu. Sljedeća skupina ekoloških problema vezana je uz izvore onečišćenja, od kojih pojedini imaju globalne učinke. Emisije ugljikovog dioksida (CO₂) posljedica su negativnog utjecaja na globalne klimatske promjene, čime je potrebno poduzeti mjere kojima će se kontrolirati i utjecati na lokalna onečišćenja pojedine države. Pojedina pitanja vezana uz ekologiju, mogu se promatrati globalno, nacionalno ili lokalno, ali su međusobno povezana te će imati isti štetan utjecaj ako se njima ne upravlja paralelno⁷.

Ugroženost okoliša prvotno je predstavljala problem na lokalnoj i nacionalnoj razini, a s povećanjem štetnih utjecaja rješenje postaje međunarodna suradnja kroz programe

⁶ Ibidem

⁷ Frederic, J. et.al.: *Global Environmental Politics*, Oxford University Press, New York, 2020, p. 3-5, online: [Global Environmental Politics - Google Books](#) (16.05.2023.)

pojedinih organizacija. Organizacija UNESCO 1968. godine⁸ formirala je prvu međuvladinu konferenciju o globalnoj zaštiti biosfere, a 1971.⁹ osnovan je program „Man and the Biosphere“ (Čovjek i biosfera) za zaštitu ključnih ekosustava. Ujedinjeni Narodi 1972. godine¹⁰ organizirali su Štokholmsku konferenciju o ljudskom okolišu, koja je rezultirala nastankom „United Nations Environment Program“ (Program Ujedinjenih Naroda o okolišu), nakon čega se broj ugovora o zaštiti okoliša znatno povećao. 1980.-ih godina najveći problemi bili su oštećenje ozona, utjecaj kiselih kiša, izlivanje nafte, kao i nuklearna testiranja na otvorenom, koji su zahvaljujući programima zaštite znatno reducirani. Narednih godina, kao glavni i najveći problem današnjice istaknute su klimatske promjene, čime se međunarodna suradnja intenzivirala te je 1992. godine¹¹ u Rio de Janeiru održana Konferencija Ujedinjenih Naroda o okolišu i razvoju (UNCED) te je predstavljala temelj budućih razvojnih mjera i ciljeva u svrhu ekološke održivosti. Definirano je nekoliko ključnih načela, zajedničke i strukturirane odgovornosti te su određeni temelji međunarodnih ekoloških sporazuma koji se bave klimatskim promjenama i bioraznolikošću. Usvojena je deklaracija Rio-Agenda 21 kao globalni plan djelovanja koji će poduzeti organizacije sustava Ujedinjenih naroda, vlade i glavne grupe na globalnoj, nacionalnoj i lokalnoj razini u svakom području u kojem čovjek utječe na okoliš. Agendu 21, Deklaraciju iz Rija o okolišu i razvoju i Izjavu o načelima za održivo upravljanje šumama usvojilo je više od 178¹² vlada, a potpuna provedba i obvezna načela potvrđena su na Svjetskom samitu o održivom razvoju (WSSD) u Johannesburgu, 2002.godine¹³. Na konferenciji UN-a 2015. godine¹⁴ ukupno 196¹⁵ stranaka usvojilo je međunarodni ugovor o klimatskim promjenama pod nazivom Pariški sporazum. Njegov glavni cilj je zadržati porast globalne prosječne temperature znatno ispod 1,5°C koji predstavlja prag znatnog utjecaja na jake suše, oborine i toplinske valove. Pariški sporazum prekretnica je u multilateralnom procesu klimatskih promjena jer, po prvi put, obvezujući sporazum okuplja sve nacije u borbi protiv klimatskih promjena.

Nakon održane konferencije u Stockholmu, politika zaštite okoliša postaje predmet javnog interesa te joj se pristupa na koherentan način kako bi se povećala svijest o problemima te kako bi se ustrojile mjere za upravljanje okolišem. Politika zaštite okoliša

⁸ Ibidem, p.9

⁹ ibidem

¹⁰ Ibidem

¹¹ Ibidem

¹² Ibidem

¹³ Ibidem

¹⁴ Ibidem

¹⁵ Ibidem

formirana je s ciljem donošenja regulative koja će osigurati uključenost zemalja i trajnost provođenja procesa održivosti.

Najveće mjere u svrhu ekološke održivosti odredila je Europska Unija kojima će se omogućiti ekološka stabilnost uz znatno povećanje kvalitete življenja. Zaštita okoliša predstavlja globalni cilj, ali je potrebno poduzimati mjere na razini nacije u skladu s problemima pojedinih područja kako bi se osigurao adekvatan ekološki učinak. Europska Unija na taj način je prihvatila i potpisala međunarodne programe i konvencije kako bi podržala inicijativu održivosti i zaštite na globalnoj razini te je formirala vlastite politike u svrhu daljnjeg napretka i zaštite europskih zemalja. Prvi detaljan Komunikacijski plan vijeća kojim se utvrdila potreba za donošenjem politika izrađen je od strane Europske Komisije 1971. godine¹⁶, koji je postao okosnica za nastanak Prvog akcijskog programa zaštite okoliša usvojen 1972. godine¹⁷. Program je sadržavao ciljeve zaštite kroz poboljšanje kvalitete života, životnih uvjeta i okoliša uz određena načela za njihovo provođenje. Od strane Europske zajednice istaknuta je ovisnost gospodarstva o prirodnim resursima te se na taj način gospodarske odluke odvijaju na temelju formiranih ekoloških politika. Povećanjem štetnih učinaka, Europska komisija uspostavila je strože standarde te se početni Prvi akcijski plan kroz godine proširuje na ukupno sedam akcijskih planova. Ekološki programi Europske Unije dio su strategije održivog razvoja s ciljem ostvarenja konkurentne, sigurne i gospodarski učinkovite zajednice.

2.2. EUROPSKI ZELENI PLAN

Europska komisija 2019. godine¹⁸ pokrenula je paket mjera kao odgovor na gospodarsku krizu uzrokovanu COVID-19 pandemijom kroz Europski zeleni plan, plan budućnosti Europe. Europskim zelenim planom cilj je postići zelenu tranziciju kontinenta u čijem središtu je postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine¹⁹. Planira se ulagati iz proračuna Unije kako bi se postiglo održivo, konkurentno i stabilno gospodarstvo. Plan podrazumijeva cjelovit i sustavan pristup politike za dostizanje krajnjih ciljeva.

¹⁶ Škabić, I.: *Ekonomija Europske unije*, 2. izdanje, Sveučilište Jurja Dobrile, Pula, 2015, p.438

¹⁷ Ibidem

¹⁸ Europsko Vijeće: *Europski zeleni plan*, 21.07.2021. [Europski zeleni plan - Consilium \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eip/eip_en) (17.05.2023.)

¹⁹Ibidem

Klimatska neutralnost podrazumijeva neutraliziranje stakleničkih plinova u atmosferu što dovodi do bilance neto nulte emisije. Kako bi se to postiglo, potrebno je primijeniti sekvestraciju, odnosno provesti uklanjanje ugljika iz atmosfere. S ciljem osiguravanja sigurne klimatske tranzicije, određena je zakonodavna obveza čime je Europska komisija predložila Europski zakon o klimi čiji prvotni cilj je smanjenje neto emisija stakleničkih plinova za najmanje 55% do 2030. godine²⁰. Zakonom su određene mjere kojima će se pratiti napredak i način prilagođavanja postupaka temeljem upravljanja, redovitim izvješćima Europske agencije te konstantnim znanstvenim dokazima. Zakonom o klimi također će se omogućiti da svi sektori sudjeluju u provođenju politika EU. Klimatske promjene dio su globalnog problema, čime Europska Unija aktivno proširuje svoje veze s međunarodnim partnerima, posebice onima koji su vezani Konvencijom o klimatskim promjenama i Pariškim sporazumom.

Akcijским planom za kružno gospodarstvo stvara se potencijal razvoja novih djelatnosti i transformiranja industrije. Ciljevi u sklopu plana usmjereni su na održivost proizvoda i njihovu ponovnu uporabu, odnosno recikliranje. Plan podrazumijeva potporu sektorima, posebice onima koji iziskuju veliku količinu resursa. Određeni su zahtjevi za reguliranjem i kontroliranjem stavljanja proizvoda na tržište te je povećana odgovornost samih proizvođača. Planom će se pokrenuti tranzicija gospodarskih djelatnosti i strategija industrijskog razvoja za stvaranje vodećeg tržišta. Provođenje akcijskog plana podrazumijeva digitalizaciju kao mogućnost globalne transformacije sektora uz veću dostupnost informacija, praćenje i kontrolu. Digitalnom transformacijom stvara se moderan i održiv gospodarski sektor.

Konvencijom o biološkoj raznolikosti, Europska Unija potaknuta je odrediti strateške okvire kojima će se očuvati ekologija. Strategijom biološke raznolikosti definirani su ciljevi koji uključuju zaštitu kopnenih i morskih područja te suradnju država uz poseban naglasak na ekološku mrežu Natura 2000 koju čine područja ugroženih vrsta i staništa divljih vrsta, a koji su od interesa za EU. Ova mreža čini najveći svjetski sustav očuvanja pojedinih područja, a upravljanje je pod vodstvom Europske Unije u čijem središtu djelovanja je dobrobit ljudi. Strategija biološke raznolikosti sadrži plan za provođenje ekoloških standarda europskih gradova kojim će se poticati veća biološka raznolikost i ekološka održivost uz krajnji cilj postizanja "zelenih" gradova. Ciljevi za bioraznolikost implementirani su kroz

²⁰ Ibidem

sektore poljoprivrede, ribarstva i šumarstva, čime su strategije za svako pojedino područje međusobno povezane i dijele isti krajnji cilj.

Utjecajem na prehrambeni sustav uz manje bacanje hrane, poticanjem ekološke poljoprivrede i smanjenjem uporabe pesticida djelovat će se na zaštitu ekologije i bioraznolikosti strategijom pod nazivom "Od polja do stola", čiji naglasak je na poljoprivredi. Zajedničkim mjerama za ribarstvo, u okviru ribarstvene politike uvelike će se smanjiti štetan utjecaj na ekosustave te pridonijeti u odgovornom iskorištavanju resursa i očuvanju morskih vrsta, posebice u osjetljivim područjima. Strategijom za šume, koja se također nadovezuje na početnu strategiju za bioraznolikost, omogućit će se djelotvorno pošumljavanje i obnova šumskih predjela uz smanjenje šumskih požara i povećanje apsorbiranja CO₂, kroz plan zaštite šuma, čime se utječe na čovjekovo zdravlje i povećanje biološke raznolikosti. Time bi se ujedno potaklo bio-gospodarstvo temeljeno na zajedničkoj poljoprivrednoj politici.

Jedan od većih zagađivača i proizvođača stakleničkih plinova u EU je promet, čije emisije je potrebno smanjiti i do 90%²¹ kako bi se ostvarila klimatska neutralnost. Građanima je potrebno osigurati cjenovno prihvatljiva i dugotrajna alternativna rješenja po pitanju mobilnosti. Strategijom za održivu i pametnu mobilnost određen je niz pravila za svaku pojedinu prijevoznu granu ovisno o potrebama koje zahtijevaju ulaganje u infrastrukturu i potpomaganje EU u realizaciji. Ističe se važnost multimodalnog prijevoza te je stavljen naglasak na povećanje prijevoza tereta željeznicom i unutarnjim plovnim putevima čime se postiže učinkovitiji prometni sustav. Nove strateške smjernice EU za razvoj prometa podrazumijevaju uvođenje pametnih tehnoloških i digitalnih rješenja. Potiče se automatiziranost i ulaže se u prometnu infrastrukturu kako bi se omogućila bolja i jednostavnija rješenja za korisnike te kako bi se ostvarila održivost uz znatno smanjenje onečišćenja koja su najviše istaknuta u većim gradskim područjima. Instrumentima za financiranje potaknut će se korištenje alternativnih goriva prijevoza te proizvodnja vozila i plovila s niskim i nultim emisijama. Instrumente financiranja predvodi Europska Komisija koja radi na projektima kojima će naći rješenja za postizanje mobilnosti kao usluge.

U okviru mjera cestovnog prometa određena su pravila za reguliranje naplata cestarine za teška vozila kroz Direktivu o euro vinjeti. Ograničene su emisije CO₂ za automobile i

²¹ Ibidem

kombije do 2030.godine²² te su određeni standardi s graničnim vrijednostima za kamione i teška vozila koja nalažu da proizvođači moraju smanjiti štetne emisije za 15% do 2025. godine²³ te 30% do 2030.godine²⁴. Najodrživija vrsta prijevoza je željeznicom te je potrebno ulagati u infrastrukturu za veće i bolje povezivanje na nacionalnoj razini te se nastoji omogućiti bolja usluga korisnicima posebice kroz omogućavanje čiste mobilnosti, odnosno pravo putnicima u prevoženju bicikala. Mjere za održivo zrakoplovstvo odnose se na održiva, sintetička goriva čime je predstavljen prijedlog pod nazivom Refuel EU Aviation za smanjenje ekološkog otiska zrakoplovstva uz uporabu različitih alternativnih goriva i povećanje njihove dostupnosti. Programom „Corsia“ radi se na povećanju okolišne održivosti kroz uvođenje bolje tehnologije i operative u zrakoplovstvu koji je pokrenula Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva (ICAO)²⁵, čije članice su sve zemlje EU. U okviru Jedinstvenog europskog neba razvijaju se pravila za upravljanje europskim zračnim prostorom uz postizanje veće troškovne učinkovitosti.

Pomorski sektor pridaje pozornost prirodnim rješenjima što uključuje očuvana mora i oceane koji imaju veliku ulogu u klimatskim promjenama. Kako bi se utjecalo na te promjene, osnovan je program Održivog plavog gospodarstva čiji cilj je usmjeren na smanjenje iskorištavanja resursa. Predloženo je korištenje obnovljivih izvora energije na moru te je podržana odluka o pristupu nulte tolerancije nezakonitog, nereguliranog i neodgovornog ponašanja te iskorištavanja mora i oceana. Pomorski sektor ima znatan utjecaj na proizvodnju stakleničkih plinova, čime zahtijeva okrenutost ekološki prihvatljivijim gorivima i usvajanje mjera za postizanje održivosti.

²² Ibidem

²³ Europsko vijeće: *Spremni za 55%*, 21.07.2021. *Spremni za 55 % – plan EU-a za zelenu tranziciju - Consilium (europa.eu) (24.05.2023.)*

²⁴ Ibidem

²⁵ Ibidem

3.KONCEPT ODRŽIVOG POMORSKOG RAZVITKA

Pomorski promet središte je odvijanja svjetske trgovine i globalizacije te čini velik dio gospodarskog razvoja. Najučinkovitiji je i najjeftiniji način prijevoza kojim se omogućava prijevoz ljudi i dobara brodovima na velike udaljenosti te mu se kao takvom pridaje posebna pažnja. Pomorskim putevima povezane su zemlje koje sudjeluju u trgovinskoj razmjeni te omogućavaju opskrbu i proizvodnju čime se osigurava izravan pristup globalnom tržištu. Pomorskom trgovinskom razmjenom ostvaruje se dugoročna gospodarska stabilnost uz daljnji potencijalni rast što se odražava na stvaranje blagostanja, smanjenje siromaštva i daljnji razvoj zemalja. Pomorski prijevoz smatra se ekološki najprihvatljivijim načinom masovnog prijevoza koji predstavlja temelj u budućem razvoju održivog gospodarstva i postizanju energetske učinkovitosti uz znatno smanjenu razinu onečišćenja.

Odvijanje pomorskog prijevoza zahtijeva regulatorna pravila kojima će se osigurati siguran i jednostavan prijevoz, a koja se prvenstveno odnose na zaštitu mora. Prve održane konferencije odnosile su se na sigurnost na moru čime se posebice bavila IMO organizacija (International Maritime Organization)²⁶ koja je prva postavila mjere za sprječavanje onečišćenja koja su se događala na moru. Organizacija se bazirala na sprječavanje naftnih onečišćenja, što je rezultiralo prvom konvencijom protiv onečišćenja, MARPOL (Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova). Konvencija se odnosi na zagađenja nastala ispuštanjem štetnih tvari s brodova koju je podržala IMO organizacija te je postala temelj za budući razvoj pomorstva. Sadrži ukupno 6²⁷ Anexa, odnosno priloga koji obuhvaćaju različita područja zaštite ovisno o vrstama brodova i vrstama zagađenja na koje se odnose. Aneksi su nadograđivani tijekom godina, a posljednji je priložen 2005. godine²⁸ te se odnosi na zaštitu od onečišćenja zraka i štetnih emisija s brodova. Regulatorna IMO organizacije vezana je uz sva tehnička pitanja vezana uz sigurnost brodova, život na moru, plovidbu i onečišćenja. Obuhvaća razne pravne i administrativne akteve za suradnju među vladama kao i mogućnost brodskih usluga na svjetskoj razini. Konvencije koje podržava IMO organizacija pokrivaju sve brodove, neovisno pod kojom zastavom plove. IMO organizacija svoje poslovanje nedavno je usmjerila na poboljšanje sigurnosti za brodove i

²⁶ International Maritime Organization: *Marine Environment*, 2019. [Marine Environment \(imo.org\)](https://www.imo.org) (06.06.2023.)

²⁷ Ibidem

²⁸ International Maritime Organization: *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*, 2019. [International Convention for the Prevention of Pollution from Ships \(MARPOL\) \(imo.org\)](https://www.imo.org) (07.06.2023.)

luke uz promicanje pravila za borbu protiv piratstva i oružanih pljački brodova kako bi ostvarila jednake uvjete za svih koji su krucijalni za međunarodni pomorski sektor. Konvencija vezana uz operacije i obuke pomoraca usvojena je 1978. godine,²⁹ nastala kao posljedica nedefiniranih pravila i standarda pojedinačnih vlada pod nazivom Međunarodna konvencija o standardima obuke, certifikata i stražarenja (STCW) koja je tokom godina nadograđivana i podijeljena na propise. Konvencija za zaštitu života na moru, poznatija kao SOLAS konvencija, nastala velikom nesrećom na moru potonućem broda Titanic, regulira pravila konstrukcije, opreme i samog rada brodova u skladu s njihovim mogućnostima i smatra se jednom od važnijih konvencija vezanih uz karakteristike brodova. Propisi vezani za premazivanja dno brodova objedinjeni su Konvencijom sistema protiv abraštanja, s ciljem zaštite brodova od morskih nametnika. Također, cilj je odrediti pravila korištenja posebnih boja koje neće utjecati na morske organizme i životinje. Još jedna u nizu konvencija bitna za zaštitu morskog okoliša je Konvencija o upravljanju balastnim vodama vezana za sprječavanje širenja invazivnih vodenih vrsta u balastnim vodama brodova, koje predstavljaju veliku prijetnju morskim ekosustavima ako se njima ne upravlja. Postoji niz pravila i mjera kako na međunarodnoj, tako i na nacionalnoj razini kojom države i organizacije nastoje utjecati na odvijanje prekomorskog i vodnog prijevoza koji zahtijeva posebne standarde sigurnosti. Svaka pojedina zemlja, posebice s razvijenim pomorstvom, donosi dodatne propise kojima će zaštititi svoja područja i djelovati u skladu s potrebama.

S ciljem pružanja pouzdane i kvalitetne usluge, najučinkovitiji način ostvarivanja održivog pomorstva je postizanje sigurnog, učinkovitog i pouzdanog sustava pomorskog prijevoza usklađenog s globalnim standardima kojima će se jamčiti minimiziranje zagađenja, maksimiziranje energetske učinkovitosti i očuvanje prirodnih resursa. Bitnu ulogu imaju vlade, uprave i organizacije koje svojom suradnjom na međunarodnoj razini podržavaju mjere i standarde za promicanje održivog razvoja i koje svojim odlukama i postupcima određuju tijek budućnosti pomorskog sektora. Održiv pomorski prijevoz također zahtijeva koordiniranost kopnenih dionika koji osiguravaju prijevoznu uslugu kao što su operatori za navigaciju, hidrološke, oceanografske, meteorološke službe, službe za sigurnost, spašavanje,

²⁹International Maritime Organization: *International standards of training, certification and watchkeeping for seafarers*, 2019, [International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers \(STCW\) \(imo.org\)](https://www.imo.org/publications/International-Convention-on-Standards-of-Training-Certification-and-Watchkeeping-for-Seafarers-(STCW)) (07.06.2023.)

hitne slučajeve i nesreće, lučka postrojenja, sustavi rukovanja teretom, logistički sustavi i postrojenja olakšavanja trgovinske razmjene.³⁰

Usklađenost odvijanja pomorskih procesa postiže se kvalificiranom i fleksibilnom radnom snagom obučenom za primjenu novih tehnoloških rješenja i provedbu procesa u skladu s modernim razvojem sukladno novoodređenim i ekološki prihvatljivim mjerama. S obzirom na porast svjetske trgovine, taj izazov bit će sve veći te će zahtijevati učestalije i zahtjevnije obuke. Potrebna je povezanost s kopnenim akterima kako bi se osigurala zaštita i briga za pomorce koji će operativnim djelovanjem utjecati na pomorske procese.

Koncept pomorske održivosti temelji se na ujednačenosti ekonomskih, socijalnih i ekoloških aspekata ovisno o različitim potrebama i razvijenosti zemalja, aktivnosti te sudionika uključenih u proces. Krajnji cilj odnosi se na stvaranje veće vrijednosti uz optimalnu upotrebu resursa i postizanje koherentnosti sustava. Novi trendovi postavljaju nužnost transformiranja pomorskog sektora u vidu zelene tranzicije koja podrazumijeva uvođenje novih inovativnih rješenja za kvalitetniju uslugu krajnjem korisniku te smanjenje ovisnosti o naftnim derivatima. Za provođenje zelene tranzicije, nužna je uključenosti pomorskog sektora u klasifikacijska društva, razne institucije te istraživačke i razvojne organizacije što omogućuje uvođenje novih tehnoloških rješenja i digitalizacije kojima će se ostvariti konačni cilj- pomorska održivost.

3.1. ŠTETNI EKOLOŠKI POMORSKI UTJECAJI

Pomorski promet najlakši je način prijevoza znatne količine tereta na velike udaljenosti što pokazuju podaci da se 90%³¹ svjetske trgovinske razmjene odvija morskim putevima. Ubrzanim razvojem pomorskog sektora uz znatan porast i učestale plovidbe stvaraju se razni štetni utjecaji koji u najvećoj mjeri potječu s brodova i dovode do onečišćenja i ugroze morskog okoliša te daljnjeg širenja na kopno. Posljedica toga je utjecaj na čovjekovo zdravlje te uništavanje morskog ekosustava što ističe potrebu definiranja glavnih izvora pomorskih onečišćenja kako bi se na njih djelovalo te čime bi se na taj način spriječili negativni učinci s dugoročnim posljedicama.

³⁰ International Maritime Organization: *Concept of sustainable maritime transport system*, 2013, 1163CONCEPT OF SUSTAINABLE MARITIME TRANSPORT SYSTEM.pdf (un.org) , p.6.(08.09.2023.)

³¹ Walker, T., et al.: *Environmental Effects of Marine Transportation*, 01.09.2018, (PDF) *Environmental Effects of Marine Transportation* (researchgate.net), p.1. (22.06.2023.)

Kao glavni izvor energije u svijetu, fosilna goriva sve se više proizvode i troše, a njihov utjecaj na okoliš također raste. Unatoč značajnom napretku u smanjenju izlivanja kroz razne tehnološke, regulatorne preventivne mjere i bolju praksu u industriji, rizik od značajnih izlivanja goriva ostaje. Izljevi su u najvećoj mjeri povezani s pomorskim nesrećama, ali se događaju i na dnevnoj bazi poduzimanjem svakodnevnih aktivnosti čime se fosilna goriva izljevaju u područja marina i akvatorija. Manji izljevi prisutni su u velikoj mjeri te su prostorno rašireniji što pridonosi povećanju štetnih utjecaja. U fosilna goriva ubrajaju se nafta, ugljen i zemni plin koji nastaju taloženjem prirodnih resursa poput anaerobnih organizama. Podaci o zagađenju pokazuju da je gotovo 50%³² naftnih izljeva vezano uz pogonske radnje koje podrazumijevaju svakodnevne aktivnosti, kaljužne vode i nepravilno čišćenje spremnika, a ostatak potječe od prijevoza tekućeg tereta. Prisutan je problem namjernog ispuštanja naftnog otpada zbog financijski zahtjevnog pravnog zbrinjavanja te dugog vremena zbrinjavanja na obali. U situacijama izlivanja ogromnih količina naftnih derivata dolazi do ekološkog poremećaja koji može trajati mjesecima i godinama, ovisno o razini učinka i načinu djelovanja. Utjecaj se odražava na pojas algi i morsko dno s dugoročnim posljedicama zbog otrovnih svojstava nafte čime se može smanjiti debljina školjaka, uništiti prirodni lipidi kojima se gubi sposobnost odbijanja vode i izolacije, uzrokovati šteta živčanog sustava morskih životinja uz posljedice na dišni, cirkulacijski i probavni sustav zbog udisanja ili gutanja te dovesti do poremećaja i uništenja cjelokupnog bentala, odnosno životne zajednice biljnih i životinjskih organizama koji čine vodeni ekološki sustav. Najveću prijetnju predstavljaju naftne mrlje koje sadrže otrovne tvari te se najduže zadržavaju na morskoj površini čime se s vremenom akumuliraju u sedimente. Prevoženjem naftnih derivata, kemikalija i opasnih tekućina ističe se rizik ispuštanja u more posljedicom brodskih nesreća, pranja tankova ili nepravilnog manipuliranja teretom. U velikoj količini mogu izazvati ekološku katastrofu uz uništavanje organizama, čime brodovi za prijevoz tekućeg tereta predstavljaju najveći rizik i zahtijevaju propise maksimalne sigurnosti.

Osim nafte, posljedice izlivanja u morski okoliš imaju otpadne vode koje se stvaraju na brodovima te se najčešće dijele na crnu i sivu vodu, ovisno o podrijetlu nastanka. Crna voda nastaje kanalizacijskim ispuštanjem, a siva voda proizlazi od tuševa, kuhinje te raznih postrojenja za pranje. Različiti stupnjevi zagađenja određuju međunarodne propise rukovanja i ispuštanja te zabrane njihovog međusobnog miješanja. Zbog svojih zagađujućih

³²Ibidem, p.7-9.

svojstava, crna voda može se ispuštati iznimno u posebno određenim uvjetima s obzirom da sadrži izvore zagađenja kao što su virusi, bakterije, hranjive tvari i teški metali. Ispuštanje sive vode koja sadrži niz onečišćujućih tvari vezanih uz bakterije, deterdžente, masti, prehrambeni otpad i mikro plastiku nije regulirana međunarodnim propisima, ali se zbrinjavanje također preporučuje u objektima namijenjenim za njihovo odlaganje. Ispuštanjem otpadnih voda dolazi do rizika od zaraznih bolesti koje se šire na morske organizme, školjke i ribe koji mogu biti opasni ako se konzumiraju čime se stvara opasnost za ljudsku zajednicu kao i plivanjem u zaraženom području. Otpadne vode izviru na površini što stvara nepovoljni izgled turističkih destinacija kao i rizik od zaraze kopnenih organizama i životinja, posebice ptica. Pojedini elementi u otpadnim vodama, kao što su teški metali, mogu se akumulirati u životinjski i ljudski organizam s teškim, pa i smrtonosnim posljedicama.

Kako bi održavali stabilnost tijekom putovanja, brodovi koriste balastne vode, posebice ako se radi o praznim vožnjama bez tereta. Balastne vode jedan su od najznačajnijih zagađivača kojima se prenose invazivne vrste na globalnoj razini. Povećanjem pomorskog prijevoza, rizik širenja opasnih organizama je istaknutiji te je potrebno pronaći sigurna rješenja kojima će se upravljati balastnim vodama uz minimalno djelovanje na morski okoliš. Invazivne vrste prijetnja su globalnoj bioraznolikosti i mogu dovesti do propadanja ekosustava, prirodnih staništa i izumiranja autohtonih vrsta. Prilagodljivost invazivnih vrsta na nove uvjete i izrazita otpornost omogućuje im lako širenje, posebice ako su u većem broju. Područja povoljnih klimatskih uvjeta, među kojima se ističu mediteranski, europski i sjeverno-američki prostor, sklona su većem nastanku i lakšem razmnožavanju organizama čime se posebna pažnja treba pridati kontroliranju zbrinjavanja balastnih voda. Štetni prijenosni organizmi mogu djelovati na ljudsko zdravlje i izazvati masovnu zarazu, što se dogodilo u Peruu epidemijom kolere izazvanom prenošenjem bakterije balastnom vodom.

Kruti materijali odbačeni u morski okoliš definiraju se kao morski otpad koji predstavljaju veliku prijetnju morskim prostranstvima. Najzastupljeniji odbačeni otpad čini plastika kao iznimno otporni i plutajući predmeti koji se najčešće razdvajaju u manje komade te se nakupljaju u središtima oceanskih struja. Istraživanjima je utvrđeno da se najveća količina otpadnih tvari skuplja u Pacifiku kao posljedica ribarskih aktivnosti čime se stvara velika količina sintetskih ribarskih mreža koje završe u oceanu. Jedan od razloga širenja otpada su i jake morske struje u Pacifiku što pridonosi skupljanju otpada. Velik dio otpadnih materijala odbacuje se s brodova, ponajviše putničkih nesmotrenim bacanjem od strane

putnika ili namjernim odbacivanjem otpada od strane posade pa se regulirala zabrana odlaganja bilo kakvih zagađujućih materijala u morski okoliš te zadržavanje otpada na brodu do dolaska na kopno, gdje je određeno mjesto za gospodarenje brodskim otpadom. Na godišnjoj razini gotovo 6,5 milijuna tona³³ otpada završi u oceanima čime se stvaraju nepovoljne ekološke posljedice i ugroza životinja te zdravstvene posljedice na čovjeka.

Pomorski brodovi pogonjeni su na lako ili teško ulje koje sadrži velike količine sumpora i teških metala čijim emisijama se nakupljaju štetne tvari koje uzrokuju zagađenje zraka. Najveći udio štetnih emisija proizlazi s putničkih brodova (kruzera), u vremenu kada brod provodi vrijeme u luci i pruža usluge korištenjem velike količine energije. U tom periodu stvara se 98,1%³⁴ emisija natrijevog i sumporovog oksida koji svojim otrovnim sastavom izazivaju negativne posljedice svjetske klime, kvalitete zraka i ljudskog zdravlja. Djelovanje na klimu očituje se promjenom svojstava hlađenja oblaka čime se povećava pojava stakleničkih plinova. Zagađeni zrak pogoduje povećanju razvoja kardiovaskularnih bolesti te povećane osjetljivosti, infekcija, alergijskih reakcija i bolesti dišnih puteva uz respiratorne tegobe. Povećano taloženje CO₂ u oceanima i njegova apsorpcija pomorskim prijevozom pogoršat će ekološke ekstreme uzrokovanih klimatskim promjenama. Shodno izrazito negativnom utjecaju čija najveća posljedica je globalno zatopljenje uz podizanje razina mora i nestajanja pojedinih gradova, naselja i otočnih mjesta, nastoji se transformirati pomorski sektor za postizanje nulte emisije štetnih plinova.

Metoda razbijanja starih brodova na način da se dijelovi brodova režu na dijelove ekološki je povoljno glede odlaganja otpada, ali s druge strane, sam proces može imati negativne posljedice jer se tijekom provođenja procesa ispuštaju ulja, maziva i opasne kemikalije koje predstavljaju prijetnju okolišu i ljudskom zdravlju. Negativni učinci prilikom razbijanja starih brodova odnose se na dim, buku, vibracije, istjecanje zapaljivih tvari, stvaranje velike količine metalnog otpada, ali najveća opasnost vezana je uz ispuštanja ulja, kaljuže i balastnih voda. Ostaci mogu lako završiti u morskom okolišu te time imati nepovoljan učinak na morsku floru i faunu. Zapaljenjem tekućina, može doći do velikog zagađenja zraka i prijetnje za ljudsku populaciju čime su formirane strategije za sigurno i

³³ Lindgren, J.F., et al: *Discharges to the Sea* u *Shipping and the Environment*, SpringerNature, Berlin, 2016., p.125-168, online: [Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine ... - Google Books](#), (18.06.2023.)

³⁴ Murena, F., et.al.: *Impact on air quality of cruise ship emissions in Naples, Italy*, *Atmospheric Environment*, Elsevier, Italy, vol.187, 2018., p.70-83, online: [Impact on air quality of cruise ship emissions in Naples, Italy - ScienceDirect](#) (08.06.2023.)

ekološki prihvatljivo recikliranje brodova, među kojima se istaknuo projekt SENSREC³⁵ (Sigurno i ekološki prihvatljivo recikliranje brodova u Bangladešu) formiran od strane IMO-a za zbrinjavanje otpadnih dijelova brodova u Bangladešu s izravnim utjecajem na poticanje osviještenog recikliranja brodova i u drugim zemljama.

Prilikom manipulacije sipkim teretom postoji mogućnost njegova prosipanja u more ili na obalu. Iskrcajem i pranjem brodskih skladišta, ostatak morske vode ispušta se s broda u more zajedno s ostacima sipkog tereta koji se taloži na površini ili potonu na dno mora. Različiti prahovi ostaju na morskoj površini te se zatim šire morskim strujama i vjetrom, što prvenstveno stvara ugrozu morskih staništa i vrsta, a uz to pridonosi zagađenju.

Za zaštitu broskog trupa ispod vodene linije, nanose se zaštitna sredstva protiv abraštanja u obliku biocida. U doticaju s vodom, biocidi uništavaju organizme koji se nastane na broskom trupu. Svojim otrovnim svojstvima mogu imati opasne posljedice, ne samo za morski okoliš, već i za čovjeka. Biocidi bazirani na kositru, najotrovniji su, čime su njihova prodaja i nanošenje zabranjeni u pojedinim zemljama. Unatoč zabrani, takvi biocidi i dalje se upotrebljavaju i stvaraju mogućnost ugroze, što pokazuju statistički podaci provedeni od strane IMO-a, koji potvrđuju da se gotovo 85%³⁶ biocidne prevlake brodske flote bazira na kositru.

Ispuštanjem topline s brodova, dolazi do zagrijavanja vode i zraka uz mijenjanje temperature okoliša što negativno utječe na ekosustave. Hlađenjem brodskih toplinskih strojeva oslobađa se otpadna toplina koja se odvodi u morski okoliš. Kod tankera, odnosno brodova koji prevoze grijani teret (sirova nafta i kemikalije) jedan dio topline gubi se zbog brodskih oplata te ju konstantno treba nadoknađivati. Izgubljena toplina apsorbira se u vodi. Plinovi i dim koji se ispuštaju u zrak, znatno su viši od temperature zraka što pogoduje razvoju efekta staklenika i smanjenju kvalitete zraka.

³⁵ Kaiser, M.J.: *A review of ship breaking and rig scrapping in the Gulf of Mexico*, Ocean Development and International Law, Taylor&Francis, Louisiana, vol. 39, no.2, 2008, p. 178-199, online: [A Review of Ship Breaking and Rig Scrapping in the Gulf of Mexico: Ocean Development & International Law: Vol 39, No 2 \(tandfonline.com\)](https://www.tandfonline.com) (24.06.2023.)

³⁶ Jelavić, V., Kurtela, Ž.: *Raščlamba štetnog djelovanja broda na morski okoliš*, Naše more, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, vol.54, no.5-6, 2007., p.214-226, online: [2 \(srce.hr\)](https://www.srce.hr) (24.06.2023.)

3.2. KONCEPT PLAVE EKONOMIJE

Sukladno prethodno navedenim štetnim utjecajima koji se najviše odražavaju na oceane kao golema prostranstva čija uloga je istaknuta kroz međunarodnu trgovinsku razmjenu i iskorištavanje njihovih dobrobiti, ograničavanje njihove ugroze istaknuo se kao prioritet. Obrasci ponašanja takvih pokretača povezivanja na oceanima dobivaju više pozornosti iz regulatorne i ekonomske perspektive kako se odnos između kopna i oceana razvija u svojoj ulozi i važnosti. “Plava ekonomija” predstavlja koncept oceanskih ekonomija, odnosno gospodarskog razvoja oceana za dobrobit ljudi i društva sa značajnim smanjenjem rizika za okoliš i ekološku oskudicu. Koncept definira oceane kao razvojne prostore u kojima prostorno planiranje integrira očuvanje, održivo korištenje, crpljenje nafte i mineralnih bogatstava, biološko istraživanje, održivu proizvodnju energije i održiv pomorski transport. Oceani su percipirani kao sredstvo besplatnog iskorištavanja i bacanja otpada čiji troškovi optimizacije su isključeni iz ekonomije. Time je koncept Plave ekonomije fokusiran na uključivanje oceanskih vrijednosti i usluga u procese ekonomskog modeliranja i donošenja odluka. Koncept predstavlja okvir održivog pomorskog razvoja zemalja u razvoju kojima bi se omogućilo rješavanje jednakosti pristupa, razvoja i dijeljenja koristi od morskih resursa nudeći ujedno prostor za ponovno ulaganje u ljudski razvoj i ublažavanje tereta nacionalnog duga. Temelji se na načelima niske razine ugljika, učinkovitosti resursa i socijalne uključenosti kao i Rio +20, ali je utemeljena na kontekstu svijeta u razvoju i oblikovana da odražava okolnosti i potrebe zemlje čiji je temeljni resurs more. Osnova ovog koncepta je načelo jednakosti kojim se osigurava da zemlje u razvoju optimiziraju različite dobrobiti dobivene od razvoja njihovih morskih okoliša, promiču nacionalnu jednakost i pravilno odražavaju brigu i interese u razvoju mora izvan nacionalnih okvira. Stvaranje pravednosti na međunarodnoj i nacionalnoj razini otvara prostor za povećanje prihoda od vlastitih resursa čime se pružaju bolji uvjeti življenja za stanovništvo jedne zemlje. Plavim konceptom socioekonomski razvoj odvaja se od degradacije okoliša, čime je utemeljen pristup nakon procjene i ugradnje stvarne vrijednosti prirodnog, odnosno plavog kapitala i svih aspekata gospodarskih djelatnosti. Učinkovitost i optimizacija korištenja resursa najvažniji su uz poštivanje ekoloških i ekonomskih parametara. To uključuje odgovornu nabavu i korištenje lokalnih sirovina i materijala uz korištenje niskoenergetskih opcija za postizanje učinkovitosti i koristi. Pristup Plavoj ekonomiji stavlja naglasak na potrebe upravljanja resursima u međunarodnim vodama i ispod njih daljnjim usavršavanjem međunarodnog prava i mehanizama za upravljanje oceanima. Svaka država

dužna je preuzeti dio odgovornosti za zaštitu otvorenog mora koje čini 64%³⁷ površine svjetskih oceana što zahtijeva pomno planiranje, istraživanje i promicanje društvene svijesti uz snažan politički utjecaj i ulaganje kako bi se nadišli izazovi koje more i oceani nose sa sobom za realizaciju potpuno Plave ekonomije.

³⁷ United Nations: *Blue Economy Concept Paper*, 01.07.2019., p.3, [2978BEconcept.pdf \(un.org\)](#) (24.06.2023.)

4. RAZVOJ ODRŽIVOG POMORSTVA

Pomorski sektor dio je globalnog gospodarskog razvoja te je kao takav promjenjiv i izložen rizicima. Strateškim planovima ističu se ciljevi koji se planiraju ostvariti u budućnosti uz poduzimanje akcija za njihovo ostvarenje. Štetni ekološki čimbenici kojima je pomorstvo izloženo, prvenstveno kao posljedica ljudskih aktivnosti, definirali su nužnost nastanka novog koncepta koji će se provoditi na globalnoj razini u skladu s propisima međunarodnih organizacija usmjerenih na prilagodbu novim ekološkim uvjetima s ciljem očuvanja i sprječavanja daljnjih onečišćenja. Pretvorbom klimatskih i ekoloških izazova u prilike ostvarit će se uključenost i pravednost tranzicije za svih. Pomorska trgovinska razmjena rezultirala je drastičnim porastom brodova, luka i učestalosti prijevoza brodova što ostavlja trajne negativne učinke s razornim posljedicama. Najveći izazov današnjice predstavljaju emisije stakleničkih plinova, čiji porast se, prema IMO-u do 2050. godine procjenjuje između 50 i 250%³⁸ u odnosu na 2008. godinu. Iznimno širok raspon projiciranja emisija stakleničkih plinova pokazuje neizvjesnost razvoja pomorskog sektora u narednim godinama što stvara potrebu za formiranjem strategija kojima će se otvoriti put prema održivoj pomorskoj budućnosti.

Glavna tema Svjetskog pomorstva za 2022. godinu bila je usmjerena na potrebu pomorskog sektora za postizanjem zelene tranzicije u vidu održive budućnosti. „Zeleni“ ciljevi podrazumijevaju primjenu pomorskih inovacija, istraživanja, razvoj, demonstraciju i primjenu novih tehnoloških rješenja kako bi se izgradio bolji i zeleniji svijet nakon pandemije kao okosnice transformiranja pomorskog razvoja. Pojam „zelenog pomorstva“ sinonim je za postizanje održivosti kroz nove ekološke strategije koje se aktivno koriste pri ostvarivanju zelenih, odnosno održivih praksa i time predstavljaju sigurnu budućnost transformiranja pomorskog sektora. Transformiranje podrazumijeva partnerstvo među akterima kao aktualnih čimbenika pomorskog sektora, kojima se osigurava dostupnost informacija o aktivnostima te sam pristup resursima i znanjima za njihovu realizaciju kao dio međunarodne potpore u zelenoj tranziciji pomorstva.

Zelena tranzicija provodi se u sklopu projekata koji podrazumijevaju planiranje strategija za poduzimanje budućih aktivnosti kojima će se dosadašnji razvoj preusmjeriti prema ekološkoj održivosti, što uključuje niz novih postrojenja, razmatranja utjecaja i

³⁸ Speak, A.: *The maritime sector's green transition*, 29.04.2021. [The maritime sector's green transition | AFRY](#) (28.06.2023.)

funkcionalnosti segmenata uključenih u strategiju. Tranzicija je dug proces koji traje godinama te ga je potrebno prilagoditi potrebama pojedine zemlje uključujući uvođenje novih tehnoloških rješenja stručnjaka uz korištenje novih obnovljivih izvora energije čime je potrebno prilagoditi sustave za njihovo provođenje, što je dovelo do izazova u projektiranju održivih brodova, luka i cjelokupnog pomorskog sektora.

Globalni i europski zakonodavni kontekst opravdava i potiče zelenu tranziciju pomorskog sektora, koju treba postići i u lukama i na moru. Ograničenja emisija u plovidbi, kao i ekološke i klimatske strategije, igraju ključnu ulogu. Prijelaz na alternativna goriva za prijevoz i putnike jedan je od ključnih elemenata plana EU Green Deal³⁹ i dio je dugoročne strategije za 2050. godinu⁴⁰ koja ima za cilj ekonomiju s nultom emisijom stakleničkih plinova u skladu s Pariškim sporazumom.

Trenutačno pomorski sektor čini 13% EU emisija CO₂⁴¹ u prometnom sektoru, od kojih se velika većina odvija na moru tijekom plovidbe. Ipak, brodovi u lukama također emitiraju stakleničke plinove i zagađujuće plinove što predstavlja značajan problem u urbanim područjima. Uspostava mreže električnog napajanja s obale predstavlja jednostavno tehničko rješenje za pozitivan utjecaj na emisije u luci. Spajanje brodova na mrežu dok su na vezu u lukama omogućuje pokrivanje potražnje za energijom na brodu korištenjem električne energije iz mreže, isključivanje pomoćnih motora i izbjegavanje proizvodnje električne energije na brodu.

Elektrifikacija luka donosi značajne trajne ekološke koristi u lučkim područjima, smanjujući emisije zagađivača i vibracije, poboljšavajući tako dobrobiti stanovništva koje živi u neposrednoj blizini luka, kao i radnika i putnika. Lokalni zagađivači i emisije stakleničkih plinova mogu se čak potpuno eliminirati korištenjem 100% obnovljive proizvodnje. Uspostava novih postrojenja za opskrbu električnom energijom zahtijeva prikladan i homogen regulatorni okvir, snažnu koordinaciju između svih dionika koji djeluju u lukama, kao i između lučkih vlasti, te odgovarajuću podršku javnosti.

Razvoj održivog pomorstva odnosi se na proces usvajanja pravila i provođenja prakse za ostvarenje trajne pomorske učinkovitosti. Proces se odnosi na poboljšanje dosadašnjih i uvođenje novih postupaka i inovacija koje su usko vezane uz održivost. Naglasak je na digitalizaciji u svrhu bržeg, jednostavnijeg i sigurnijeg odvijanja procesa uz veći pristup

³⁹ Ibidem

⁴⁰ Ibidem

⁴¹ Ibidem

okolnim informacijama. Održivo pomorstvo podrazumijeva uporabu alternativnih goriva, ekoloških brodova i pametnih, održivih luka što zahtijeva dugotrajno i detaljno planiranje aspekata provedbe s obzirom na kompleksnost i nužnost poduzimanja akcija. Posljedice korona virusa dovele su do osviještenosti aktera za potrebitost usvajanja novih strateških ciljeva i uključenosti sve većeg broja dionika u proces transformiranja pomorstva.

Cilj koji se nastoji ostvariti temelj je buduće slike pomorstva, a to je inovativni, pametni sektor koji ne šteti morskom okolišu i ljudskom zdravlju pridonoseći ukupnom gospodarskom razvoju pojedine zemlje uz eliminiranje negativnih učinaka na globalnoj razini. Pomorska održivost prvenstveno se veže uz ekološke aspekte koje je potrebno mijenjati, čime zahtijeva modificiranje poslovne i organizacijske strukture vezane uz pomorske aktivnosti koje podrazumijevaju prijevoz, manipulaciju, skladištenje, gradnju te menadžment. Svi segmenti međusobno su povezani te se nadovezuju jedan na drugi, stoga je potreban detaljan plan i znanje stručnjaka kako bi se provela tranzicija održivog pomorstva na svim razinama.

Pomorske kompanije primorane su usvojiti nove mjere u svoje poslovanje te nastaviti s ulaganjima kako bi postale dijelom buduće održivosti. Organizacijskom strukturom upravlja se načinom postizanja ciljeva i definiraju se smjerovi kojima će se poslovanje kretati u skladu s financijskim mogućnostima. Osim usvajanja nužnih mjera i pravila, brojne kompanije nastoje pokrenuti vlastite projekte za zelenu pomorsku budućnost i ulažu u njihovo provođenje što dovodi do konkurentnosti na tržištu. Tehnološka rješenja rezultat su napora vrhunskih stručnjaka nastalih dugogodišnjim proučavanjem i projektiranjem uz primjenu novih poslovnih modela nastalih strategijom koja podrazumijeva utjecaj na održivost, najvećim dijelom nastala od inženjera brodarskih kompanija koja su potvrđena i priznata od međunarodnih organizacija te su predstavljena na tržištu kao temelj za realizaciju održivog razvoja.

4.1. ZELENI SUPPLY CHAIN MENADŽMENT U POMORSTVU

Ekološki održivo upravljanje, ili takozvano „Zeleno upravljanje opskrbnim lancem“ (GSCM), stavlja naglasak na upravljanje organizacijama s ciljem postizanja profitabilnog poslovanja i tržišnog udjela dok se istovremeno realizira zaštita okoliša. Prve studije usmjerene na održivost naglašavale su štetne utjecaje na okoliš koje su se tokom godina proširile i usvojen je novi zaključak koji uključuje ne samo ekološku komponentu, već i ekonomsku i društvenu s posljedicama u cjelini. Za podršku zelenim aktivnostima potrebni su naponi za razumijevanje i prepoznavanje prilika, ali i izazova. GSCM prakse usmjerene su na ponovnu uporabu, smanjenje, redizajniranje i recikliranje proizvoda koji vode smanjenju otpada i održivoj zaštiti okoliša. Klimatske promjene dovode u pitanje mogućnosti daljnjeg iskorištavanja oskudnih prirodnih resursa te dovode do potrebe prijevremenog reguliranja i stvaranja potencijalnih rješenja. Kao rezultat pritiska na ekološke potrebe, brojne su pomorske organizacije postupno počele reagirati na brigu o okolišu prihvaćajući zeleno upravljanje lancem opskrbe (GSCM) i druge koncepte održivosti u svojim operacijama lanca opskrbe. Time se zaključuje integracija GSCM-a u kontekst pomorskog razvoja s ciljem poboljšanja tijeka odvijanja aktivnosti u sustavu pomorskog lanca opskrbe.

Pojam zelene pomorske logistike-MGSCM (Maritime Green Supply Chain Management) definira se kao nastojanje za postizanjem odgovarajuće ekološke izvedbe u pomorskom opskrbnom lancu, dok se istovremeno ispunjavaju dimenzije ekonomske izvedbe. Lanac pomorske opskrbe nedvojbeno je najvažniji uslužni sektor za olakšavanje međukontinentalne trgovine na globalnoj razini. Unutar ovih složenih sustava opskrbnog lanca, brodarske organizacije, lučke vlasti i uvozno-izvozne tvrtke međusobno surađuju i u širem kontekstu upravljanja pomorskom logistikom. Održiv pomorski opskrbni lanac obuhvaća integraciju pomorskih organizacijskih jedinica (luke, brodarska poduzeća..) u sustav opskrbnog lanca i organizaciju materijala (kontejneri, rasuti, generalni, tekući tereti), informacija i novčanih tokova za zadovoljenje potreba krajnjih korisnika, dok se poboljšava gospodarska konkurentnost kroz usklađenost s propisima za kontrolu društvenih i ekoloških utjecaja. Zelena pomorska praksa također ima važnu ulogu u kontekstu održivosti pomorskog opskrbnog lanca svojim utjecajem na povećanje učinkovitosti uz smanjenje štetnog utjecaja procesa opskrbnog lanca na okoliš. GSCM učinkovit je alat za upravljanje poslovanjem kompanija u pomorskoj industriji čime se nastoji ostvariti optimalna izvedba procesa. Paradigme zelenog menadžmenta ekonomski su orijentirane na usvajanje ekoloških

faktora. Usvajanje ovog alata sastoji se od zelenih operacija pa do upravljanja menadžmenta životnog ciklusa što u konačnici donosi poboljšanje poslovanja. Koristi istaknute ovim načinom upravljanja ističu se kroz smanjenje troškova potrošnje energije, kupljenog materijala, količine otpada za obradu i ispuštanje otpada. Stimulira se optimalna izvedba poduzeća smanjujući njihove okolišne rizike i poboljšavajući njihovu sposobnost za kontinuirano poboljšanje. U pomorskom kontekstu određeno je nekoliko prijedloga u sklopu održive pomorske prakse, a prijedlozi su iskazani kroz 6⁴² komponenta održivih pomorskih operacija, koje podrazumijevaju političku organizaciju i postupke, pomorske dokumente, pomorsku opremu, suradnju dionika, pomorske materijale te dizajn broda i sukladnost među kojima će glavna rješenja biti objašnjena u nastavku.

4.1.1. Zeleni informacijski i komunikacijski sustav (GICS)

Sustav je namijenjen za primjenu u različitim IT segmentima te komunikacijskom upravljanju kako bi se determinirale temeljne organizacijske aktivnosti poslovanja. Integriranje informacijskog sustava u pomorskom opskrbnom lancu uvelike pomaže organizacijama ujednačavanje procesa i bliske suradnje s raznim partnerima. Korištenjem zelenog informacijskog sustava dobiva se uvid u podatke vezane uz proizvodne procese, upravljanje zalihama, predviđanje potražnje i lakše upravljanje kvalitetom proizvodnje. GICS se odnosi na inicijative i programe informacijskih i komunikacijskih tehnologija, a njihov učinak je uglavnom neizravan, odnosno očituje se kroz podršku drugim poslovnim inicijativama u smanjenju negativnih učinaka na okoliš. Time bi se postigla veća učinkovitost hardvera, podatkovnih centara, konsolidacija poslužitelja pomoću softvera za virtualizaciju i smanjenje pomorskog otpada vezanog za zastarjelu opremu. S druge strane, korištenjem zelenog informacijskog i komunikacijskog sustava razvija se podrška i inicijativa ekološke održivosti uz olakšavanje poslovnih procesa što uključuje razvoj grupnih softvera i sustave za omogućavanje sastanaka na daljinu čime se reducira negativan okolišni utjecaj putovanjem do radnog mjesta. Zelenim informacijskim sustavima realizira se praćenje i nadzor okolišnih štetnih segmenata kao što su otpad, emisije, toksičnost, potrošnja i ugljični otisci, a podržava se i učinkovitost protoka informacija u kontekstu Just In Time-a (JIT) uspostavljanjem učinkovite informacijske veze za smanjenje vremena odstupanja prilikom isporuke. Prednosti ovog sustava GICS omogućile bi pomorskoj industriji bolji

⁴² Fairuz, J., Yudi, F.: *Notions of Maritime Green Supply Chain Management*, 2019. (PDF) [Notions of Maritime Green Supply Chain Management \(researchgate.net\)](#) (05.07.2023.)

mehanizam upravljanja pohranom, pristupom, dijeljenjem kao i analizom potrebnih informacija u stvarnom vremenu i uz visoku učinkovitost. Novi aspekti softvera uključuju analizu životnog ciklusa (LCA), kao tehnike za utvrđivanje i procjenu ukupnog djelovanja na okoliš kroz izradu, korištenje i odlaganje proizvoda. Baze podataka također su važne zbog svoje mogućnosti integriranja podataka i procesa dobavljača. Navedenim aspektima ističe se važnost upravljanja hardverom, softverom i drugim IT rješenjima za organizacijsko ozelenjavanje poslovanja koje nije u potpunosti istraženo, ali će imati velik značaj u budućem razvoju pomorskog sektora⁴³.

4.1.2. Zeleni logistički servisi dodane vrijednosti (GVALS)

Definira se kao sustavna primjena održivosti u različitim logističkim procesima s dodanom vrijednošću u opskrbnom lancu za smanjenje ekološkog utjecaja koji obuhvaća različite dimenzije emocionalnog elementa, društvene i funkcionalne vrijednosti. Iz šire perspektive, GVALS (Green Value Added Logistic Services) se može smatrati komponentom GSCM-a koja namjerava spojiti ekološku filozofiju i upravljanje logistikom kroz dizajn proizvoda (u fazi proizvodnje), asortiman i izbor dobavljača, kao i nabavu materijala, dolazne i odlazne otprema, proizvodne procese, kontrolu smanjenja otpada, pakiranje proizvoda, distribuciju krajnjim kupcima te ponovnu uporabu i vraćanje proizvoda na kraju životnog vijeka za recikliranje. Prakse GVALS-a poput korištenja zelenih i recikliranih materijala za pakiranje, kao i dizajna i tehnika zelene ambalaže, mogle bi uvelike smanjiti ambalažni otpad i troškove povezane korištenjem konvencionalne metode ako se ispravno prošire na pomorske operacije. Iz perspektive pomorske logistike, prakse GVALS-a kao što su optimizacija i konsolidacija narudžbi, rasporeda kao i ruta koje se koriste u pomorskoj operaciji mogle bi smanjiti učestalost isporuke i u konačnici smanjiti potrošnju goriva. Organizacije bi mogle implementirati GVALS proširenjem opsega prema korištenju prijevoza s učinkovitom potrošnjom goriva, kao i alternativnih izvora energije kako bi se smanjio utjecaj na okoliš⁴⁴.

⁴³ Jenkin, T., et al.: *An Agenda for Green information technology and systems research*, Information and Organization, vol.21, no.1, 01.01.2011, p. 17-40, online: [An agenda for 'Green' information technology and systems research - ScienceDirect](#) (05.07.2023.)

⁴⁴ Fairuz, J., Yudi, F.: *Notions of Maritime Green Supply Chain Management*, 2019. (PDF) [Notions of Maritime Green Supply Chain Management \(researchgate.net\)](#) (05.07.2023.)

4.1.3. Zeleni financijski tok (GFF)

Definira se kao sustavni pristup održivosti u različitim procesima financijskog upravljanja i računovodstva za smanjenje utjecaja na okoliš i dugoročno poboljšanje održivosti. To uključuje obvezu s razine menadžmenta, identifikaciju monetarnih mjera za mjerenje tradicionalnih privatnih internih troškova koji izravno utječu na zelenu donju liniju bilance. U tom smislu, trošak bi bio izravan, kao što su sirovine i rad, koji se pripisuju proizvodnim stavkama ili odjelima i neizravni troškovi, ili opći troškovi, kao što su najam, administracija, amortizacija, gorivo i energija. Iznad svega, vanjski čimbenici kao što su društveni, operativni, ekonomski i troškovi zaštite okoliša koji utječu na vanjsko okruženje poslovanja organizacije također se moraju uzeti u obzir u zelenom financijskom toku. Za mogućnosti MGSCM-a, zeleni financijski tok sastoji se od uključivanja novčanih ušteda od novih čišćih tehnologija koje rezultiraju manjim zagađenjem i boljim zdravljem, novim tržištima i korištenjem alternativnih sirovina ili operativnih procesa u pomorskom sustavu opskrbnog lanca. Korištenjem okvira zelenog računovodstva, zeleni financijski tok u MGSCM-u značio bi da se investicijske odluke u upravljanju opskrbnim lancem donose usporedbom ukupnih privatnih i društvenih troškova s privatnim i društvenim koristima. U tom smislu, putem procjene životnog ciklusa, pomorske tvrtke mogu donijeti odluku na temelju proračuna utjecaja na okoliš u svakoj fazi sustava opskrbnog lanca, od proizvodnje, prekrcaja i konačnog zbrinjavanja proizvoda ili usluga do poboljšanja zelene izvedbe⁴⁵.

4.2. PROCJENA SIGURNOSTI POMORSKOG TRANSPORTA

Strukturirana i sustavna metodologija usmjerena na povećanje pomorske sigurnosti uz zaštitu života, zdravlja, morskog okoliša i imovine naziva se formalna procjena sigurnosti (FSA) koja podrazumijeva korištenje analize rizika te procjenu troškova i koristi. Alat služi za evaluaciju novih propisa u pomorstvu usmjerenih na sigurnost i ekološku zaštitu ili za usporedbu i poboljšanje postojećih propisa. Cilj je postići ravnotežu između tehničkih i operativnih procesa uključujući ljudski faktor. FSA je u skladu s IMO-vom regulativom u kontekstu postizanja koristi koje se povezuju sa smanjenjem gubitka ljudskih života i zagađenja te bi kao takav trebao olakšati razvoj regulatornih promjena koje će biti ravnopravne prema različitim stranama za postizanje konsenzusa, odnosno donošenja sporazumnih, jednoglasnih odluka. Alat također može biti koristan u situacijama kada je

⁴⁵ Ibidem

potrebna redukcija rizika, a odluke o tome što učiniti su nejasne. U tim situacijama, FSA omogućit će da iskorištavanje prednosti predloženih promjena bude pravilno uspostavljeno. FSA također je formalni i integrirani pristup ocjenjivanju. Svrha metode je koristiti proceduru FSA u pet koraka kako bi se napravila cjelokupna analiza i poboljšala pomorska sigurnost. Pet koraka uključuju: identifikaciju opasnosti, procjenu rizika, utvrđivanje sigurnosti, procjenu troškova i koristi te preporuku za donošenje odluka⁴⁶. Dizajniranjem ovog alata pomaže se pomorskim regulativama u procesu poboljšanja i izvođenja novih pravila i propisa.

Prvi korak metodologije FSA je identifikacija opasnosti za brodove kao bitan dio procesa procjene rizika. Glavna svrha ovog koraka je identificirati relevantne opasnosti koje bi mogle utjecati na funkcije razmatranog broda. U kontekstu sigurnosti, nepoželjne posljedice uključuju ozljede osoblja, materijalne štete i zagađenje pomorskog okoliša. Drugi korak FSA čini procjena rizika. Analiza rizika podrazumijeva dvije glavne aktivnosti, a to su modeliranje vjerojatnosti i modeliranje posljedica. Procjenom rizika determinira se gdje će se određena opasnost locirati na ljestvici rizika. Procjena rizika općenito se dijeli na kvalitativnu procjenu kojom se pretpostavljaju vjerojatnosti nastanka i utjecaja rizika i kvantitativnu procjenu kao objektivne metode točne procjene. Treći korak usmjeren je na sigurnosne mjere kroz mjerenje aktivnosti i poduzimanje mjera za poboljšanje sigurnosti. Time se kontroliraju rizici koji se najviše odražavaju na zdravlje i sigurnost ljudi. Analiza troškova i koristi predzadnji je korak koji se odnosi na određivanje ekonomskih koristi i djelotvornosti troškova s ciljem procjene gubitaka i troškova popravaka. Svrha ove analize je identificirati i usporediti koristi i troškove kontroliranjem svih segmenata kontrole rizika, kao prethodnog koraka. Preporuka kao posljednji, 5. korak FSA izrađuje se za nastanak detaljnog i sveobuhvatnog plana na poduzimanje akcija na temelju svih prethodnih analiza. Potrebno je dobro ocijeniti probleme za detaljnu analizu razvoja. Preporukom se izravno utječe na faktor sigurnosti te je potrebno uzeti u obzir sve aspekte utjecaja. Preporuka predstavlja izlaznu, odnosno završnu analizu FSA kao temelj za poboljšanje sigurnosti.

⁴⁶Medić, D., et al.: *Komparativna procjena rizika u pomorstvu i cijene sprečavanja pogibelji u Republici Hrvatskoj*, Naše more, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, vol.66, no.2, 2019, p.62-69, online: [997799.NM_2019_Medic_Lusic_Bosnjak.pdf](https://www.irb.hr/997799.NM_2019_Medic_Lusic_Bosnjak.pdf) (irb.hr) (07.07.2023.)

4.3. EKO-BRODOVI S PRIPADAJUĆIM TEHNOLOŠKIM RJEŠENJIMA

Sustavni pristup održivosti u različitim procesima projektiranja brodova, kao i usklađenost s održivim razvojem kako bi se smanjio utjecaj na okoliš i postigla učinkovitost, naglašava preventivni fokus na pomorske tehnologije i dizajn kako bi se ublažile štete za okoliš uzrokovane pomorskim operacijama. Dimenzije usklađenosti u planiranju, projektiranju i dizajniranju uključuju mjere uštede energije, ponovnu upotrebu opreme za otpremu, recikliranje i oporavak, s ciljem ublažavanja ekološke štete uzrokovane pomorskim aktivnostima. Razvoj održivih, ekoloških brodova koji će predstavljati revolucionarna rješenja i stvoriti potpuno novu sliku pomorstva, ističe poboljšanje operativne učinkovitosti kroz uklanjanje otpada u procesima opskrbnog lanca, povećanje financijskih ušteda kroz ponovnu upotrebu i smanjenje suvišnih procesa kroz učinkovito upravljanje otpadom. Kao osnovna sredstva odvijanja pomorskog prijevoza uz sudjelovanje u pomorskim procesima, izravno će imati utjecaj na upravljanje i sprječavanje emisija i otpadnih voda u skladu s ekološkim propisima za učinkovitost.

Ekološki brod sinonim je za održivi brod čime predstavlja svako pomorsko plovilo koje na neki način pridonosi poboljšanju trenutnog stanja okoliša. Pomorska industrija pridonosi stvaranju efekta staklenika koji je drastično utjecao na prirodni ekosustav Zemlje. U nastojanju smanjenja emisija ugljičnog dioksida uz podršku svjetskog pokreta održivosti, velik broj brodogradilišnih kompanija stvara nove strateške projekte koji rezultiraju revolucionarnim metodama, potpuno inovativnom tehnologijom i jedinstvenom opremom. Time se spajaju funkcionalnost i ekologija stvaranjem učinkovitog brodarstva uz efekt ekološke zaštite, kao glavne težnje dizajna modernih brodova. Ekološki prihvatljivi brodovi poznati su također kao „zeleni brodovi“, čime se podržava zelena tranzicija za ostvarenje strateških razvojnih planova.

Nova tehnološka otkrića posljednjih godina intenzivno se ističu u raznim gospodarskim sektorima, posebice u prometu što stvara težnju pomorskog sektora na preoblikovanje dosadašnjih načina gradnje, dizajniranja i projektiranja s ciljem postizanja automatiziranosti, učinkovitosti, poboljšanja sigurnosti te u konačnici ekološke zaštite. Proces uvođenja novih rješenja što podrazumijeva digitalizaciju i opremu, kompleksan je i zahtijeva niz iznimnih stručnjaka kako bi se dosadašnji način gradnje preoblikovao u skladu s težnjama krajnjeg korisnika i s ciljem poboljšanja performansi uz veću optimizaciju. Ekološki brodovi novost su na tržištu čiji razvoj je tek istaknut uvođenjem tehnologije na

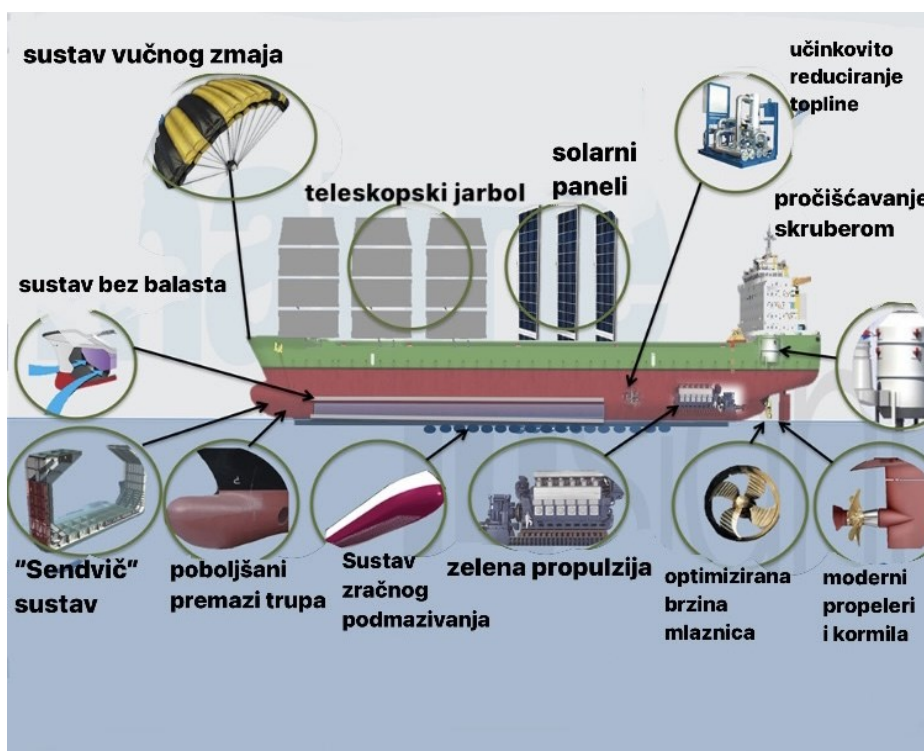
temelju projektnog koncepta koji sadrži karakteristike na kojima se eko-brod treba temeljiti za zadovoljenje međunarodnih standarda. Tehnologija ekoloških brodova znači korištenje metoda koje smanjuju emisiju i potrošnju energije tijekom procesa gradnje broda kao što su konstrukcija trupa, bojanje i opremanje. Štoviše, ekološki brod također bi se trebao pridržavati svih pravila i propisa koji se odnose na zaštitu i očuvanje okoliša. Dakle, ako se radi o ekološkom brodu, posebna se pažnja posvećuje tijekom procesa njegove proizvodnje i servisiranja.

Najveći doprinos onečišćenju morskog okoliša na brodu je brodska strojarnica. Dizelski motori i drugi strojevi prisutni u strojarnici koriste gorivo za svoj rad, a zauzvrat ispuštaju ugljični dioksid i druge otrovne plinove. Ključ za smanjenje ove otrovne emisije je poboljšanje dizajna ovih strojeva, a također i broda. Brodovi bi trebali biti projektirani tako da predstavljaju najmanju opasnost za okoliš. Postoji niz metoda koje podrazumijevaju uvođenje novih segmenata za održiviji i učinkovitiji brod, od kojih se ističu: minimiziranje potrošnje materijala tijekom gradnje broda, smanjenje upotrebe energije i toksičnih materijala tijekom procesa proizvodnje broda, korištenje učinkovitih strojeva, poboljšanje cjelokupnog dizajna broda, ponovno korištenje brodskih dijelova i pribora tijekom održavanja broda. Dizajn trupa i vrsta materijala korištenih u izradi broda igraju vrlo važnu ulogu u ukupnoj učinkovitosti broda. Na primjer, optimizacija linija trupa broda povećava brzinu broda, štedi gorivo i također poboljšava ekonomsku učinkovitost⁴⁷.

Kao što je ranije spomenuto, poboljšanje brodskih strojeva najvažniji je aspekt za ozelenjavanje broda. Pomorska oprema odabrana za zeleni brod trebala bi trošiti manje energije, emitirati manje onečišćenja i imati veću učinkovitost. To se može učiniti koncentriranjem na tehničke aspekte strojeva kao što su kotlovi, glavni motor, generatori, sustav klimatizacije, zračni kompresori i drugi elementi za reduciranje štetnih učinaka.

⁴⁷ *Green ship design for ship building*, 2022.
[Green Ship Design for Ship Building \(brighthubengineering.com\)](https://brighthubengineering.com) (19.07.2023.)

Korištenje novih tehnologija kao što su napredni sustavi trupa i propelera, sustavi za pročišćavanje ispušnih plinova, sustavi za otpad ili sustav za reciklaciju ispušnih plinova otkrića su koja će obilježiti budućnost pomorskog razvoja. Uz pravilnu opremu i poboljšane brodske strojeve, koncept razvoja eko-broda čini uvođenje novih alternativnih pogona za smanjenje emisija štetnih plinova uz minimiziranje korištenja tradicionalnih pogonskih goriva i uštedu energije.



Slika 1. Model ekološki održivog broda

Izvor: [Greener Future of Maritime & Shipping Industry: Green Ship & Port \(max-groups.com\)](https://www.max-groups.com),
dorada autorice (05.08.2023.)

Svijest o zaštiti pomorskog okoliša promijenila je procese odvijanja pomorskih aktivnosti uz donošenje novih pravila o sigurnom recikliranju brodova. Time je došlo do pojave novog termina poznatijeg kao Green ship recycling, koji se odnosi na zeleno recikliranje brodova koji više nisu u uporabi. Ekološki prihvatljivo recikliranje podrazumijeva striktno pridržavanje pravila zbrinjavanja kako bi se izbjegli rizici za ljudsko zdravlje, sigurnost i okoliš. Zeleno recikliranje brodova uvedeno je diljem svijeta te podrazumijeva smanjivanje količine otpada uz sprječavanje otpadnih materijala u obalnim dijelovima. Koncept zbrinjavanja temelji se na ponovnoj uporabi vrijednih materijala za druge namjene, kao što su čelik, aluminij i mjed, što utječe na optimalnu iskoristivost dijelova broda. Odgovarajuće recikliranje ugljikovodika pretvara se u naftne proizvode, dok

se primjerice rasvjetna oprema ponovno koristi na drugom plovilu ili na kopnu ovisno o potrebama. Toksičan otpad, s druge strane reciklira se s velikim oprezom u područjima koja ne predstavljaju rizik za okolinu. Zeleni reciklažni centri sa suhim dokovima pravilno hvataju otrovni otpad i odlažu ga na način da ne može istjecati u vodene tokove. Postoji niz „zelenih“ laboratorija za recikliranje brodova s modernom opremom kojom se osigurava stopa uspješnosti zbrinjavanja štetnih materijala za gotovo 99%⁴⁸. Zeleno recikliranje prvotno se provodilo samo u razvijenim zemljama s naprednom tehnologijom, a s vremenom se proširilo i na manje razvijene zemlje, provođenjem seminara i izlaganjem pravilnih metoda kako bi se pobudila svijest o nužnosti uvođenja ovog procesa.

Prema smjernicama određenim od Međunarodne pomorske organizacije, brod mora imati dokument, poznatog kao Zelena putovnica sa svim pojedinostima materijala koji se koriste u izradi plovila, a posebice onima koji su štetni ili toksični. Brodogradilište ju isporučuje tijekom izgradnje, a kasnije se ažurira u skladu s promjenama koje se naprave tijekom radnog vijeka broda. Putovnica kao dokument, važna je za proces recikliranja nakon isteka radnog vijeka na temelju koje se stvara plan recikliranja broda koji se predaje nadležnim tijelima sa svim informacijama za daljnje rukovanje pojedinim dijelovima⁴⁹.

Brodarske kompanije, zajedno sa svjetskim organizacijama osvijestile su nužnost ulaganja i preoblikovanja tradicionalnog načina pomorskog prijevoza u skladu s novom generacijom i promjenama te se nastoje prilagoditi i pozitivno utjecati na siguran i učinkovit tijek pomorske industrije u budućnosti. Samoinicijativnim razvojem, ulaganjem i mijenjanjem poslovanja, kompanije stvaraju bolje okruženje uz zaštitu morske flore i faune te potiču inicijativu ne samo pomorske, već i globalne održivosti. Temelj pomorske održivosti čine digitalizacija i tehnologija, čija primjena se najviše odražava na brodovima, što podrazumijeva potpunu promjenu rada i funkcioniranja unutrašnjosti. Prvi brodovi projektirani prema novim standardima s novom tehnologijom realizirani su u posljednjih dvije godine te se njihov najveći procvat očekuje tek u budućnosti, ali postoji niz projekata koji čekaju realizaciju i formiraju novi tijek gradnje. Napredni sustavi na kojima će se ekološki, zeleni brodovi temeljiti te koje će morati sadržavati kako bi održali status eko-broda bit će navedeni i opisani u nastavku rada.

⁴⁸ Mambra, S.: *Green shipping, Marine environment*, 08.05.2021. [What is Green Ship Recycling? \(marineinsight.com\)](https://www.marineinsight.com) (19.07.2023.)

⁴⁹ Ibidem

4.3.1. Sustav zračnog podmazivanja broda

Sustav zračnog podmazivanja metoda je za smanjenje otpora između trupa broda i morske vode pomoću mjehurića zraka. Raspodjela mjehurića zraka po površini trupa smanjuje otpor koji djeluje na trup broda, stvarajući učinke uštede energije. Mikro-mjehurići promjera 1-3 mm stvaraju jedinice za ispuštanje zraka na dnu trupa. Uz ispravan dizajn trupa broda, očekuje se da će sustav zračnog podmazivanja postići 10-15%⁵⁰ smanjenja emisije CO₂, uz značajne uštede goriva. Prigodan je za sve uvjete na moru, ne ovisi o vremenskim prilikama i nema negativnog utjecaja na rad plovila. Sustav utječe na operativnu fleksibilnost i poboljšava indeks energetske učinkovitosti dizajna, a prikladan je za razne vrste brodova, uključujući LNG brodove, RO-RO brodove, brodove za rasuti teret, kontejnerske brodove, tankere i kruzere (putničke brodove)⁵¹.

4.3.2. Sustav za pročišćavanje skruberom

Sustav za pročišćavanje jedna je od takvih tehnologija koja nudi niske operativne troškove zajedno sa smanjenim operativnim utjecajem na okoliš. Temelji se na otvorenoj petlji korištenjem morske vode za uklanjanje sumporovog oksida iz ispušnih plinova broda. Ispušni plin ulazi u skruber kroz donju stranu ovog tornja za pročišćavanje. Morska voda se zatim ubacuje kroz mlaznice za prskanje na vrhu čistača što omogućuje jednako raspršivanje kroz čistač. Čestice sumpora vežu se za kapljice vode u odgovarajućim uvjetima temperature i procesa. Očišćeni ispušni plin izlazi kroz vrh tornja za pročišćavanje, dok morska voda izlazi preko dna i ispušta se u more. Sustav otvorene petlje u najvećoj mjeri koristi se na brodovima koji prometuju na otvorenom moru.

Sustavi zatvorene petlje koriste se za istu namjenu, ali u lukama i područjima zabrane ispuštanja otpadnih voda u more. Temelji se na principu dodavanja natrijevog oksida u procesnu vodu za neutraliziranje kiselosti. Zagađena voda zatim se odvodi do separatora. Krutine i ulje uklanjaju se iz vode stvarajući mulj koji se pumpa u spremnik mulja na brodu gdje se zbrinjava do mjesta predviđenog za ispuštanje na kopnu.

Hibridni sustavi petlje mogu raditi i u otvorenom i u zatvorenom načinu rada. Procesna voda ili ponovno cirkulira ili se izravno ispušta natrag u more. Prebacivanje između

⁵⁰ Raunek: *How air lubrication system for ships works*, 24.01. 2021.

[How Air Lubrication System for Ships Works? \(marineinsight.com\)](https://www.marineinsight.com/2023/07/08/how-air-lubrication-system-for-ships-works/) (08.07.2023.)

⁵¹Ibidem

otvorenog i zatvorenog načina rada vrši se pomoću daljinski upravljanih ventila. Princip rada jednak je kao kod otvorenih sustava. Koriste se prvenstveno za brodove koji plove na otvorenom moru⁵².

4.3.3. Sustav bez balasta

Sustavi vodenog balasta povećavaju težinu plovila u stanju lakog tereta, poboljšavajući njihovu stabilnost, propulziju, sposobnost manevriranja i smanjujući stres na trup broda tijekom prijevoza. Novi koncept fokusiran je na korištenje balasta kroz promjenu uzgona, a ne dodavanjem težine kako bi se postigao optimalan gaz. Koncept se postiže zamjenom tradicionalnih tankova uzdužnim, strukturalnim balastnim kanalima koji se protežu pod teretnim prostorima ispod balastnog gaza. Kanali su preplavljeni morskom vodom kako bi se smanjio uzgon broda u stanju balasta, čime se brod spušta na balastni gaz. Prirodnom hidrodinamičkom razlikom tlaka između pramčanog i krmenog dijela broda, u ovim kanalima odvija se sporo strujanje, a kao posljedica toga, balastni kanali uvijek su ispunjeni sporo pokretnom morskom vodom što se odražava na ograničavanje širenja neautohtonih vodenih vrsta diljem svijeta.

4.3.4. Brzinske mlaznice

Obično se mlaznice koriste za poboljšanje vučne sile na tegljačima, opskrbnim brodovima, ribarskim brodovima i mnogim drugim brodovima kojima je potrebna velika vučna snaga pri maloj brzini. Brzinske mlaznice daju snagu brodu i obično se koriste u malim opskrbnim brodovima i tegljačima. Korištenjem brzih mlaznica, za razliku od tradicionalnih metoda kao što su Kort mlaznice za napajanje broda, ostvaruje se ušteda goriva za približno 5%⁵³. Smanjenje količine goriva pomaže u očuvanju okoliša jer se izgaranjem goriva oslobađaju štetne kemikalije u zemljinu atmosferu. Brzinske mlaznice proizvode veći potisak zbog hidrodinamičkog oblika. Otpor je 10 puta manji od Kort dizajna, a testovima

⁵² Raunek: *Working of Wartsila open loop scrubber system*, 20.08.2016. [Video: Working of Wartsila Open Loop Scrubber System \(marineinsight.com\)](#) (08.07.2023.)

⁵³ *Rice speed nozzles more efficient than Kort nozzle*, 2018. [Rice Speed Nozzles more efficient than Kort 19a Nozzle \(propellerpages.com\)](#) (09.07.2023.)

je dokazana ušteda goriva od 7%⁵⁴ u odnosu na Kort mlaznice te 23%⁵⁵ manja potrošnja goriva od otvorenog propelera.

4.3.5. Moderni sustav propelera i kormila

Dobro dizajniran sustav propelera i kormila može uštedjeti do približno 4% potrošnje loživog ulja. Takav sustav mogao bi biti moderni CP propeler u kombinaciji s asimetričnim kormilom i takozvanim Costa Bulbom. S novim metodama projektiranja propelera, moderni propeleri postaju sve učinkovitiji. Costa Bulb stvara glatkiju struju od propelera do kormila. S asimetričnim kormilom, rotacijska energija iz propelera iskorištava se učinkovitije u usporedbi s konvencionalnim kormilom. Djeluju na smanjenje razine štetnih emisija, pulseva tlaka, buke i vibracija, operativnih troškova te povećanu učinkovitost pogona. CP propeleri predstavljaju sustav propelera s kontroliranim nagibom za brze brodove i jahte. Koncept osigurava optimalnu kombinaciju brzine, potezne sile, upravljanja i učinkovitosti goriva. Raspored efektnog kormila i konusa propelera dizajniran je tako da dobiva dio gubitka rotacijske energije u kliznoj struji. Kosi tok vode iz propelera stvara pritisak i usisnu stranu na listu kormila. Brtva između kormila i konusa propelera prisiljava balansni tlak u suprotnom smjeru od rotirajućeg protoka vode iz propelera. Time se postiže smanjeni gubitak rotacijske energije. Ova efikasna kormila dio su CP sustava propelera, dizajnirani kao aeroprofil osiguravajući podizanje protoka vode uz proizvodnju potiska prema naprijed, što rezultira minimalnim otporom kormila⁵⁶.

4.3.6. Zaštitni premaz trupa broda

Stanje trupa broda ključni je faktor u odlučivanju o učinkovitosti goriva broda. Ako se na trupu plovila nakupi prljavština, to smanjuje hidrodinamiku plovila. To znači da je potrebno više goriva za kretanje broda kroz vodu, povećavajući emisije CO₂. U provedenoj studiji, procijenjeno je da obraštanje povećava potrošnju goriva i emisije na prosječnom plovilu za oko 15% u razdoblju od 5 godina⁵⁷. Na vrlo velikom plovilu to uzrokuje ispuštanje nekoliko tisuća dodatnih tona CO₂ u atmosferu svake godine. Primjena zaštitnog premaza

⁵⁴ Ibidem

⁵⁵ Ibidem

⁵⁶ Propulsion for the future, 2023. [Servogear | Propulsion Systems Efficiency Beyond Belief](#) (09.07.2023.)

⁵⁷ Hoegh Autoliners: *How a coat of paint makes our vessels more sustainable*, 05.01.2022. [How a coat of paint makes our vessels more sustainable \(hoeghautoliners.com\)](#) (09.07.2023.)

boja protiv obraštanja rezultira glatkim trupom bez ikakvih morskih nakupina, što smanjuje otpor trenja uzrokovan protokom vode. Boje protiv obraštanja smanjuju opterećenje motora i povećavaju učinkovitost goriva, ali ujedno negativno djeluju na morske organizme, stoga je potrebno birati ekološki prihvatljive premaze koji ne štete morskom okolišu. Moderne boje trupa dizajnirane su da spriječe nakupljanje nečistoća na trupu plovila. Najčešće su tri vrste mehanizama, a to su:

1. Boje koje oslobađaju biocide sadrže male količine biocida. To se polako otpušta kako se boja razgrađuje, odbijajući morske organizme od pričvršćivanja za trup.
2. Silikonske boje daju trupu vrlo glatku površinu na kojoj se nečistoće ne mogu zadržati.
3. Silicij-hidrogel boje kombiniraju silicij s posebnom površinom hidrogela koja izgleda poput vode, čineći je u biti nevidljivom za organizme koji onečišćuju.

Trup plovila ostaje gladak, što znači da je za plovidbu potrebno manje goriva uz manju emisiju štetnih plinova.

4.3.7. Sustav povrata topline

Sustav povrata otpadne topline iskorištava toplinu u ispušnom plinu glavnog motora. Ispušni plin sadrži mnogo toplinske energije koja se može pretvoriti u paru koju se tada može koristiti za grijanje brodskih prostorija, prostora za teret i loživog ulja. Para se također može koristiti za proizvodnju energije u turbo generatoru. Ovisno o konfiguraciji, sustav povrata otpadne topline može smanjiti potrošnju goriva za 7 – 14%⁵⁸. Sustavi za povrat otpadne topline obnavljaju toplinsku energiju iz ispušnih plinova i pretvaraju je u električnu energiju, dok se zaostala toplina dalje može koristiti za brodske usluge (kao što su topla voda i para). Sustav se može sastojati od kotla na ispušne plinove (ili u kombinaciji s kotlom na lož ulje), energetske turbine i/ili parne turbine s alternatorom. Redizajniranje rasporeda broda može učinkovito prilagoditi kotlove na brodu kako bi se bolje uklopili u ove sustave. Ponovna uporaba otpadne topline ima veliki potencijal za brodove, ali konfiguracija može varirati ovisno o veličini, broju, upotrebi i učinkovitosti motora na brodu.

⁵⁸ *Waste heat recovery systems*, 2023. [Waste heat recovery systems \(imo.org\)](https://www.imo.org) (09.07.2023.)

Pretpostavlja se da je učinak konstantan, budući da brodovi rade s dovoljno velikim opterećenjem motora kada su u pogonu da energetska/parna turbina radi učinkovito. Korist od ovog sustava može biti dvostruka: u smislu smanjene potrošnje goriva na glavnom motoru opremljenim osovinskim generatorom ili na tradicionalnim pomoćnim motorima uz povećanje učinkovitosti glavnog motora.

4.3.8. Sustav „Sendvič“ ploča

Sustav sendvič ploče (SPS) alternativa je konvencionalnoj konstrukciji ukružene ploče. Sustav sendvič ploča je lagani materijal koji se sastoji od dvije metalne ploče odvojene jezgrom od poliuretanskog elastomera. Ploče, obično izrađene od čelika, spojene su pomoću perimetarskih šipki na rubovima ploče. Jezgra od poliuretanskog elastomera prenosi sile smicanja i savijanja između ploča i raspršuje energiju naprezanja na velikom području, smanjujući koncentracije opterećenja i mogućnost trajnih deformacija. Sustav sendvič ploča eliminira potrebu za sekundarnim ojačanjima, čineći strukturu manje složenom i ravnom. Koncept cjelovite konstrukcije trupa od SPS-a veliki je izazov. Trenutačno nije dostupna temeljita studija o cjelovitoj sendvič strukturi broda, uglavnom zbog nedostupnosti alata za projektiranje ovog koncepta. Međutim, uvođenje pravila klase dovelo je do korištenja sendvič konstrukcija u brodogradnji. Grubo se procjenjuje da mogućnosti smanjenja težine SPS-a u odnosu na konvencionalnu strukturu variraju od 10 do 70%⁵⁹.

SPS je trenutno jedino duroplastično rješenje koje se koristi u pomorskoj industriji. S odobrenim toplim i hladnim metodama ugradnje, SPS je korišten za učinkovito ponovno uspostavljanje donjih i bočnih struktura oplata, paluba, vrhova spremnika i pregrada, te za popravak pukotina plovila. SPS tehnologija ima opsežnu, dokazanu povijest popravaka svih vrsta brodova. SPS popravci su održiviji i smanjuju troškove ugradnjom postojeće korodirane oplata, čime se koristi manje čelika u usporedbi s konvencionalnom obnovom čelika. Uštede su znatno povećane jer je popravak znatno brži od konvencionalnih metoda. Ova tehnologija predstavlja veliki potencijal u procesu recikliranja zelenih brodova budući da značajka SPS uključuje superiorne performanse usluge i smanjeno održavanje tijekom životnog vijeka uz lakše zbrinjavanje završetkom životnog vijeka broda.

⁵⁹ Ibidem

4.3.9. Optimizirani sustav hlađenja

Sustavi hlađenja jedni su od većih potrošača energije na brodu. Sustavi strojeva ugrađeni na brodove dizajnirani su za rad s maksimalnom učinkovitošću i dugim radnim vijekom. Najčešći i najveći gubitak energije iz strojeva je u obliku toplinske energije. Ovaj gubitak toplinske energije treba smanjiti ili odnijeti rashladnim medijem, kao što je središnji sustav rashladne vode, kako bi se izbjegao kvar strojeva. Studije su dokazale da je moguće ostvariti uštedu potrebne energije i do 90%⁶⁰ optimiziranjem sustava i korištenjem pumpi s kontrolom frekvencije. Optimizirani sustav rashladne vode cijevi, hladnjaka i pumpi može rezultirati smanjenim otporom protoka što stvara uštedu električne energije od 20% i manju potrošnju goriva od 1,5%⁶¹. Optimizacijom se postiže brži protok tekućine što rezultira boljom izmjenom topline, a sustav radi sa svježom vodom, čime su održavanje, čišćenje i zamjena dijelova znatno olakšani. Korištenje morske vode minimizira se, čime je manja mogućnost korozije ventila i cijevi što utječe na reduciranje nužnosti skupih materijala za ventile i cjevovode. Strojevi se manje troše održavanjem konstantne razine temperature uz manje trošenje pojedinih dijelova motora.

4.4. POGONSKA RJEŠENJA

Klimatske promjene postaju izazov koji nameće potrebu za pronalaženjem održivih i neutralnih goriva pomorskog sektora kojima će brodovi biti pogonjeni. Tradicionalni pogon brodova, ujedno i najzastupljeniji je dizel gorivo, a koriste se još teško loživo ulje ili brodski plin. Dosadašnji pogoni utječu na ekološko zagađenje proizvodnjom štetnih emisija visokog intenziteta čime je pomorski sektor potaknut za intenzivno istraživanje alternativnih goriva. Regulativne mjere donesene od strane IMO-a usmjerene su na ograničavanje razine sumpora u pomorskom gorivu, što rezultira budućim rješenjima koja su ekološki prihvatljiva i predstavljaju potencijal daljnjeg razvoja. Među predloženim ekološki alternativnim gorivima za brodarstvo, identificirani su LNG, metanol, vodik, amonijak i biogorivo kao rješenja velikog potencijala. Pretpostavlja se razvoj sustava gorivih ćelija za brodove, koji su zasad samo prijedlog za zamjenu glavnih motora te nemaju još svoju primjenu u skoroj

⁶⁰ Caglar, D., Cengiz, D.: *Load optimization of central cooling system pumps of a container ship for the slow steaming conditions to enhance the energy efficiency*, Journal of Cleaner Production, Elsevier ScienceDirect, New York, vol.222, no.1, 2019, p.206-217, online: [Load optimization of central cooling system pumps of a container ship for the slow steaming conditions to enhance the energy efficiency - ScienceDirect](#) (09.07.2023.)

⁶¹ Ibidem

budućnosti. Buduće tržište karakterizira više mogućnosti pogona, a jedan od načina zadovoljenja potrebe dekarbonizacije je upravljanje brodova pomoću električne energije što stvara trend baterijskih i hibridnih propulzijskih plovila. Njihova uloga ograničena je za velika prekomorska putovanja, ali je razvoj na tržištu plovila kraćeg dometa sve popularniji. Globalna broderska industrija doživljava preporod pokretan vjetrom. Metalni cilindri okreću se na palubama brodova, smanjujući opterećenje dizelskih motora i smanjujući potrošnju goriva. Propulzije potpomognute vjetrom uvelike su razvijene, ali zahtijevaju određeni napredak u skladu s modernim plovilima.

4.4.1. LNG i LPG pogoni

Ukapljeni prirodni plin (LNG) rashlađivanjem pretvoren u tekuće stanje, u najvećem postotku čini metan kao ugljikovodik s najnižom razinom ugljika čime se smanjuju razine CO₂. LNG gotovo je bez sumpora, čime ne proizvodi nikakve emisije sumporovog oksida, ali je plin kojeg je potrebno skladištiti u posebnim uvjetima u posebno izoliranim spremnicima. LNG smatra se idealnim prijelaznim gorivom u procesu dekarbonizacije sa smanjenjem emisija sumporovog oksida i čestica za 90%⁶² i smanjenjem natrijevog oksida za 80%⁶³. Uz učinak reduciranja CO₂, postoji mogućnost od proklizavanja metana čime se ostatak neizgorenog goriva izbacuje u ispušnim plinovima što može imati globalni učinak te je potrebno ulagati u dodatnu opremu kako bi se smanjila mogućnost štetnog učinka. Posljednji podaci pokazuju da je dosad oko 550⁶⁴ brodova pogonjeno na LNG uz procjenu znatnog povećanja u sljedećim godinama. U odnosu na druga alternativna goriva, LNG je dosegao najkonkurentniju razinu cijene sirovine koja je ujedno ekološki prihvatljiva za pogon brodova. Iako je LNG dostupan u cijelom svijetu, intenzivno se odvijaju ulaganja kako bi se omogućila veća dostupnost brodovima, posebice na terminalima. Prirodni plin najčišće je fosilno gorivo sa znatno nižim emisijama natrijevog oksida i potpunom eliminacijom sumpora. Brodovi pogonjeni na LNG ispuštaju 25% manje razine ugljičnog dioksida što zadovoljava regulatorne okvire i predstavlja najjednostavniju alternativu pogonskog goriva. S početnim ciljem smanjenja stakleničkih plinova od 40% koji je postavio

⁶² Forsyth, A.: *Decarbonizing shipping*, 25.01.2022., p.16, [Methanol-and-Shipping-Longspur-Research-25-Jan-2022.pdf](#) (11.07.2023.)

⁶³ Ibidem

⁶⁴ Placek, M.: *Number of liquefied natural gas-propelled (LNG) vessels worldwide from 2010 to 2020 with a forecast through 2027, by status*, 01.10.2021. [LNG fleet worldwide by status 2010-2027 | Statista](#) (18.07.2023.)

IMO za 2030.godinu⁶⁵, prijelaz na LNG daje mogućnost pomorskoj industriji lak prelazak i brzo zadovoljenje regulatornih okvira.

LPG je mješavina propana i butana u tekućem obliku. Češće se smatra nusproizvodom rafiniranja nafte, a korištenje kao goriva osigurava 16%⁶⁶ smanjenja emisija CO₂ u usporedbi s tradicionalnim gorivom na jednakoj osnovi. Slično LNG-u, korištenje LPG-a u velikoj mjeri iskorjenjuje emisije sumpora pri izgaranju goriva. LPG se može koristiti u dvotaktnim i četverotaktnim motorima te također u plinskim turbinama. Iako može biti atraktivna alternativa, kao i kod LNG-a u obzir treba uzeti problem klizanja. Njegovo skladištenje odvija se pod tlakom ili u hladnjaku te zahtijeva veće prostorne kapacitete. Trenutno postoji manje izgrađene infrastrukture za LPG nego za LNG.

4.4.2. Metanol

Metanol je prihvaćen kao gorivo koje ima znatne klimatske koristi. Sastavljen od vodika, ugljika i kisika proizveden iz prirodnog plina reformacijom plina s parom za proizvodnju sintetičkog plina te daljnjim pretvaranjem i destilacijom kako bi se dobio tzv. „sivi“ metanol, najčešće se koristi u brodarskoj industriji. Sivi metanol smanjuje utjecaje natrijevog oksida za 80%⁶⁷, čestica za 95%, CO₂ za 20%⁶⁸ u odnosu na loživo ulje. Emisije sumporovog oksida potpuno su eliminirane uz korištenje moderne tehnologije motora. Moguće je proizvesti „plavi“ metanol hvatanjem i skladištenjem CO₂ i prirodnog plina i „zeleni“, obnovljivi metanol dobivenog iz biometanola kroz obnovljivu energiju koji će predstavljati gorivo bez ugljika. Metanol je općenito dostupan u više od 120⁶⁹ luka svijeta te ga koristi preko 20⁷⁰ brodova. Visoko je na ljestvici alternativnih goriva te mu prednost daje skladištenje i transportiranje pomoću postojeće infrastrukture zbog njegova tekućeg stanja. U slučaju doticaja s morskim okolišem, kao bistra i biorazgradiva tekućina brzo se razrjeđuje i ne ostavlja toksične učinke na morske ekosustave. Dostupnost i dokazana tehnologija povećavaju njegovu popularnost za novu izgradnju ili promjenu već postojećih plovila. Može se prenositi s obale na plovila ili s jednog plovila na drugo bez značajnih opasnih

⁶⁵ Ibidem

⁶⁶⁶ Watson Farley&Williams: *Alternative fuels- what does the future hold for shipping?*, 12.05.2021. [Alternative Fuels – What does the future hold for Shipping? - WFW](#) (18.07.2023.)

⁶⁷ Forsyth, A.: *Decarbonizing shipping*, 25.01.2022., p.20, [Methanol-and-Shipping-Longspur-Research-25-Jan-2022.pdf](#) (19.07.2023.)

⁶⁸ Ibidem

⁶⁹ Ibidem

⁷⁰ Ibidem

utjecaja za okolinu, a također je i najjeftinija opcija na mjestu isporuke. Shodno svemu navedenom, smatra se najboljom opcijom današnjice kao alternativnim ekološkim rješenjem pogonskog sustava.

4.4.3. Vodik

Rasprave o vodik i njegovoj održivosti kao čisto gorivo vode ka zaključku da je to netoksičan plin najdugoročnije budućnosti. Smatra se novom tehnologijom s gorivim ćelijama kao rješenje za motore s unutarnjim izgaranjem. Proizvodnja vodika odvija se parnom reformacijom metana u prirodnom plinu ili elektrolizom dijeljenja vode na vodik i kisik uz korištenje obnovljive električne energije pri čemu nastaje tzv. „zeleni“ vodik čime se u potpunosti eliminira CO₂. Na brodovima vodik se može skladištiti kao kriogena tekućina ili komprimirani plin. Njegovim korištenjem s motorima s unutarnjim izgaranjem eliminiraju se svi štetni plinovi osim natrijevog oksida, kao nusprodukta koji je uvijek prisutan u motoru s unutarnjim izgaranjem. Za pogon broda može se realizirati kroz korištenje klipnog motora dizajniranog za pogon na vodik ili pomoću električnog motora s gorivim ćelijama. Najveći izazov predstavlja skladištenje vodika zbog potrebe zamrzavanja na iznimno niskim temperaturama što zahtijeva teške kriogene spremnike koji zauzimaju velik dio prostora. Na globalnoj razini, trenutno ne postoji infrastruktura za skladištenje vodika za brodove prvenstveno zbog iznimno male potražnje i tek nedavnom pojavom na tržištu. Prvi teretni brod na hidrogen pušten je u plovidbu prošle godine, proizveden u Japanu kao dio pilot projekta Opskrbnog lanca vodikovom energijom.

4.4.4. Amonijak

Amonijak je tekuće gorivo nastalo spajanjem dušika i vodika te predstavlja alternativu vodika, sa smanjenjem prostornog problema skladištenja. U osnovi, amonijak je nosač vodika, ali je prikladniji zbog veće energetske gustoće. Može se skladištiti kao tekućina na -33 °C⁷¹ pri atmosferskom tlaku na brodu i u lučkim objektima bez potrebe za kriogenim spremnicima. Iako ne zahtijeva kriogene spremnike, iznimno je zahtjevan za skladištenje zbog svojih toksičnih i korozivnih svojstava čime se stvara potreba sustava za skladištenje izrađenih od nehrđajućeg čelika i teflonskih brtvi. To predstavlja velik izazov i rizik za zdravlje i sigurnost. Emisije natrijevog oksida pri izgaranju amonijaka kao i ispuštanje

⁷¹ Ibidem, p. 19.

amonijaka dovode u pitanje isplativosti trenutne tehnologije motora. Pretpostavlja se daljnji tehnološki napredak sustava za unapređenje funkcionalnosti pogona. Prvi opskrbeni brod na velike udaljenosti pogonjen na amonijak trebao bi biti pušten u plovidbu do kraja 2023.godine kao dio petogodišnjeg projekta kojim se LNG brod Viking Energy uzima kao testni brod s tehnologijama nulte emisije plinova. Realizacija pogona na amonijak očekuje se da će biti dostupna tek nakon 2025.godine⁷². S obzirom na vrlo mali postotak komercijalne potražnje, gotovo ne postoje infrastrukturni objekti za skladištenje ovog goriva, ali se pridaje velika pažnja za buduću realizaciju.

4.4.5. Biogoriva

Biogoriva dobivaju se iz biomase koja se pretvara u plinovita ili tekuća goriva. Postoje različiti procesi i tehnologije za njihovu proizvodnju ovisno o generacijama. Prva generacija biogoriva dobiva se od biljnog ulja i životinjskih masti, druga generacija dobivena je od životinjskog otpada i biljnih tvari, a treća generacija dobivena je iz algi. U pomorskoj industriji, najprikladnija biogoriva su hidro-tretirano biljno ulje i metil ester masne kiseline poznatiji kao biodizel i bio-LNG. Ovisno o kojoj vrsti biogoriva se radi, tako su različite karakteristike i kvalitete, uključujući različite razine smanjenja emisija. Temeljna prednost biogoriva je vrlo niska emisija sumporovog oksida i negativnih čestica. Poboljšanje izgaranja i karakteristika podmazivanja određenih vrsta biogoriva ili njihove mješavine, mogu utjecati na povećanje performansi motora uz bolju potrošnju goriva. Emisije natrijevog oksida pokazuju varijabilne rezultate ovisno o kojoj se točno vrsti biogoriva radi. Karakterizira ih biorazgradivost, čime se u slučaju izlivanja u morski okoliš degradiraju i rasprše čime stvaraju uljni sjaj i toksičnost, ali znatno smanjeno u odnosu na obični dizel. Provedeni testovi pokazuju da se mnoge mješavine biogoriva mogu koristiti bez modifikacija motora ili sustava goriva. Najveći izazov predstavlja korozija sustava zbog kiselosti goriva. Visoke koncentracije biodizela imaju najveći učinak, ali korozivnost može dovesti do kvarenja komponenti od gume, bakra, mesinga, cinka i olova⁷³ što utječe na dijelove sustava goriva. Degeneracija nekih biogoriva utječe na rast bakterija i gljivica, što zahtijeva uklanjanje vode iz spremnika goriva ili dodavanje visokokvalitetnog sustava filtera goriva. Njihovo skladištenje provodi se u suhim i tamnim prostorima uz dodatak aditiva za

⁷² Ibidem

⁷³ American Bureau of Shipping: *Biofuels as marine fuel*, 01.05.2021., p.15, [Biofuels as Marine Fuel \(eagle.org\)](https://www.eagle.org) (23.07.2023.)

usporavanje propadanja. Ako se pravilno skladište, mogu se čuvati do 3 godine. Niske temperature imaju negativan utjecaj na biogoriva stvaranjem efekta zamucenja i gela. Biogorivo smatra se idealnim prijelaznim gorivom, ali dugoročna upotrebljivost u dalekim plovidbama nije vjerojatna, posebice zbog kompleksnosti rukovanja.

4.4.6. Sustav baterija

Uvođenje baterija na brodove predstavlja prekretnicu elektrifikacije u pomorstvu razvojem potpuno električnih brodova. Elektroenergetski sustavi pokretani pomoću baterija lakše se kontroliraju i jednostavnija je optimizacija performansi, sigurnosti i učinkovitosti goriva. Baterijska tehnologija potpuno je uznapredovala te je sve pristupačnija, što stavlja nove mogućnosti na tržištu među kojima se ističu i električni brodovi kao inovacija u pomorstvu, ali trenutno jedino pogodni za brodove na kraćim relacijama. Izvedivost je ograničena zbog potrebitosti veličine sustava baterija ili zbog financijskih ulaganja. Tržište baterijskih sustava pozitivno utječe na dionike u pomorstvu te tako može vlasnicima dati konkurentsku prednost i brodogradilištima stručnost. Stvara se prilika otvaranju novog tržišta proizvodnje opreme, ali za uspješnu integraciju potrebno je riješiti ključne probleme vezanih uz sigurnost, cijenu, instalacije i životni ciklus baterija. Današnje baterije uglavnom se koriste za pomoć pri napajanju kako bi se osigurala energija za kratka putovanja ili brodove u plovidbi blizu naseljenih mjesta. Najnovija evolucija korištenja baterija su Litij-ionske baterije koje nude nekoliko različitih namjena. Mogu se koristiti u slučaju rezervnog napajanja, za održavanje radnog profila broda ili za održavanje sustava dinamičkog pozicioniranja. Neovisno o funkciji, rade u načinu rada bez emisija stakleničkih plinova, omogućujući brodovima ispunjavanje strogih zahtjeva luka i putovanje u ekološki kontrolirana područja. Cijene vodećih litij-ionskih baterija su u padu u odnosu na prethodnih 10 godina, ali poremećaji na tržištu, nestašice i svjetske pandemije i energetske krize dovode u pitanje budući razvoj cijena, kao i dostupnost. Plovila pokretana na baterije su tiha i ekološki prihvatljiva bez ikakvih emisija i prijetnji od izlivanja uz smanjenje troškova održavanja broda. S druge strane, postoji niz rizika koje treba ispitati, a koji se odnose na znatno povećanje težine plovila, punjenje baterijskih sustava na moru je ograničeno kao i njihovo trajanje, sklonost koroziji, posebna osjetljivost Litij-ionskih baterija na toplinski udar, prekomjerno punjenje, pražnjenje, kratki spoj koji mogu rezultirati daljnjim kvarom kojeg je teško dijagnosticirati. Baterijski sustavi tek su se počeli ugrađivati u brodove te se stoga još ispituju i razvijaju. Trend električnih vozila proširuje se i u pomorskoj domeni, ali

zahtjeva veću posvećenost i planiranje uz ograničavajuće elemente. Trenutno u svijetu postoji nešto više od 250 brodova⁷⁴ koji već plove ili su naručeni s ovakvim pogonom. Unatoč potpunoj eliminaciji emisija i znatnih prednosti, budući razvoj je upitan kao i učinkovitost posebice zbog strogih ekoloških zakona koje će ovi sustavi teško trajno zadovoljiti.

Potencijalno rješenje za otklanjanje rizika korištenja isključivo električnog pogona predstavljeno je hibridnim sustavima. Hibridni brodovi koriste najmanje dvije metode propulzije, uglavnom dizel i baterije, za osiguravanje energije za plovidbu i održavanje. Kombiniranjem ovih dviju metoda, plovilima se pruža prednost dizelske snage velikog dometa uz dopunu električne energije, za optimiziraniji rad i nulte emisije. Dizel-električni pogon vrsta je pogonskog sustava gdje se snaga generirana iz glavnog motora jednostavno pretvara u električnu energiju putem generatora i koristi se za pokretanje osovine propelera umjesto izravnog mehaničkog pogona u konvencionalnom dizelskom pogonu. Hibridna snaga posebno je korisna jer daje brodu mogućnost zadržavanja sidra kroz precizno održavanje lokacije ili kretanje preciznom rutom. Sustav propulzije koristi se i kod manipulacija, dizalica, teretne opreme i u područjima istraživanja, bušotina i popravaka⁷⁵.

4.4.7. Gorivne ćelije

Gorivne ćelije stvaraju visoku električnu učinkovitost, niže emisije buke i vibracija u odnosu na konvencionalne motore. Sustav čine same gorivne ćelije koje izravno pretvaraju kemijsku energiju pohranjenu u gorivu, u električnu i toplinsku energiju elektrokemijskom oksidacijom. Pretvorbom se postiže energetska učinkovitost od 60%⁷⁶, ovisno o tipu gorivne ćelije i o korištenom gorivu. Razvojni projekti uz provođenje studija dokazali su tri tehnologije ćelija koje najviše zadovoljavaju pomorsku upotrebu, a to su gorivne ćelije s čvrstim oksidom, nisko-temperaturno gorivo membrane za izmjenu protona ćelija i visoko-temperaturna gorivna ćelija s membranom za izmjenu protona. Sve gorivne ćelije zahtijevaju gorivo bogato vodikom za provođenje kemijskog postupka. Uz uporabu vodika, za pretvorbu ostalih goriva poput metanola ili dizela, koriste se kemijski reaktori za postizanje goriva

⁷⁴ Forsyth, A.: *Decarbonizing shipping*, 25.01.2022., p.13, [Methanol-and-Shipping-Longspur-Research-25-Jan-2022.pdf](#) (24.07.2023.)

⁷⁵ Subhodeep, G.: *What are hybrid ships?*, 06.05.2022. [What Are Hybrid Ships? \(marineinsight.com\)](#) (15.07.2023.)

⁷⁶ DNV-GL Maritime: *Assessment of selected alternative fuels and technologies*, 01.06.2019. [Alt-Fuels_guidance_complete_2019-08_web\(1\).pdf](#) (15.07.2023.)

bogatog vodikom. Posljedično, ovaj sistem smanjuje emisije u zrak. Potrebno je osigurati infrastrukturu koja će ovisiti o dostupnosti održavanja i uslugama popravaka. Komercijalan uporaba uključivati će jamstvo uz tehničku podršku. Procjena infrastrukturnih ulaganja procjenjuje se tek u narednim godinama, ovisno o intenzitetu korištenja ovog pogonskog sustava. Sustavi gorivnih ćelija trenutno su dostupni u malim količinama, što pokazuju podaci da se tek ove godine planiraju u plovidbu pustiti brodovi ovakvog tipa.

4.4.8. Propulzijski pomoćni sustavi

Globalna brodarska industrija bilježi trend propulzijskog pokretanja vjetrom. Pogon potpomognut vjetrom danas se smatra sredstvom za smanjenje potrošnje fosilne energije broda. Naporima za suzbijanje zagađenja i klimatskih promjena, otkrivaju se nove alternativne tehnologije i rješenja posebice za pokretanje brodova čime je pogon vjetrom predstavljen kao neiscrpan izvor energije. Rješenja koja su danas dostupna rezultat su dugoročnog razvoja, a istaknuti su uređaji golemih vučnih zmajeva, okomitih usisnih krila i teleskopskih jarbola. Za iskorištavanje vjetra nije potrebna infrastruktura kao izvor energije. Ovisno o veličini instaliranog pogonskog sustava na vjetar, mogu postojati ograničenja za prolaz ispod mostova te otežavati prekrcajne manipulacije.

Inovativni pogonski sustav za brodove sastoji se od velikog automatiziranog vučnog zmaja te se naziva SkySails sustav. Dizajniran je za značajno smanjenje operativnih troškova uz smanjenje potrošnje goriva za do 35%⁷⁷, a u optimalnim uvjetima vjetra i do 50%⁷⁸. Sustav ima funkciju dodatnog izvora energije uz brodski motor te se sastoji od vučnog zmaja, kontrolnog sustava, sustava za lansiranje i oporavak te sustava usmjeravanja optimiziranog za vjetar⁷⁹. Materijal koji se koristi je sintetički kako bi se osigurala izdržljivost po pitanju kiša i oborina. Tehnologijom se omogućuje dobivanje visine između 100 i 300 metara⁸⁰, na kojoj obično prevladavaju jači vjetrovi. Sustav upravljanja je automatski, sastavljen od upravljačke jedinice i upravljačkog sustava. Zmaj i uža za vuču povezani su kontrolnom konzolom, a senzori prikupljaju podatke za slanje kontrolnih naloga. Sustav lansiranja i oporavka služi za automatsko vraćanje i lansiranje zmaja za tegljenje, kontrolne kapsule i

⁷⁷ *SkySails- Towing Kites For Ships*, 2022. [SkySails – Towing Kites For Ships - TFOT \(thefutureofthings.com\)](https://www.thefutureofthings.com) (16.07.2023.)

⁷⁸ Ibidem

⁷⁹ Ibidem

⁸⁰ Ibidem

užeta za tegljenje. Zmaj je samo u jednoj točki pričvršćen za jarbol što omogućuje visoku sposobnost manevriranja. Sustav za usmjeravanje sastoji se od kalkulatora performansi vremenske prognoze, koji obrađuju podatke za donošenje odluka, koji izračunava optimalne rute ovisno o prioritetima koje je vlasnik broda postavio. Sustav usmjeravanja ima značajku preporuke rute. SkySails poboljšava samu sigurnost broda uz poboljšanje performansi na vodi prigušivanjem valova omogućujući brodu manje sile. Optimiziranim performansama pridonosi se očuvanju broda, što utječe na produženi životni vijek broda. Alternativni je način trenutačnog i brzog rješavanja onečišćenja mora i degeneracije morskog ekosustava.

Okomiti cilindri koji se vrte i razvijaju uzgon pomoću Magnusovog efekta (pojava bočne sile koja djeluje na rotirajuće tijelo u struji fluida) dok vjetar puše preko njih, nazivaju se Flettnerovi rotor. Moraju biti mehanički pokretani za razvijanje snage uzgona i pogona, a manevriranje je ograničeno brzinom i smjerom vjetra. Sila koja se stvara, generirat će potisak. Iako se rotorima znatno smanjuje potrošnja energije broda, nije ih moguće koristiti kao glavni, već samo kao pomoćni pogon. Ovaj potporni propulzijski sustav može se naknadno ugraditi na brodove, ali je potrebno uzeti u obzir ograničenja operativne visine i dovoljno slobodne površine palube. Rotirajući cilindri koji generiraju potisak, uglavnom generiraju sile u horizontalnoj ravnini, bočno i naprijed. Podnožja cilindra moraju biti pravilno podržani zbog velikih naprezanja. Princip se temelji na radu pri bočnim vjetrovima te ovisi o vjetru i brzini plovila. Učinkovitost ovisi o putu i vremenskim uvjetima.

Sustav jedara s krutim krilima dodatan je inovativni koncept na tržištu, a temelji se na korištenju okomito postavljenih, fiksnih i simetričnih aeroporfila za stvaranje aerodinamičkog potiska. Pokrenute su razne inicijative uvođenja na trgovačke brodove, što je rezultiralo dizajniranjem prvog broda za rasuti teret koji je u plovidbu pušten krajem prošle godine za prijevoz ugljena. Sustav je nazvan Wingsail⁸¹ kao vrsta pogonskog sustava potpomognutog vjetrom temeljen na sličnom principu zrakoplova. Izloženost vjetru pod određenim kutom proizvodi uzgon i smanjuje otpor. Podešavanjem ovog kuta, uzgon i otpor mogu se kontrolirati. Glavna prednost sustava je mogućnost sklapanja, čime nema utjecaja na gaz plovila. Otpor je minimalan i nije potrebna snaga za proizvodnju uzgona. Pogonsko pomoćno rješenje smanjit će potrošnju goriva, štetne utjecaje i povećati ekonomske koristi. Pretpostavlja se smanjenje štetnih emisija između 5 i 8%⁸².

⁸¹ Casey, T.: *Cargo Ships Reclaim Wind Power With High Tech Rigid Sails*, 13.12.2021. [Cargo Ships Reclaim Wind Power With High Tech Rigid Sails - CleanTechnica](#) (17.07.2023.)

⁸² Ibidem

4.4.9. Solarni paneli

Trend ugradnje uređaja za pretvaranje sunčeve energije u električnu predstavljaju solarni paneli na brodovima. Solarni paneli na plovilima sastavljeni su od nekoliko panela postavljenih na palubi broda koji čine jedan povezan sustav. Učinkovitost je predstavljena pretvorbom energije svjetlosti koja pada na površinu modula panela u električnu energiju na izlazu. Ovakav sustav koristi se kao dopuna dizelskim generatorima kojima se povećava učinkovitost. Solarne elektrane energiju mogu proizvoditi i na moru i u luci, ali tijekom dnevnog svjetla, čime su paneli podešeni na proizvodnju energije samo za pola radnog vremena. Namijenjeni su svim plovilima koja putuju u područjima sunčeve svjetlost, ali zbog iznimno velike površine koju zauzima njihova izgradnja, dostupni su samo brodovima koji ne ovise o palubnom prostoru. Zbog znatnih okolnih utjecaja u morskom okruženju, paneli moraju biti osigurani i čvrsto postavljeni u odnosu na one postavljene na kopnu. Njihov ekološki aspekt ističe se ponajprije reduciranjem ugljikovog dioksida. Iako su se sustavi panela počeli ugrađivati na brodove desetke godina prije, njihov ekološki utjecaj prepoznat je tek danas te je tehnologija doživjela popularnost razvoja.

Najnovija rješenja usmjerena su na sustav Aquarius MRE⁸³ sačinjenog od kombinacije krutih jedara i panela. Čvrste, pravokutne naprave blago su zakrivljene i mogu se postaviti prema vjetru za stvaranje uzgona, a solarni paneli duž prednje strane broda opskrbljuju opremu i rasvjetu električnom energijom. Patentirano rješenje razvijeno od strane Eco Marine Power dizajnirano je za prevladavanje ograničenja korištenja krutih jedara i solarnih panela na brodovima. Energija vjetra i solarna energija koristit će se kao izvor energije i pogona uz glavne motore broda kako bi se reducirale štetne emisije uz potrošnju goriva. Procijenjena je ušteda od 1000 tona goriva i 3000 tona⁸⁴ CO₂ na teretnim brodovima. Aquarius MRE sadrži tehnološka rješenja i uređaje za optimizaciju i digitalizaciju. Među njima se ističe EnergySail uređaj koji se postavlja automatski pomoću računalnog upravljačkog sustava u funkciji upravljanja i bilježenja podataka. Za povezivanje s ostalom opremom broda, posebice s generatorima i glavnim motorima, uveden je računalni sustav upravljanja i automatizacije-MAS, pomorski računalni sustav. Služi za izračunavanje emisija u zrak, praćenje potrošnje goriva, bilježenje podataka, prikaz alarmnih sustava uz mogućnost povezivanja s nizom rješenja za obnovljivu energiju.

⁸³ *Aquarius MRE*, 10.05.2021. [Aquarius MRE | Eco Marine Power](#) (17.07.2023.)

⁸⁴ *Ibidem*

4.5. TRŽIŠNA POTRAŽNJA ZA EKOLOŠKIM RJEŠENJIMA

Prema podacima objavljenima u siječnju ove godine, ukupan broj brodova s alternativnim gorivima naručenih u protekloj, 2022. godini bio je 275⁸⁵, ne računajući brodove s pogonskim baterijama. LNG brodovi dominiraju na tržištu s ukupno 222 broda⁸⁶, odnosno s 81%⁸⁷ naručenih brodova. Od toga 74% otpada na kontejnerske brodove i prijevoznike automobila i kamiona, dok ostatak otpada na tankere. Pokazalo se da je broj narudžbi brodova na LNG gorivo gotov jednak u odnosu na 2021. godinu, koja je bila rekordna s naručenih 240⁸⁸ brodova s LNG pogonom. Gledajući broj brodova na LNG koji su u pogonu i onih koji su tek naručeni, ukupno čine broj od 876⁸⁹. 104⁹⁰ nova broda na LNG započeli su plovidbu tijekom 2022. godine, što stvara rast od 41% unutar jedriličarske flote. Drugi najpopularniji izbor pri biranju alternativnih brodova bio je metanol, s 35⁹¹ naručenih brodova, čime je ukupan broj brodova s ovim pogonom narastao na 82⁹² broda, od čega su 30 brodova bili kontejnerski. Brodovi s pogonom na vodik na trećem su mjestu, s ukupno 18⁹³ brodova u rasponu od malih, operativnih brodova do velikih brodova za kružna

⁸⁵ *Future Fuels: 275 Alternative Fuel Ships Ordered in 2022*, 04.01.2023. [Future Fuels: 275 Alternative Fuel Ships Ordered In \(worldenergynews.com\)](#) (17.07.2023.)

⁸⁶ Ibidem

⁸⁷ Ibidem

⁸⁸ Ibidem

⁸⁹ Ibidem

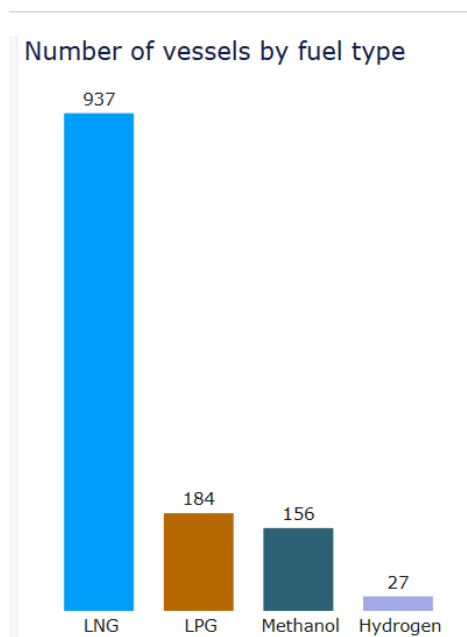
⁹⁰ Ibidem

⁹¹ Ibidem

⁹² Ibidem

⁹³ Ibidem

putovanja koji uglavnom instaliraju gorive ćelije na vodik koje pokrivaju manji dio energetske potražnje za brodove.

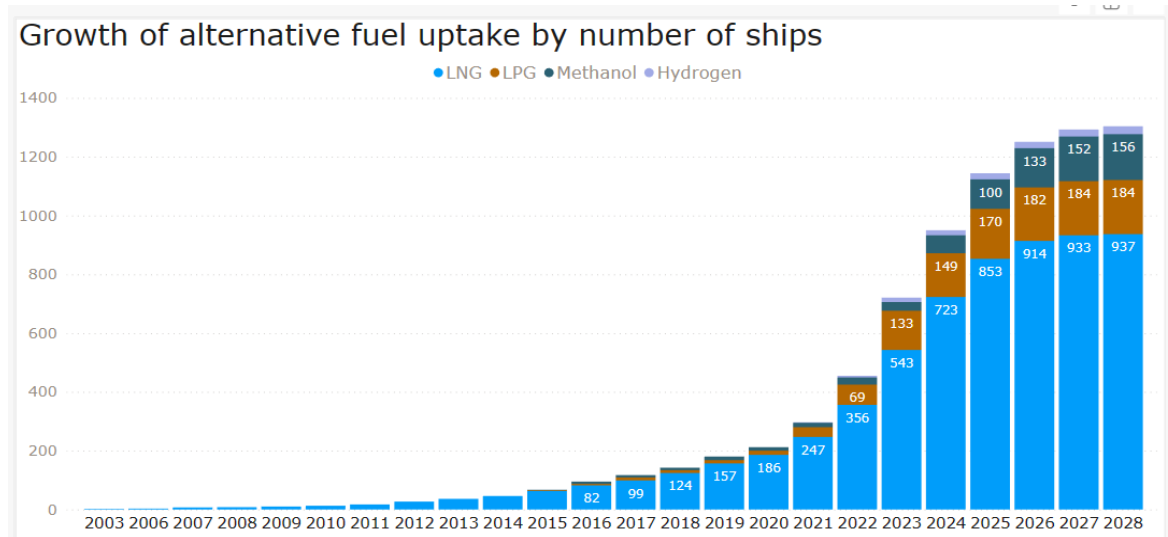


Grafikon 1. Prikaz broja brodova prema najzastupljenijim vrstama alternativnih pogona

Izvor: *Alternative fuels insight*, DNV statistics, [Alternative Fuels Insight \(dnv.com\)](https://www.dnv.com/alternative-fuels-insight), (18.07.2023.)

Unatoč velikoj popularnosti LNG-a u protekloj godini, smatra se da će se tržište u 2023. godini, kao i sljedećim godinama koje dolaze, usmjeriti na hibridna plovila čime se može ostvariti dvojni pogonski sustav. Konkurentne cijene, nestašica potpomognuta inflacijom na globalnoj razini uz ratna događanja, dovodi u pitanje isplativosti i rizika brodarka u ulaganje LNG pogona. Iako su konkretni podaci još nepoznati, pretpostavlja se trend rasta ovogodišnjih novogradnji, uz procjenu porasta propulzija na vjetar i dizajniranja drugačijih tipova brodova s novim digitalnim tehnologijama. Protekla godina obilježena je novim projektima uz konkretno određene razvojne tehnologije koje će svoju primjenu tek ostvariti u budućnosti. Alternativna goriva još su u procesu istraživanja i testiranja, ovisno o veličinama i tipovima brodova, kao i duljini putovanja te se i dalje treba procesuirati koji tip goriva je najbolji za određenu vrstu plovila. Ekološki proces prelaska dugotrajan je i konstantno dolazi do noviteta na tržištu, što određuje nove smjerove razvoja i popularnosti

na tržištu uz pojavu novih alternativa koje mogu naći svoju primjenu. Uz LNG, pretpostavlja se daljnja popularnost dvojnog goriva na metanol, u smislu broja brodova. Njihova realizacija je jeftinija i lakša što se tiče gradnje, a prednosti su prepoznali brojni pomorski dionici čime se njihov razvoj intenzivirao u kratko vrijeme⁹⁴.

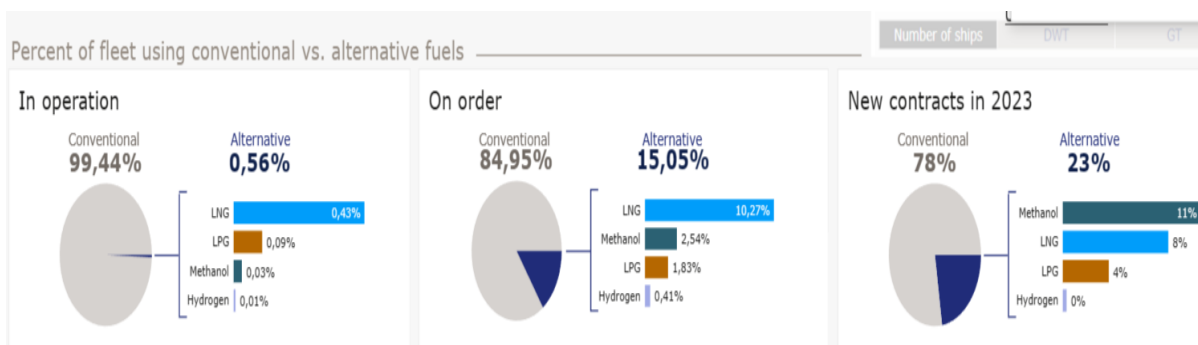


Grafikon 2. Tržišni razvoj brodova s alternativnim gorivima u narednim godinama

Izvor: *Alternative fuels insight*, DNV statistics, [Alternative Fuels Insight \(dnv.com\)](https://www.dnv.com/alternative-fuels-insight) (18.07.2023.)

⁹⁴ *Future Fuels: 275 Alternative Fuel Ships Ordered in 2022*, 04.01.2023. [Future Fuels: 275 Alternative Fuel Ships Ordered In \(worldenergynews.com\)](https://www.worldenergynews.com/future-fuels-275-alternative-fuel-ships-ordered-in/) (17.07.2023.)

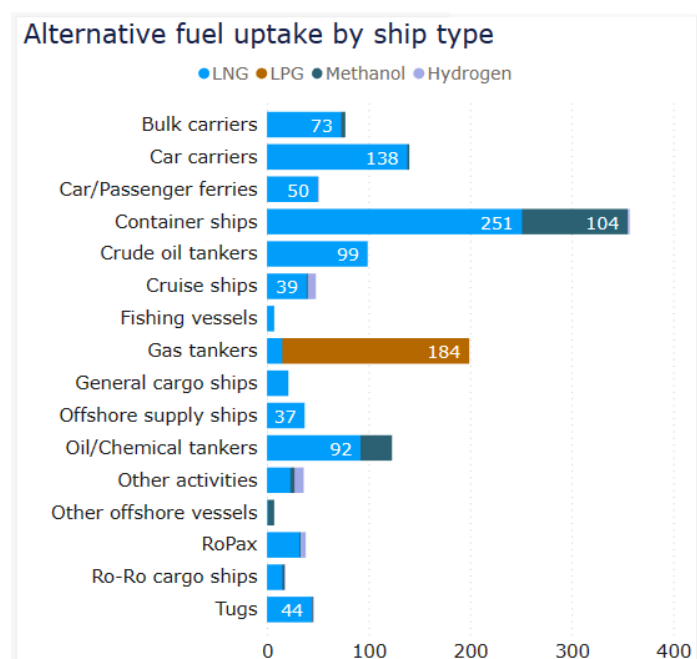
Intenzivna uporaba brodova s alternativnim pogonima tek se planira u budućnosti, a postotak onih koji se koriste je vrlo mali u odnosu na konvencionalne koji su i dalje najbrojniji na tržištu. Narudžbe brodova usmjerene su u najvećoj mjeri na LNG alternativne pogone, ali posebna pažnja usmjerena je na metanol kao glavni ovogodišnji trend prema broju sklopljenih ugovora za buduće projektne realizacije. Iako se može pretpostaviti daljnji trend dominacije LNG-a i popularizacije metanola, tržište je neizvjesno te se trenutno stanje brzo može promijeniti.



Grafikon 3. Usporedba flote brodova konvencionalnih i alternativnih pogona

Izvor: *Alternative fuels insight*, DNV statistics, [Alternative Fuels Insight \(dnv.com\)](https://www.dnv.com/alternative-fuels-insight), (18.07.2023.)

Ovisno o potrebama broda i koristima za daljnje operacije, različite vrste alternativnih goriva uvode se u različite vrste brodova. Svaki pogon nije pogodan niti namijenjen svakoj vrsti broda te je shodno tomu potrebno unaprijed odrediti i procijeniti odlučujuće faktore utjecaja na performanse i učinkovitost broda prema namjeni koju plovilo ima. Alternativni pogoni imaju svrhu poboljšati dosadašnje sustave uz ostvarivanje boljih učinaka, što se pokazalo najdjelotvornije za kontejnerske brodove uvođenjem LNG-a kao pogona, ali i metanola. Gotovo sve vrste brodova usmjerile su svoju gradnju prema LNG sustavima, dok se kod plinskih tankera istaknuo LPG. Tehnologijom na vodik, iako u malom postotku, istaknuli su se brodovi za kružna putovanja. Iz navedenog prikaza vidi se detaljan prikaz prema vrstama brodova, čime se da zaključiti da najveća ulaganja poduzimaju kontejnerski brodovi i prijevoznici automobila, a mala plovidbena vozila također se uključuju u trend ekološke osviještenosti uz uvođenje novih goriva.



Grafikon 4. Usporedba prema vrstama brodova

Izvor: [Alternative Fuels Insight \(dnv.com\)](https://www.dnv.com/alternative-fuels-insight), (18.07.2023.)

4.6. DIGITALNA RJEŠENJA

Pomorska industrija prihvatila je digitalnu transformaciju koja se ne odnosi samo na korištenje naprednih tehnologija, već i na promjenu poslovanja, načina razmišljanja i učinkovitosti procesa. Proces objedinjuje ljude, alate i procese u cjelini koje je potrebno uskladiti i uravnotežiti kako bi se digitalna rješenja implementirala. Digitalizacija u pomorstvu tek je započela sa svojom primjenom, ali će dovesti znatne promjene u ovom sektoru podrazumijevajući prilagodbe i mijenjanje dosadašnjeg načina odvijanja aktivnosti. Digitalna rješenja utječu na stvaranje konkurentnosti i poboljšanja operativne učinkovitosti, a njihov razvoj potaknut je prvenstveno s ciljem dekarbonizacije za ostvarivanje ekološke zaštite uz nulte emisije, kao glavnog motiva koji vodi ka boljoj pomorskoj budućnosti. Tokovi podataka iz senzora i drugih izvora informacija mogu se koristiti za donošenje odluka uz poboljšano praćenje, kontrolu, osiguranje kvalitete te samu provjeru. Za pokretanje učinkovitih, održivih operacija, pomorski dionici moraju promijeniti svoje dosadašnje strategije u novom pravcu digitalnog doba. Procesi koji su podrazumijevali velik broj dokumenata u pisanom obliku uz potvrde, vozarine, teretnice i ostale bitne papire, bit će zamijenjeni jednostavnim rješenjima za brze i sigurne protokole uz ulaganje manje vremena na obuke osoblja i manju mogućnost pogrešaka što izravno utječe i na financijske uštede. Digitalne strategije zamijenit će korištenje papirnatih metoda, što će rezultirati sigurnim, održivim operacijama uz brže i učinkovitije odvijanje procesa, te će shodno tome ukratko biti opisane u nastavku.

4.6.1. IoT

Internet stvari (IoT) donosi revoluciju u pomorskoj industriji. Pametno povezana plovila koriste prednosti IoT-a na različite načine, od smanjenja troškova skaliranjem vremena održavanja do smanjenja potrošnje goriva. Logističke prednosti prihvaćanja IoT tehnologije su značajne, sa sensorima koji mogu detektirati temperaturu robe poput one koja zahtijeva posebne uvjete otpreme. IoT nudi niz rješenja koja se koriste za olakšavanje prekomorskih procesa među kojima se ističu praćenje u stvarnom vremenu, analitički podaci i 5G mreža na otvorenom moru.

Praćenje podataka unutar transportnih kontejnera omogućilo je veći stupanj kontrole nad robom koja se prevozi. Sustav koji djeluje kao upozorenje protiv svega, potencijalno će spriječiti curenje, kvarenje, gubitak ili krađu. Osigurava se maksimalna sigurnost tereta

praćenjem u stvarnom vremenu što može smanjiti niz rizika, kao što su požar ili poplava. Digitalni sustavi imaju ulogu praćenja GPS položaja, statusa alarma za kaljužu i napona baterije uz alarme za dim i uljeze što dugotrajno povećava učinkovitost, jednostavnost i uštedu troškova ranim otkrivanjem problema.

Metodom analize određuju se ishodi optimizacije određenog broda. Moguće je na temelju konstrukcijskih karakteristika i nedostataka broda, primjerice u veličini, procijeniti buduće stanje poslovanja kako bi se ostvarile uštede uz dodatan profit. IoT analitika služi za određivanje ishoda optimizacije određenog broda.

Ugradnjom pametnih senzora uz uporabu povezanih IoT uređaja, prijenos informacija s broda na obalu bit će jednostavniji, a rad flote i samog broda bit će poboljšan. Povezani IoT ubrzat će prikupljanje kritičnih podataka koji uz korištenje analitike služe za dobivanje korisnih uvida, za bolje odvijanje procesa. Tehnologija pomoću senzora odnosi se na pružanje informacija u stvarnom vremenu o plovilima bez nužnog odlaženja na udaljene lokacije. Ugrađeni senzori pratit će stanje broda, što će olakšati proces održavanja i servisiranja pružanjem obavijesti o potrebama broda. Rezultati će biti vidljivi kroz optimizaciju održavanja, smanjenje troškova servisa, bolje planiranje ruta, rukovanja teretom te smanjenom potrošnjom goriva.

Razvoj autonomnih vozila pokretana IoT-om planiraju se u skorašnjoj budućnosti sa širokom primjenom. Autonomnim plovilima bez posade smanjit će se troškovi obuke i poteškoće uzrokovane ljudskim radom. Sljedeća generacija modularnih kontrolnih sustava i komunikacijske tehnologije omogućit će bežični nadzor i kontrolne funkcije na brodu i izvan njega. To će uključivati napredne sustave za podršku odlučivanju kako bi se omogućilo upravljanje brodovima na daljinu pod potpuno ili polu- autonomnom kontrolom. Na taj način određene su dvije temeljne alternative, a to su:

1. Udaljeni brod kojim se temeljne funkcije upravljanja brodom obavljaju mehanizmima za daljinsko upravljanje od strane operatera s obale.
2. Automatizirani brod s naprednim sustavom za podršku odlučivanju na brodu pomoću kojeg se sve operativne odluke donose bez intervencije ljudskog faktora.

Udaljeni i autonomni brodovi promijenit će funkcije pomorske industrije eliminiranjem ovisnosti o ručnim resursima i poboljšanjem troškovne učinkovitosti, točnosti i brzine.

Digitalno povezani opskrbni lanac s End-to-end logistikom uz upravljanje lukama, olakšat će komunikaciju s terminalima, postajama i tvrtkama što brodskim kompanijama stvara optimizirane i učinkovite strukturne troškove uz neometano kretanje tereta⁹⁵.

Iako su ova digitalna rješenja usmjerena na prenošenje informacija za pojednostavljenje procesa, za njihovu realizaciju trebat će duži period kako bi se implementirala i usvojila na pravi način s pravilnom primjenom te su tehnologije ovakvog tipa tek u nastajanju kako bi stvorili povezani digitalni ekosustav uz eliminiranje ručnih pogrešaka, smanjujući pritom rizike i neučinkovitost u pomorskoj industriji.

4.6.2. Umjetna inteligencija (AI)

Za poboljšanje analize podataka i donošenje ispravnih odluka koristit će se umjetna inteligencija uz strojno učenje. Uvođenjem umjetne inteligencije mogli bi se smanjiti troškovi zbog loših odluka koje rezultiraju negativnim posljedicama. Kompanije koje su je implementirale, manje vremena ulažu u poslove unošenja podataka. Informacije su konstantno dostupne te ih je vrlo lako naći. Pristupom informacija u stvarnom vremenu povećava se uspjeh poslovanja uz lakše predviđanja slijeda daljnjeg razvoja, što pridonosi učinkovitosti održavanja plovila, planiranja putovanja i poslovnih procesa. Dijagnostika i predviđanje, najveću korist predstavljat će posadi i zapovjednicima za praćenje kretanja, predviđanje manevara i određivanje položaja plovila.

4.6.3. Blockchain tehnologija

Uporabom Blockchain tehnologije osigurat će se sigurni transakcijski prijenosi bez papirnatih dokumenata uz koje se vežu kašnjenja, prijave i pogreške. Pomoću Blockchain-a koji se temelji na bazama podataka povezanih u jednosmjerni lanac, transakcije koje se prenose bit će zaštićene i sigurne. Ubrzanim poslovanjem uz efikasnost i točnost, omogućit će se povezivanje kompanija diljem svijeta. Pojedine kompanije u svoje poslovanje već su uvele ovakav način digitalnog poslovanja.

⁹⁵ Vasudevan, S.: *Digitalization in the Shipping & Maritime Industry*, 25.08.2021. [Digitalization in the Shipping and Maritime Industry \(experionglobal.com\)](https://www.experionglobal.com) 20.07.2023.

Uvođenjem pametnih, digitalnih sustava, povećava se mogućnost kibernetičkih napada koji se mogu proširiti cijelim opskrbnim lancem i utjecati na niz dionika. Kako bi se to spriječilo, kompanije, luke i terminali počinju ulagati u kibernetičku sigurnost.

Globalni opskrbni lanac, terminali i morske luke međusobno su povezane infrastrukture i najviše su podložne kibernetičkim napadima. Cyber-napad na jedan terminal može se proširiti cijelim opskrbnim lancem i utjecati na mnoge druge igrače. Što je veći broj povezanih uređaja, senzora, sustava i agenata u pametnim priključcima, veći su kibernetički rizici. Stoga su pomorske tvrtke, terminali i luke počeli snažno ulagati u kibernetičku sigurnost. Razvijena su softverska rješenja za zaštitu informacija, česta ažuriranja, lozinke i protokole dijeljenja podataka, a svijest o promicanju kibernetičke sigurnost podržava i IMO organizacija koja je odredila temeljne aspekte zaštite⁹⁶.

4.7. EKOLOŠKI POMORSKI KORIDOR

Za brzu implementaciju klimatski neutralnih rješenja predstavljena je ideja zelenih koridora kao ekološka poveznica smanjenih emisija uz nultu stopu ugljika. Zeleni pomorski koridori nalaze se između najmanje dva glavna lučka čvorišta u kojima plove brodovi s nultom stopom ugljika uz niz aktivnosti s ciljem ekološke zaštite. Zeleni koridori mogu djelovati kao posebne gospodarske zone na moru. Imaju povoljne uvjete u smislu proizvodnje goriva, brodskih operacija, politike i regulatornog okruženja, ulaganja i potražnje vlasnika tereta. Ti se uvjeti mogu koristiti kao poluga za ubrzano djelovanje, kako bi se omogućilo stvaranje poticajnog ekosustava s ciljanim regulatornim mjerama, financijskim poticajima i sigurnosnim propisima. Zeleni koridori mogu pomoći katalizirati ubranu dekarbonizaciju stvarajući efekte valova koji će preobraziti industriju i smanjiti emisije brodova i na drugim koridorima.

Pilot program prvog zelenog morskog koridora na svijetu, predstavljen je prošle godine kao dio partnerskog dogovora između luka Los Angeles i Shanghai uz potporu C40 mreže, kao dio zajedničkog razvoja gradova, luka, brodarskih tvrtki i mreže vlasnika tereta. Predstavljajući jednu od najprometnijih svjetskih kontejnerskih ruta, radić će se s vodećim industrijskim partnerima uključujući najveće brodarske kompanije kako bi se ostvarila dekarbonizacija kretanja robe između ovih dviju najvećih luka Sjedinjenih Država i Kine. Zajedničkim djelovanjem razvile su plan za provedbu ovog koridora koji sadrži temeljne

⁹⁶ Ibidem

rezultate, prekretnice i uloge za partnerstvo. Ključni ciljevi realiziranja koridora uključuju uvođenje brodova niske i nulte emisije ugljika, najbolje prakse njihovog upravljanja tijekom plovidbe koridorom te minimiziranje onečišćenja. Razvit će se okvir za praćenje smanjenja emisija i napretka prema postizanju kratkoročnih i dugoročnih ciljeva. Veličina koridora iskoristit će se za zagovaranje tehnološkog napretka, razvoja infrastrukture i dostupnosti goriva kao odgovor na klimatske promjene. Shanghai Green Sea Corridor važna je industrijska prekretnica kao katalizator promjena na globalnoj razini⁹⁷.

4.8. IZAZOVI RAZVOJA EKOLOŠKI ODRŽIVOG POMORSTVA

Težnja za ekološki održivom budućnošću nosi sa sobom niz izazova koje mogu osporiti daljnji rast predstavljajući prepreke za pomorski sektor. Iako je implementacija tehnologije nužna i očekivana, proces prelaska na potpuno nov način odvijanja aktivnosti je dugotrajan i zahtijeva učinkovitu primjenu kako bi se odvijao na pravi način. To stvara problem tržišne konkurencije, jer će manje pomorske tvrtke teško opstati ako ne ulažu u nove poslovne procese i ne prilagode se većini, što je teško ostvariti zbog iznimno visokih financijskih izdataka. Modernizacijom i digitalizacijom, dolazi do nužnih obuka posade što može biti izazovno i kompleksno te će zahtijevati duži vremenski period. Digitalizacija sa sobom nosi i negativne posljedice, a to je u najvećoj mjeri sigurnost. Internetska razmjena podataka brža je i jednostavnija, ali predstavlja veći rizik sigurnog prijenosa i izloženosti cyber napadima. Konkretno, cyber prijetnje u industrijama, uključujući pomorstvo, dobile su veću pozornost kao problem u protekloj godini. Pomorski kibernetički rizik odnosi se na mjeru u kojoj bi tehnološka imovina mogla biti ugrožena potencijalnom okolnošću ili događajem, koji može rezultirati operativnim, sigurnosnim kvarovima povezanim s brodarstvom kao posljedicom oštećenja, gubitka ili ugroženosti informacija ili sustava. Pojedini sigurnosni softveri i sigurnosni virtualni zidovi koji služe kao obrana od virtualnih napada zasad su rijetkost te se najčešće dodatno plaćaju i nisu namijenjeni svakom poslovanju.

⁹⁷ *Port of Los Angeles, Port of Shanghai, and C40 Cities announce partnership to create world's first transpacific green shipping corridor between ports in the United States and China*, 28.01.2022. [Port of Los Angeles, Port of Shanghai, and C40 Cities announce partnership to create world's first transpacific green shipping corridor between ports in the United States and China - C40 Cities \(01.08.2023.\)](#)

S ciljem poticanja ekološke uključenosti, dolazi do pretjerane regulacije i formiranja politika kojima se brodarske kompanije teško prilagođavaju ili traže potpunu promjenu određenih aspekata koje kompanije ne mogu realizirati ili zahtijevaju visoke financijske izdatke. Organizacija kao što je IMO, u posljednjih nekoliko godina intenzivno mijenja regulative i donosi nova pravila u cilju zaštite okoliša što određuje uvođenje održivih rješenja koja dosad nisu bila u uporabi, što izaziva sumnju dionika u funkcioniranje i učinkovitost uz znatna ulaganja. Mijenjanje i donošenje novih pravila i zahtjeva, kao što je odredba uvođenja sustava bez balasta za brodove, stvara kompanijama dodatne troškove i zakonodavne izazove.

Najveći izazov koji se povezuje sa svakom težnjom usvajanja ekoloških mjera su cijene, odnosno troškovi. Nova tehnologija bazirana na pojednostavljenju procesa i održivim materijalima, iziskuje veće novčane iznose koje si kompanije teško mogu priuštiti. Tu se stvara potreba državnih ili međunarodnih poticaja. Digitalizacija uz autonomnost zahvaljujući svojim naprednim sustavima nudi kvalitetu i trajnost, uz visoke cijene. Softverska rješenja uz pametne sustave nude laku primjenu, ali i troškove implementacije. Trend uvođenja alternativnih goriva stvara poremećaje na tržištu cijena zbog čega veća potreba rezultira većim cijenama. Osim ulaganja u brodske tehnologije, potrebno je ulagati i u kopnenu infrastrukturu za proizvodnju i distribuciju. Najveća ulaganja predviđaju se za sustave amonijaka i metanola, što može biti prepreka uvođenja takvih alternativa. Ulaganja u brodove su velika, ali neće nadmašiti financijske izdatke kopnene infrastrukture. Proces dekarbonizacije do 2050. godine zahtijevat će oko 2,5 puta više ugljično neutralnog goriva i kapitala za ulaganja na kopnu. Prosječni godišnji troškovi infrastrukture za gorivo kreću se u rasponu od 28 do 90⁹⁸ milijardi američkih dolara za dekarbonizaciju do 2050. godine⁹⁹. Godišnji troškovi goriva za brod mogli bi se tako povećati i do 80%¹⁰⁰ u odnosu na danas.

Prema procjenama za 2050. godinu¹⁰¹ najviše se ističu vodik (LH2), ekološko plinsko ulje (e-MGO) i bio-MGO, kao karbonski neutralno plinsko ulje. Predvodnici su u cijenama koje bi se mogle kretati u rasponu između 50 i 55 USD/GJ¹⁰² (gigadžula). Zatim slijede alternativni LNG, metanol, e- vodik i amonijak, koji će predvoditi s cijenama, ali neće biti

⁹⁸ DNV: *Maritime forecast to 2050, Energy transition outlook 2022*, 2022. [DNV_Maritime_Forecast_2050_2022-final \(1\).pdf](#) (21.07.2023.)

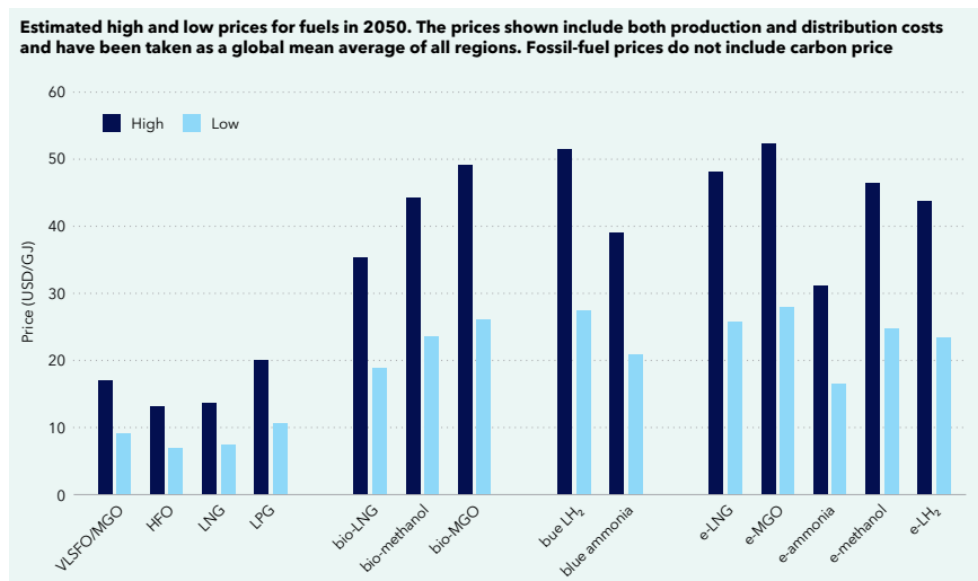
⁹⁹ Ibidem

¹⁰⁰ Ibidem

¹⁰¹ Ibidem

¹⁰² Ibidem

najskuplji. S najmanjim tržišnim cijenama istaknut će se goriva kao što su LNG, LPG, teško loživo ulje (HFO), loživo ulje s niskim sadržajem sumpora (VLSFO) i plinsko ulje (MGO). Među prihvaćenim alternativama koje imaju pun potencijal budućeg korištenja, s najnižom cijenom istaknuo se e-amonijak. Navedene informacije nisu konkretne i ne mogu biti buduće mjerilo odvijanja tijekom razvoja, ali mogu dati uvid u tijek procesa održivog pomorskog razvoja sa svrhom procjene koja alternativa je najpogodnija.



Grafikon 5. Prikaz cijena alternativnih goriva za 2050.godinu

Izvor: [DNV Maritime Forecast 2050 2022-final.pdf](#) (21.07.2023.)

5. RAZVOJ EKOLOŠKI ODRŽIVIH LUKA

Održiv razvoj luka ima ekološki i ekonomski aspekt ne samo vladinog upravljanja lukama, već i dionika i operatera terminala. Potrebno je uskladiti funkcije luke s ciljevima održivog razvoja na međunarodne luke i one u domaćem prijevozu uz povoljan nacionalni, gospodarski i društveni razvoj. Luke su glavna čvorišta prekomorskog prijevoza čime izravno utječu na emitiranje ugljikovog dioksida i drugih zagađivača. Pretovarni procesi uz manipulacije i opremu stvaraju nepovoljne okolišne uvjete koji se u najvećoj mjeri odražavaju na morsko okruženje, što nameće razvoj ekološki prihvatljivih politika u lukama kao dio hitnih političkih agendi. Lučki kapaciteti glavna su zapreka pri odvijanju međunarodne trgovine, zbog čega vlade i organizacije nastoje otkloniti ograničenja vezana uz razvojne potencijale luka. U većini slučajeva, lučki prostor je u vlasništvu države, čime je lakše ostvariti politike zbog gospodarskih koristi istaknute prvenstveno na nacionalnog i regionalnoj razini. Manjkom financijskih sredstava, države su potpomognute fondovima i organizacijama koje vide potencijal i korist od ulaganja u unapređenje određenog lučkog prostora. Pojedine luke daju se u privatizaciju ili koncesiju čime određene kompanije i privatne osobe samoinicijativno ulažu u razvoj luka s ciljem osobnog profita i daljnjeg iskorištavanja luka u vlastite svrhe što izravno utječe i na profit države. Ulaganjem u luke, povećava se njihova učinkovitost te izravno dolazi do jačanja tržišne konkurencije. Konkurencija u broderskoj industriji ima utjecaj na razvoj luka kao dio pomorske industrije koja vrši pritisak i zahtijeva stvaranje luka koje će prihvatiti sve veća i tehnološki napredna plovila koja zahtijevaju drugačija postrojenja i infrastrukturu¹⁰³.

Održive luke podrazumijevaju novu lučku infrastrukturu s ciljem postizanja bolje kvalitete usluge, poboljšane učinkovitosti poslovnih procesa i poboljšanja alokacija javne potrošnje.

Globalna izvedba luka neuravnotežena je zbog različitog stupnja ekonomskog razvoja zemalja. Pojedine regije dominiraju s visokom razinom tehnološkog i operativnog razvoja luka, kao vodeće u svijetu, dok pojedine ne sudjeluju ni u trgovinskoj razmjeni zbog nedovoljne razvijenosti. Neravnomjerni razvoj pojedine regije nepovoljno utječe na cjelokupni lučki sustav određene regije, stoga je potrebno uspostaviti strategije provedbe na

¹⁰³ United Nations: *Sustainable port development and improving port productivity in ESCAP members countries*, 01.02.2020. [ESCAP-2020-PB-Sustainable-port-development-improving-port-productivity-ESCAP-members-countries.pdf](#) (24.07.2023.)

sustav u cjelini. Postoje odredbe strukture nabave koja nalaže temelje za osiguravanjem kapaciteta luke i njezine optimizirane vrijednosti. Suradnje i koordinacije ključne su zbog određivanja rješenja koja će biti prilagođena u skladu s lokalnim uvjetima.

Kao dio svjetskih razvojnih ciljeva UN-a, luke trebaju usvojiti strategije održivog rasta kako bi se zaštitile od klimatskih promjena uz ostvarenje zelenih, održivih luka budućnosti. Provedba strategija zahtijeva nabavu intenzivnih investicijskih resursa uz tehničku potporu zemljama u razvoju uz provedbene mjere kojima će se ojačati njihove sposobnosti. Program održivosti svjetskih luka koji podržava provedbu ciljeva održivog razvoja (SDGs), ima za cilj pokazati globalno vodstvo luka u doprinosu ciljevima održivog razvoja Ujedinjenih Naroda. Program želi osnažiti aktere lučke zajednice širom svijeta kako bi se uključili u poslovne, vladine i društvene dionike u stvaranju održive dodane vrijednosti za lokalne zajednice i šire regije u kojima su njihove luke ugrađene. Program je usmjeren na šest glavnih ciljeva koji se odnose na digitalizaciju, infrastrukturu, zdravstvenu zaštitu i sigurnost, okolišnu brigu, izgradnju nadgradnje te klimu i energiju. Sve aktivnosti vezane su uz poboljšanje funkcija luka za ostvarenje njihove konkurentnosti i efikasnosti¹⁰⁴.

Ključni aspekti održivog razvoja su stvaranje i načini provođenja inicijativa za upravljanje okolišem uz uključenost lučkog sektora. Plan na kojem će se temeljiti aktivnosti treba biti održiv i usklađen sa zakonodavnim mjerama uz učinkovito upravljanje okolišem kao bitnog elementa. Povećanim pritiscima ekološkog aspekta zaštite, uvode se zelene inicijative usmjerene na smanjenje emisija na prostorima luka i terminala, koje su luke danas počele usvajati. Zelene akcije također imaju negativan učinak koji se najviše odražava na financijske tokove. Ulaganja su iznimno skupa i zahtijevaju nova tehnološki napredna i digitalna rješenja koja treba implementirati u lučko poslovanje. Upravo iz tih razloga, zeleni plan razvoja luka zasad usvajaju razvijene svjetske sile s dominacijom na Azijskom kontinentu, a procjenjuje se trend razvoja diljem svijeta kao rezultat isticanja konkurentnog statusa na globalnom tržištu.

¹⁰⁴ United Nations: *World ports sustainability program*, 14.03.2023. [IAPH-WPSP-Declaration-.docx \(live.com\)](#) (24.07.2023.)

5.1. KONCEPT ODRŽIVE, ZELENE LUKE

Težnja za održivim razvojem društveno je pitanje koje obuhvaća međunarodno i nacionalno pravo, urbano planiranje i promet, lokalne i individualne stilove života te etičku potrošnju. Kao poveznica između mora i kopna, luke pružaju važne usluge za globalno kretanje robe i putnika. Suočene s prijetnjama klimatskih promjena, porasta razine mora i sve učestalijim vremenskim nepogodama uz promjene zahtjeva pomorske industrije, važno je usvojiti ekološka rješenja za reduciranje ovih prijetnji i izazova. Održiva luka budućnosti koncept je koji ne uzima u obzir samo ekonomsku, već i ekološku i društvenu dimenziju¹⁰⁵. Koncept na kojima će se razvoj luka temeljiti podrazumijeva integraciju ekološki prihvatljivih metoda za lučke aktivnosti, operacije i upravljanje. Na taj način, svaka investicija generira najmanje moguće utjecaje, pomažući u poboljšanju kvalitete zraka, vode i mjera kontrole za gospodarenje otpadom.

Luke budućnosti posvećene su okolišu i jamče prosperitet sadašnjih i budućih generacija. U tu svrhu, održivi razvoj bit će temelj za razvojne strategije i planove izvan „sustava i politika“. Ovo bi mogao biti najvažniji korak kako bi luke postigle održivije poslovanje i postavile temelje za daljnji rast. Plan održivosti luka konceptualiziran je u pet ključnih faza, a to su: pametne luke, zaštita okoliša, ljudski faktor, planiranje svijetle budućnosti, lučke zajednice¹⁰⁶.

¹⁰⁵ *The port of the future in Europe: Energy efficient and environmentally sustainable*, 24.07.2018.

The Port of the Future in Europe: Energy-efficient and environmentally sustainable - Docks The Future (26.07.2023.)

¹⁰⁶ *Ibidem*



Slika 2. Faze održivog razvoja luka

Izvor: The Port of the Future in Europe: Energy-efficient and environmentally sustainable - Docks The Future (25.07.2023.)

Planovi usmjereni k održivosti trebali bi biti dinamični i stoga se trebaju revidirati svake godine kako bi se osigurala usklađenost s industrijskim trendovima i novim tehnologijama. Mjere za ograničavanje poduzimanja akcija odnose se na provedbu politika i regulatornih okvira u lukama za smanjenje emisija onečišćujućih tvari, ozelenjavanje lučkog i urbanog krajobraza te integraciju luka u urbano područje, uključujući drveće koje apsorbira buku i onečišćenje zraka, korištenje obnovljivih izvora energije u lučkim poslovima i aktivnostima, prijelaz luke s linearnog gospodarstva na kružno kako bi se redefinirali proizvodi i usluge za odlaganje otpada na način da se minimaliziraju negativni utjecaji. Uspostavljaju se sustavi upravljanja energijom (EMS)¹⁰⁷ i sustavi upravljanja okolišem za poboljšanje ekološkog profila luke i povećanje energetske učinkovitosti. Lučki sustavi razvijaju se kroz inicijativu zelenog rasta uz uspostavu ekološkog planiranja čime se stvara inicijativa „zelenih“ luka kao sinonima održivosti. Procesi i djelatnosti unutar sustava nastoje se digitalizirati i automatizirati kroz aspekt tehnološkog razvoja.

¹⁰⁷ Ibidem

Pristup konceptu luke budućnosti zahtijeva nove inicijative, inovacije i rješenja koja prate trenutne izazove luka. Bitnu ulogu za njihovu realizaciju imaju dionici s izravnim ili neizravnim utjecajem bilo da se radi o vladinim organizacijama ili sveučilišnim i istraživačkim institucijama koje imaju ključnu ulogu pri osnivanju strategija i stvaranju konkretnih rješenja u skladu s trenutnim izazovima luka.

Prakse koje se primjenjuju za inicijativu zelenih luka podržavaju pristup plavoj ekonomiji za rješavanje utjecaja luka, upravljanje lučkom mrežom s javno-privatnim partnerstvima, integraciju planova razvoja gradskih luka, sinkronizaciju sporazuma o lukama u zaleđu radi optimizacije i operativne učinkovitosti te korištenje bunker goriva s niskim stopama u lukama (LNG inicijative).

Posebnu pozornost uz razvoj projekata za ekološku budućnost luka pridaje Europska Unija. Europska organizacija za pomorski promet (ESPO) uz inicijativu EcoPorts redovito prati ključne prioritete europskih lučkih vlasti¹⁰⁸. Identificiranje ekoloških pitanja visokog prioriteta u EU može pomoći u postavljanju okvira za smjernice i inicijative održive budućnosti. U Eu lukama i direktivama, koncepti održivosti i ozelenjavanje definirani su kao međuovisni te se međusobno nadopunjavaju. Europske luke ključne su za gospodarstvo jer djeluju kao pristupnici koji povezuju prometne koridore s ostatkom svijeta. Gotovo 74%¹⁰⁹ robe koja se prevozi na europskom kontinentu pretovaruje se morem. Time luke igraju važnu ulogu u podržavanju kretanja dobara i usluga na unutarnjem tržištu, kao i u povezivanju otočnih regija s kopnomom Europom. Važnost lučkih prostora istaknuta je pokretanjem inicijative poboljšanja učinkovitosti luka i jačanja prometnih veza. Kao dio svog programa za istraživanje i inovacije, Europska Komisija pokrenula je program Horizon 2020, za potporu inovacijama u lukama i vezama s lučkim gradovima. Prijelazi luka na gospodarstvo s niskom razinom ugljika temeljeno na održivom razvoju kompleksan je proces, stoga se realiziraju projekti, platforme i inicijative koje će taj proces olakšati. Objavljena od strane Europske komisije, DocksTheFuture (DTF)¹¹⁰ kao dio Horizonta 2020 definira luku budućnosti, shvaćenu kao blisku budućnost, s realizacijom do 2030. godine¹¹¹. Projekt se bavi izazovima pojednostavljenja procesa i digitalizacije, jaružanja, smanjenja emisija, pretvorbe energije, elektrifikacije, pametnih mreža, sučelja grad-luka i korištenja upravljanja obnovljivom energijom. Obuhvaća sve bitne elemente koji sačinjavaju održivu

¹⁰⁸ Ibidem

¹⁰⁹ Ibidem

¹¹⁰ Ibidem

¹¹¹ Ibidem

luku uz brigu oko njene realizacije. Europskim projektom EcoPorts daje se mogućnost samostalne dijagnoze kojom menadžeri mogu pratiti rizike luke uz dobivanje analize i savjeta za ekološke prakse te je moguće ostvariti certifikat kojim se potvrđuju ekološki standardi luke. Predstavlja plan europske tranzicije lučkih sustava čiji standardi izravno utječu na daljnji razvoj globalnog lučkog sustava.

5.2. RJEŠENJA ZA POSTIZANJE ODRŽIVOSTI

Ulaganjem u ekološki prihvatljive i održive prakse u svim aspektima, nadilaze se tradicionalne lučke operacije. Svaka luka na različite načine nastoji postići aspekt održivosti uvođenjem pojedinih tehnologija ili potpunim mijenjanjem koncepta odvijanja lučkog poslovanja. Određena rješenja predložena su na globalnoj razini kao smjer koje luke trebaju slijediti za postizanje koncepta održivosti s težnjom prema ozelenjavanju.

S ciljem smanjenja lučkih emisija ponuđeno je rješenje proširenja električnih operacija. Luke u tu svrhu trebaju implementirati obalne sustave napajanja kojima se omogućuje usidrenim plovilima priključivanje na obalne pogonske jedinice umjesto oslanjanja na generatore i dodatnog izgaranja goriva. Ističe se elektrifikacija lučke opreme poput električnih rendgenskih dizalica, koje će smanjiti otisak štetnih plinova.

Željeznički promet ističe se kao zelenija i održivija opcija kopnenog prijevoza tereta. Kamionski prijevoz koji se uglavnom danas koristi troši veliku količinu goriva čime je potrebno usvojiti alternativnu opciju manjeg zagađenja i veće efikasnosti. Intermodalni transport sve je popularniji te su ga određene luke već usvojile kao bolju opciju. Posebna prednost istaknuta je prijevozom na veće udaljenosti gdje su osim ekoloških prednosti istaknute i financijske uštede.

Digitalizacija je temeljni alat kojim se objedinjuju poboljšanje operativnosti, smanjenje ugljičnog otiska i poboljšanje energetske učinkovitosti. Sustavnim rješenjima omogućuje se upravljanje emisijama i energijom kroz praćenje i analize potrošnje resursa u stvarnom vremenu. Na taj način, dionicima se nudi mogućnost jednostavnije identifikacije područja za poboljšanje i donošenje odluka na temelju podataka. Napretkom u automatizaciji uz nove inovativne tehnologije koje podrazumijevaju umjetnu inteligenciju (AI), velike podatke i Internet stvari (IoT) kao i blockchain, nude se novi konceptualni pristupi stvaranju pametnih luka. Pametna rješenja usmjerena su na stvaranje veće učinkovitosti i sigurnosti.

Digitalnim ulaganjima izravno se utječe na postizanje održivosti i ekološke prihvatljivosti uz značajno reduciranje troškova.

Ulaganjem u JIT (Just In Time) sustav, pridonosi se značajnim smanjenjem emisija. Dostupnost važnih informacija na plovilima unaprijed, uvodi mogućnost utjecaja na performanse i brzine plovila. Izraz „Upravo na vrijeme“ koristi se za opisivanje broda koji je uplovio u luku s najmanje potrošene količine goriva, ali je ipak stigao na vrijeme. Na taj način brod će uštedjeti gorivo, emisije stakleničkih plinova i također će smanjiti vrijeme vezano za sidrenje u lukama. Ovi će čimbenici imati pozitivan utjecaj na sigurnost, okoliš i učinkovitost.

5.2.1. Sustav napajanja s kopna (OPS)

OPS koristi se u vremenu kada je brod u luci, s ciljem uštede nepotrebnog korištenja brodskih motora pogonjenih na dizel. Takav sistem pomaže značajnom smanjenju štetnih emisija koje dolaze s brodova. Ovaj postupak još se naziva i hladno prešanje. Prilikom utovara ili istovara brodova u luci ili na doku, oni se napajaju alternativnom energijom pomoću strujnih kabela koji su, s jedne strane spojeni na strujnu ploču u luci, a s druge strane na brodsku strujnu ploču. Proces pomaže u očuvanju morskog ekosustava uz smanjenje upotrebe dizela. Sustav napaja svjetla, hladnjake, klima uređaje i drugu opremu na brodu. Snaga koja dolazi s obale može biti iz zasebne jedinice za proizvodnju električne energije ili iz elektrane koja opskrbljuje strujom lučki grad ili mjesto. Porastom svijesti o čistom okolišu, neke luke su, poput Los Angelesa, već poduzele inicijative u svojim lučkim prostorima. Usvajanjem inicijative, brodovi koji pristaju u luci Los Angeles ili drugim kalifornijskim lukama, moraju prestati raditi u praznom hodu (rad s niskim opterećenjem) i premjestiti izvor energije u bazu na obali. Brod na taj način isključuje svoje generatore, što utječe na smanjenje buke i zagađenja zraka¹¹².

5.2.2. Gospodarenje otpadom u lukama

Gospodarenje otpadom na kopnu podrazumijeva procese sagledavanja postojećeg stanja, definiranja ciljeva i strategija uz identifikaciju potrebnih provedbenih mjera. Uspostava plana za zbrinjavanje može se provoditi na nacionalnoj, regionalnoj ili lokalnoj

¹¹² Port technology team: *What is onshore power?*, 09.08.2021. [What is onshore power? - Port Technology International](#) (27.07.2023.)

razini, a planiranje zbrinjavanja postalo je predmet napora kao dio javnog planiranja u mnogim zemljama. Planovi za gospodarenje usmjereni su za postizanje održivog gospodarenja otpadom što podrazumijeva pregled cjelokupnog proizvedenog otpada uz njegovu daljnju mogućnost obrade. Ovim planovima pruža se okvir za usklađenost s politikom otpada i postizanjem ciljeva, inventarizaciju otpada i kapaciteta za gospodarenje istim, prikaz potreba i budući razvoj, informacije o općim politikama gospodarenja otpadom i tehnološkim mjerama. Planom za gospodarenje daje se nacrt tokova otpada iz različitih izvora i količina. Pridonosi se pravilnoj organizaciji prikupljanja, recikliranja, odvajanja i obrade uz zbrinjavanje. Potrebno je detaljno opisati stanje sustava uz obuhvat svih relevantnih tokova, od proizvodnje, obrade pa do otpreme. Kao dio gospodarenja, potrebno je predvidjeti buduće tokove uz povezane potrebe za novim sustavima prikupljanja, postrojenja za uporabu i odlaganje. To se odnosi na planiranje kapaciteta za postrojenja uz procjenu kriterija lokacije. Sveobuhvatna procjena budućih potreba olakšat će daljnji tijek zbrinjavanja. Kako bi se otpad zbrinuo na pravi način, potrebno je odvijanje u skladu s politikama kako bi se postiglo kontinuirano poboljšanje, što se odnosi na zasebne mjere za posebne vrste otpada koja zahtijevaju posebne propise zbrinjavanja. Za gospodarenje otpadom ključna je suradnja nekoliko uključenih strana koje će ujedno dijeliti koristi u zajedničkom radu.

5.2.3. Blockchain tehnologija

Luke moraju surađivati s brojnim javnim i privatnim dionicima, uključujući broderske tvrtke, operatere terminala, logističke operatere i druge. Upravljanje ovom operativnom i regulatornom dokumentacijom i protokom informacija administrativno je izazovno zbog prevladavanja različitih tehnoloških platformi i različitih zahtjeva usklađenosti s jurisdikcijom. Nasuprot tome, Blockchain tehnologija nudi objedinjeni, vremenski označeni, nepromjenjivi sustav za vođenje zapisa koji sigurno pohranjuje i dijeli sve informacije o evidenciji transakcija ravnopravnim, na svim računalima u mreži. Razmjena informacija temeljena na blockchainu omogućuje lukama sigurno povezivanje različitih sustava koji se koriste za bilježenje, deklariranje i praćenje robe, dajući veću transparentnost kupcima i smanjujući vrijeme potrebno za ručno unošenje podataka. Zajedno s IoT sustavima za praćenje, blockchain tehnologije imaju potencijal biti platforma za sljedeću generaciju učinkovitosti u lukama, dajući vlasnicima tereta veću sigurnost, vidljivost i kontrolu nad njihovim pošiljkama. Da bi uspio, Blockchain će zahtijevati globalni konsenzus o

jedinstvenim načinima rada. Stvarni vlasnici tereta, pošiljatelji, primatelji i operateri brodova trebati će pristup jedinstvenom modusu operandi. S dvije jasne platforme koje se sada pojavljuju, TradeLens, rješenje za dostavu kroz povjerljivo dijeljenje podataka i dokumenata omogućeno blockchainom koje su razvili Maersk i IBM; i Global Shipping Business Network (GSBN), sigurne digitalne platforme za suradnju u cijeloj industriji koja ima za cilj dobrobit svih strana u globalnom lancu opskrbe. GSBN će ubrzati dijeljenje provjerenih logističkih podataka i podataka o teretu, pojednostaviti poslovne operacije u cijelom opskrbnom lancu i stvoriti vrijednost za svakog dionika¹¹³.

5.3. USPOREDBA POSTOJEĆIH ODRŽIVIH LUKA SINGAPUR I ROTERDAM

Luke kao vitalna karika svjetskog logističkog lanca otpreme, igraju ključnu ulogu u osiguravanju održivog pomorskog sektora te su temelj optimizacije kako bi se prilagodile novim klimatskim promjenama. Učinkovitost luka izravno utječe na gospodarski razvoj zemalja koje opslužuje, budući da se većina svjetske trgovinske razmjene odvija morem. Nove klimatske promjene uz učestalu pojavu ekstremnih uvjeta, utječu na smanjenje učinkovitosti uz velika razaranja i rizik budućeg poslovanja, čime se velika lučka središta okreću ekološkim projektima kojima će povezati strategiju razvoja urbanog središta i uspješnog logističkog centra za odvijanje pomorskih aktivnosti. Jedni od najprometnijih lučkih središta na svijetu, Singapur i Rotterdam, prepoznali su važnost implementacije ekoloških strategija za zelenu budućnost luka s potpuno moderniziranim sustavima i rješenjima za postizanje održivosti. Njihove strukture razvoja bit će opisane u nastavku.

¹¹³ Svaetichin, I., Inkinen T.: *Port Waste Management in the Baltic Sea Area: A Four Port Study on the Legal Requirements, Processes and Collaboration*, 01.04.2017. (PDF) [Port Waste Management in the Baltic Sea Area: A Four Port Study on the Legal Requirements, Processes and Collaboration \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/324111111) (28.07.2023.)

5.3.1. Luka Singapur

Singapur je glasila za prvu kontejnersku luku smještenu u jugoistočnoj Aziji, koja je strateškim vodstvom i vizijom postala jedna od najprometnijih i najpovezanijih luka svijeta. Luka Singapur nalazi se na južnom kraju Malajskog poluotoka, 30 km¹¹⁴ jugozapadno od luke Johor u Maleziji te nudi povezanost s više od 600¹¹⁵ luka u 123¹¹⁶ zemlje. Godišnje ovdje pristane više od 130 000 brodova¹¹⁷. Za rast i razvoj luke odgovorna je pomorska i lučka uprava Singapura (MPA) koja je uložila milijune dolara za petogodišnji projekt Zelene pomorske inicijative Singapura koja je prvotno bila usmjerena na smanjenje utjecaja brodarstva. Inicijativa je 2019. godine¹¹⁸ produljena s planiranom realizacijom do 2024. godine¹¹⁹ uz poboljšanja za promicanje dekarbonizacije pomorskog prometa kroz 4¹²⁰ temeljna programa:

1. Program Zeleni brod
2. Program Zelene luke
3. Program Zelene energije i tehnologije
4. Program zelene svijesti

Dobrovoljni programi osmišljeni su za davanje poticaja kompanijama za usvajanje čistih i zelenih praksi uz naglasak na predanost Singapura kao odgovorne, osviještene luke koja bi mogla postati lider na globalnom pomorskom tržištu.

5.3.1.1. Strateška vizija

Vizija singapurske luke temelji se na tri glavna elementa: povezanost, kapacitet i konkurentnost. Kao primarno pretovarno središte u regiji, Singapur nudi visoku razinu povezanosti koja je ključni aspekt za otpremnike. Uspostavljena je snažna komplementarna feeder mreža do manjih luka u regiji za osiguranje guste i pouzdane mreže. Povezanost je istaknuta kao mjera frekvencija i raspona za prekomorske veze. Dugoročnim strateškim planiranjem luke, osigurava se dovoljna kapacitativna mogućnost kojom će se ispuniti

¹¹⁴ Maritime and Port Authority of Singapore: *Decarbonization blueprint*, 09.03.2022. [mpa-decarb-blueprint-2050a.pdf](#) (01.08.2023.)

¹¹⁵ Ibidem

¹¹⁶ Ibidem

¹¹⁷ Ibidem

¹¹⁸ Ibidem

¹¹⁹ Ibidem

¹²⁰ Ibidem

zahtjev ključnih brodskih linija uz povećan volumen brodova. Time se ostvaruje mogućnost priveza plovila uz efikasno obavljanje teretnih operacija. Brodske linije sklapaju partnerstvo s lukama koje su u mogućnosti prilagoditi se dugoročnim planovima rasta. Kapacitet i dostupnost prostora ključni su za održavanje prednosti singapurske luke u mrežnom povezivanju, a stvaranje dodatne vrijednosti za ključne dionike kroz poboljšanje poslovne ponude tehnološkim napretkom, temelj su za održavanje konkurentnosti. Učinkovitom uslugom na optimalan način pomaže se u smanjenju troškova linijskog prijevoza. U tu svrhu, Singapur kontinuirano ulaže u tehnologiju i inovacije za povećanje produktivnosti, dobiti i u konačnici konkurentnosti.

5.3.1.2. Digitalizacija

Kao dio svoje strategije ekosustava digitalne luke za unapređenje sustava, MPA je proveo digitalne inicijative za olakšavanje prenošenja podataka uz ekološki učinak.

Singapur-pomorsko podatkovno središte (SG-MDH) platforma nudi mogućnost dijeljenja podataka i digitalnu povezanost za industrijske ili tehnološke partnere kako bi se ostvarila suradnja i omogućila integracija sustava s ciljem kataliziranja razvoja inovativnih rješenja za pomorsku industriju uz poboljšanje operativne učinkovitosti i produktivnosti.

DigitalPORT@SG™ (Portal za sveobuhvatne regulatorne transakcije) singapurski je pomorski jedinstveni prozor za omogućavanje besprijekornih i integriranih lučkih usluga te će otvoriti put daljnjoj digitalizaciji lučkih i pomorskih usluga. Pojednostavljuje preglede plovila, useljeničke i lučke kontrole u jednu aplikaciju konsolidacijom 16¹²¹ zasebnih obrazaca. Zapovjednici brodova i brodski agenti iz više od 550¹²² brodarskih kompanija mogu podnijeti, pratiti i dobiti odobrenja za dolazak i odlazak brodova putem portala. Kao rezultat toga, industrija može uštedjeti do 100.000¹²³ radnih sati godišnje. U svojoj sljedećoj fazi, digitalPORT@SG™ će optimizirati lučke resurse i poboljšati učinkovitost pomoću umjetne inteligencije olakšavanjem operacija točno na vrijeme za optimalno planiranje

¹²¹ Maritime and Port Authority of Singapore: *Single Window Port Clearance*, 2023. [digitalPORT@SG™](#) [Maritime & Port Authority of Singapore (MPA) (01.08.2023.)]

¹²² Ibidem

¹²³ Ibidem

prolaza plovila u luci Singapur. Također će djelovati kao jedinstveni digitalni izlog za rezervacije pomorskih usluga¹²⁴.

Platforma za planiranje i koordinaciju DigitalPORT@SG™ Just-in-Time (JIT) olakšat će optimalan dolazak i odlazak plovila u i iz luke Singapur, što će omogućiti brže vrijeme okretanja broda, kao i smanjenje vremena zadržavanja na sidrištima prije pristajanja. To se postiže korištenjem umjetne inteligencije (AI) u optimizaciji i rasporedu lučkih resursa. Uz poboljšanja u operativnoj učinkovitosti, smanjit će ugljični otisak koji stvaraju plovila zbog kraćih boravaka u luci i boljeg planiranja putovanja. Korisnici luke također će imati koristi od ušteda ili izbjegavanja troškova zbog kraćih boravaka u luci. Za podršku platformi JIT razvit će se sustav aktivnog upravljanja sidrištima kako bi se optimizirala iskorištenost sidrišta¹²⁵.

DigitalOCEANS™ (otvorena, zajednička razmjena i standardizacija mreže) potiče interoperabilnost između digitalPORT@SG™ i drugih digitalnih platformi korištenjem zajedničkih podatkovnih standarda i aplikacijskih programskih sučelja (API). Inicijativa je za usklađivanje standarda API podataka kako bi se postigla interoperabilnost razmjene podataka između brodova i luka duž procesa pomorskog transportnog lanca i olakšala učinkovita obrada zahtjeva i formalnosti za izvješćivanje luka.

Ključni pokretač je uporaba tehnologije za smanjenje ili uklanjanje prepreka u opskrbnom lancu. Zajedničke digitalne platforme koje olakšavaju integraciju sustava i razmjenu podataka, omogućit će bolje povezivanje lučkih terminala s drugim ključnim čvorovima u pomorskom opskrbnom lancu. Učinkovitiji lanac opskrbe sa smanjenim vremenom mirovanja plovila i vozila, znači smanjene emisije u luci i unutar nje. Singapurska pomorska jedinstvena platforma digitalPORT@SG™, pruža informacije u stvarnom vremenu dionicima u luci za bolju koordinaciju, planiranje i raspodjelu lučkih resursa.

Digitalni lučki ekosustav pomogao je smanjiti administrativno opterećenje za zapovjednike brodova tijekom zadržavanja u luci i tijekom prijavljivanja formalnosti, omogućujući im da se usredotoče na svoju primarnu odgovornost, a to je sigurno upravljanje brodovima. Također je pomoglo uštediti procijenjenih 100 000¹²⁶ radnih sati godišnje za

¹²⁴Ibidem

¹²⁵ Ibidem

¹²⁶ Ibidem

industriju. Nove usluge kao što su izmjene posade i pravovremeni dolazak također se implementiraju, dok MPA nastavlja s naporima da potakne transformaciju pomorske industrije nakon pandemije COVID-19.

5.3.1.3. Plan dekarbonizacije

Za podršku singapurskom nacionalnom cilju emisija, MPA nastoji smanjiti emisije iz lučkih terminala i usmjeriti se prema niskougljičnoj budućnosti uz zadržavanje konkurentnosti luke. Operatori lučkih terminala posvećeni su zaštiti okoliša i imaju razvijene konkretne planove dekarbonizacije do 2050. godine. Strategije uključuju ozelenjavanje lučke opreme za rukovanje, lučkih vozila i zgrada, kao i poboljšanje energetske učinkovitost i usvajanje čistih energetske alternativa. Na terminalima su uvedeni pametni sustavi i rješenja za povećanje operativne učinkovitosti koja pomažu u smanjenju vremena mirovanja ili čekanja plovila i vozila na lučkim terminalima. Osim toga, operateri su također krenuli u projekte usmjerene na bolje upravljanje i korištenje energije unutar terminala, čime se smanjuje količina ugljičnih emisija povezanih s radom luke. MPA i relevantne javne agencije surađuju s operaterima lučkih terminala kako bi im pomogli u realizaciji održivih ekosustava. Aktivnosti u blizini lučkih terminala stvarat će uštede ugljičnih otisaka skraćivanjem opskrbnih lanaca i optimiziranjem resursa¹²⁷.

Na terminalima se provodi postupna elektrifikacija opreme i vozila pogonjenih na dizelske motore za rukovanje kontejnerima. Postupnim ukidanjem motora s unutarnjim izgaranjem i prelaskom na čišću energiju iz nacionalne elektroenergetske mreže, značajno će se smanjiti izravne emisije. Dosad su postavljene električne automatizirane RMG i RTG dizalice. Glavni pokretači trenutno čine 40%¹²⁸ emisija na terminalima, čime se planira njihova postupna zamjena čistim gorivima, kao što je LNG. U budućim godinama planira se i uvođenje električnih tegljača. Do 2050. godine¹²⁹ singapurski terminali u potpunosti bi trebali reducirati korištenje dizelskog goriva. Novi izvori napajanja bit će električna energija ili nadopunjavanje izvorima energije s niskom ili nultom stopom emisija ugljika, kao što je vodik.

¹²⁷ Maritime and Port Authority of Singapore: *Decarbonization blueprint*, 09.03.2022. [mpa-decarb-blueprint-2050a.pdf](#) (01.08.2023.)

¹²⁸ Ibidem

¹²⁹ Ibidem

Suradnjom operatera lučkih terminala s agencijama i raznim partnerima, do kraja ove godine planira se razviti ekosustav baziran na vodiku. Ukupno 5¹³⁰ singapurskih kompanija radi na postavljanju postrojenja za ekstrakciju vodika. Projekt ima potencijal stvaranja čišće nacionalne električne mreže.

Na terminalima za potrošnju energije razvijaju se zelene zgrade projektirane za „odbijanje“ topline čime se smanjuje potreba za trošenjem energije u svrhu hlađenja. Ugrađena je LED rasvjeta, postavljeni su sustavi klimatizacije i mehaničke ventilacije s ugrađenim pametnim uređajima učinkovite upotrebe energije i potrošnje vode.

U skladu s nacionalnim ambicijama Singapura da četiri puta poveća korištenje solarne energije do 2025.¹³¹, oba lučka terminalna operatera vrše značajna ulaganja u korištenje solarne energije kao alternativnog obnovljivog izvora energije. Trenutno postoje solarna postrojenja na krovovima skladišta, a planira se instalacija dodatnih solarnih fotonaponskih sustava unutar prostorija.

5.3.1.4. *Projekt Tuas*

Održiva kontejnerska luka Tuas dio je velikog projekta pomorske lučke uprave Singapura koja nastoji u potpunosti realizirati najveću automatiziranu luku do 2040. godine¹³². Luka je s radom započela krajem prošle godine, a daljnji razvoj nastavlja se kroz različite faze. Razvoj luke prati segment automatiziranog, inteligentnog i održivog prostora kroz uvođenje umjetne inteligencije i automatizacije u lučkim operacijama. Za rukovanje teretom koristit će se elektrificirane automatizirane dvorišne dizalice i automatizirano vođena vozila (AGV) kojima će se kontejneri prevoziti između brodogradilišta i pristaništa. Upravljanje lučkim operacijama odvijat će se daljinskim upravljanjem iz lučkog kontrolnog centra Tuas čime će se smanjit ovisnost o resursima. Bit će omogućena 5G mreža kako bi se osigurala podrška operacijama rukovanja teretom. Osim digitalnog aspekta, ova luka usmjerena je na postizanje nulte emisije do 2050. godine¹³³. Također će se ostvariti sustav pametnog upravljanja mrežom uz projektiranje zelenih zgrada. Prva super-energetska zgrada Tuas Porta koristi 58%¹³⁴ manje energije u usporedbi s drugim tradicionalnim zgradama.

¹³⁰ Ibidem

¹³¹ Ibidem

¹³² Ibidem

¹³³ Ibidem

¹³⁴ Ibidem

Ujedno predstavlja budući neto-nulti potencijal budući da stvara dovoljno solarne energije. Luka objedinjuje aspekt pametnog i ekološki održivog rješenja budućeg razvoja.

5.3.2. Luka Rotterdam

Rotterdamska luka najveća je luka na europskom kontinentu kao vodeće pomorsko čvorište zahvaljujući izvrsnoj pristupačnosti za pomorska plovila, smještena uz rijeku Meuse s povezanošću do najprometnije rijeke Rajne. Godišnje pretovari preko 400 milijuna tona¹³⁵ tereta te je povezana s više od 1000¹³⁶ luka diljem svijeta. Glavna je luka europskog kontejnerskog transporta, što pokazuje podatak da je gotovo 70%¹³⁷ utovarenih ili istovarenih kontejnera prošlo kroz rotterdamsku luku. Većina velikih prijevoznika uključuje ovu luku kao glavno mjesto pretovara tereta za daljnju otpremu brodom, teretnom teglenicom, kamionom ili vlakom zahvaljujući strateškoj povezanosti i višenamjenskim terminalima koji podržavaju različite vrste tereta uz različite namjene i iznimne kopnene, pomorske i riječne pretovarne mogućnosti.

Lukom upravlja lučka uprava Rotterdam koja ulaže napore za ojačavanje pozicije luke kao prvorazrednog logističkog središta i industrijskog centra. Upravo lučka uprava ima najveću ulogu u prijelazu na održivost uz predanost digitalizaciji kako bi luka i opskrbni lanac bili učinkovitiji. Glavne aktivnosti lučkog poslovanja usmjerene su na održiv razvoj, upravljanje i korištenje luke te unapređenje pomorskih usluga. Uprava je fokusirana na ubrzano smanjenje vlastitih emisija CO2 kako bi se istaknula u energetskej tranziciji uz postizanje klimatskih ciljeva. Luka je dio Protokola o stakleničkim plinovima kao međunarodnog standarda za procjenu emisija stakleničkih plinova. Kao dio razvojnih planova, promiče se usklađenost ekonomskog rasta s održivim projektima za realizaciju daljnje ekspanzije s dostizanjem konačnog cilja luke s nulnim emisijama do 2050. godine¹³⁸.

¹³⁵Port of Rotterdam authority: *Port of Rotterdam*, 2023. [PORT OF ROTTERDAM - AIVP](#) (03.08.2023.)

¹³⁶ Ibidem

¹³⁷ Ibidem

¹³⁸ Port of Rotterdam authority: *Building a sustainable port*, 2019. [factsheet-port-of-rotterdam-building-a-sustainable-port-en-2019.pdf](#) (portofrotterdam.com) (03.08.2023.)

5.3.2.1. Strateška vizija

U sljedećim godinama, ambicija Nizozemske je postići CO2 neutralno upravljanje energijom uz stvaranje kružne industrije. Nafta, prirodni plin i ugljen uskoro se više neće koristiti kao izvori energije i sirovina, što je potaknuto otkrivanjem alternativnih izvora energije. Temeljna razvojna strategija zemlje, a time i Roterdama, formirana je prema energetske tranziciji za CO2 neutralnu i kružnu luku, čime su određena 4¹³⁹ temeljna stupa za razvoj luke:

1. Povećanje učinkovitosti postojeće industrije uz izgradnju dodatne infrastrukture za toplinu, CO2, električnu energiju i vodik.
2. Obnova energetskog sustava prelaskom s fosilnih goriva na zelenu električnu energiju i vodik
3. Uvođenje novih materijala i sustava goriva
4. Stvaranje održivijeg prometa

Za realizaciju ovih segmenata usvojeni su projekti kojima će se osigurati smanjenje CO2 za 23 milijuna tona do 2030. godine¹⁴⁰. Ukupno 6¹⁴¹ temeljnih projekata ističe pravovremeni razvoj infrastrukture za energetske tranziciju budućnosti.

5.3.2.2. Projekti održivosti

Ključni element razvoja je nova energetska infrastruktura, što je istaknuto u ažuriranoj energetske strategiji CES (Cluster Energy Strategy) prvi put sastavljene 2021.godine¹⁴², s posljednjim ažuriranjima ove godine na temelju novih studija. Postavljene ciljeve moguće je realizirati do 2030. godine¹⁴³, ali uz hitnu promjenu infrastrukture. Strategija uključuje ukupno 6¹⁴⁴ temeljnih projekata za realizaciju u skorašnjoj budućnosti.

¹³⁹ Ibidem

¹⁴⁰Port of Rotterdam authority:*Ongoing projects*, 2023. [Ongoing projects | Port of Rotterdam](#) (03.08.2023.)

¹⁴¹ Ibidem

¹⁴²Port of Rotterdam authority: *Six infrastructure projects in first CES Rotterdam-Moerdijk*, 11.10.2021. [Six infrastructure projects central in first CES Rotterdam-Moerdijk | Port of Rotterdam](#) (03.08.2023.)

¹⁴³ Ibidem

¹⁴⁴ Ibidem

1. projekt uključuje izgradnju javnog vodikovog plinovoda koji će prolaziti kroz luku Rotterdam, spojen na nacionalnu i međunarodnu vodikovu mrežu. Predviđene buduće potražnje za vodikom moći će se zadovoljiti samo uvozom, stoga je potrebno prenamijeniti sadašnji energetska sustav.

2. projekt također ima međunarodnu dimenziju kroz jačanje infrastrukture. Podrazumijeva realizaciju koridora Delta kojeg sačinjava niz cjevovoda za transport preko susjednih industrijskih klastera do Njemačke. Ovaj projekt pomaže Rotterdamu u zadržavanju pozicije energetskog čvorišta za sjeverozapadnu Europu.

3. projekt odnosi se na stvaranje dodatne energije pomoću vjetroelektrana uz planiranje mrežnih operatera pomoću kojih će se povećati kapaciteti električne mreže. Time će se ostvariti značajan doprinos dostupnosti zelene električne energije za proizvodnju zelenog vodika uz napajanje s obale.

4. projekt pod nazivom Porthos nudi rješenje u kratkom roku izgradnjom glavne infrastrukture za transport CO₂ uz skladištenje u iscrpljenim plinskim poljima ispod Sjevernog mora kao dio inicijative „hvatanja“ CO₂ koji nastaje pri industrijskim procesima, za njegovo reduciranje.

5. WarmtelinQ projekt realizirat će podzemni cjevovod koji će prenositi zaostalu toplinu iz luke do ureda i domova u južnoj Nizozemskoj, čime se postiže znatna energetska učinkovitost.

6. projekt kroz H-vision fokusira se na razvoj postrojenja za proizvodnju i transport niskougljičnog vodika za industrijsko korištenje. Planira se namjena 3 produktovoda za opskrbu industrijskim zaostalim plinom, ispuštanja CO₂ i transport niskougljičnog vodika do kupaca.

5.3.2.3. Digitalna rješenja

Jedna od digitalnih opcija koju će luka Rotterdam usvojiti je PortXchange dizajnirano za podršku lukama u postizanju ciljeva dekarbonizacije kroz praćenje svih emisija vezanih uz promet. Alatom se poboljšavaju prakse praćenja emisija uz korištenje pouzdanih podataka u stvarnom vremenu za analizu ugljičnog otiska.

Za povećanje učinkovitosti i brzine rukovanja plovilima unutarne plovidbe uz optimizaciju korištenja pristaništa, implementiran je Nextlogic. Prema integriranom planiranju, operateri teglenica moraju preko ovog alata unaprijed dati informacije o zaustavljanju u luci, rotacijama i teretu za svako unutarne plovilo. Terminali su, s druge strane dužni pružiti informacije o raspoloživom kapacitetu pristaništa. Putem alata zatim se uspoređuju informacije i stvara se optimalan raspored za sve uključene strane.

Uz IoT, cilj je postati najpametnija luka koja koristi senzore i jednostavan način povezivanja stvari pomoću mobilnih uređaja i mrežnih platformi. Digitalne inicijative uvode se za bolju kontrolu i upravljanje roterdamskom lukom i lučkom infrastrukturom uz poboljšanje logističkih procesa. Omogućena je transparentna razmjena informacija za pametno planiranje uz odabir najučinkovitije rute. Na taj način, omogućuju se automatske naznake dostupnosti vezova.

Najveća digitalna transformacija iskazana je razvojem digitalnog blizanca, odnosno virtualnog prikaza fizičkog objekta i sustava unutar cjeloživotnog ciklusa. Koristi digitalne alate i podatke u stvarnom vremenu za virtualno stvaranje, testiranje, izgradnju i praćenje procesa u luci. Odražavat će sve operacije koje se odvijaju u točnom vremenu uz pružanje bitnih podataka o dubini, vremenskoj prognozi i geografskim položajima. Digitalni blizanc strategija je digitalnog ekosustava. Njegovim pokretanjem geografskog informacijskog sustava (GIS) omogućilo bi upraviteljima luka uvid u sve aktivnosti. Točnim predviđanjem dubine vode, vlasnicima brodova, posebice kontejnerskim, olakšalo bi se određivanje sigurnosnih granica. Raspoloživost navedenih informacija, pridonosi održivom pomorstvu, ali i učinkovitijem prijevozu tereta uz reduciranje zagađenja¹⁴⁵.

¹⁴⁵Keegan, M.: *Driving digital transformation: A perspective on the port of Rotterdam*, 18.05.2021. (24) [Driving Digital Transformation: A Perspective on the Port of Rotterdam | LinkedIn](#) (03.08.2023.)

5.3.2.4. *Automatizirani terminal Maasvlakte II*

Maasvlakte II potpuno je automatiziran terminal bez emisija CO₂. Cijeli prostor uz pripadajuću zgradu energetske su učinkoviti, ekološki prihvatljivi i održivi. Na terminalu se nalazi 73¹⁴⁶ automatizirano vođena vozila pogonjena na električnu energiju. Ova automatizirana vozila prenose kontejnere 8¹⁴⁷ sati na jednoj bateriji, a zatim se sami prevoze do stanice za punjenje, gdje se baterija automatski mijenja. Postavljene su 2¹⁴⁸ stanice na terminalu za izmjenu baterija koje opskrbljuju AGV-ove. Električni pogoni na terminalu osiguravaju minimalno zagađenje bukom, a razvijen je i sustav zelene energije vjetroelektranama. U narednim godinama očekuje se proširenje terminala za dodatne kapacitativne mogućnosti.

Odvojeni pristan za teglenice i potpuno integrirani željeznički terminal osiguravaju neometanu opskrbu i pražnjenje kontejnera iz i u zaleđe. Postoje namjenski kontejneri za prijevoz teglenicama, željeznicom i kamionima. Nakon istovara s broda za duboke plovidbe, uvozni kontejneri postavljaju se prema svom unutarnjem modalitetu kako bi bili izravno dostupni za daljnji transport. 80%¹⁴⁹ pokreta dizalica je automatizirano, dok se ostale ručne operacije izvode na daljinu. Tehnologija dvostrukog podizanja osigurava veću stabilnost, tako da se rad može nastaviti čak i u teškim vremenskim uvjetima. Svaka dizalica opremljena je dvostrukim sprederima koji omogućuju istovar i utovar dva kontejnera od 40 stopa¹⁵⁰ istovremeno.

5.3.3. **Analiza održivih luka Singapur i Rotterdam**

Na temelju opisanih strategija razvoja, koje u velikoj mjeri još nisu realizirane već su predstavljene kao projektni plan, može se zaključiti različita vizija ulaganja u zelenu budućnost. Svaka luka shodno svojim potrebama te stupnju razvoja, ulaže u daljnje inovacije koje se realiziraju kroz projekte koji uključuju niz dionika i najčešće zahtijevaju privatne ulagače kao potporu pri ostvarenju zadanih koncepata. Tržište postaje konkurentno sa širokim spektrom mogućnosti koje luke mogu usvojiti kroz digitalna rješenja i tehnologije koje su doživjele naglu ekspanziju s brojnim opcijama koje se mogu implementirati u poslovanje. Navedene luke predstavljaju veliki ekološki potencijal na različitim

¹⁴⁶ *Maasvlakte II: Our terminal*, 2023. [Our Terminal - APM Terminals](#) (03.08.2023.)

¹⁴⁷ Ibidem

¹⁴⁸ Ibidem

¹⁴⁹ Ibidem

¹⁵⁰ Ibidem

kontinentima kao primjer intenzivnog ulaganja uz promjene na globalnoj razini. Usvajanjem različitih rješenja koja se temelje na istoj osnovi blockchaina i zelene energije ostvaruju se potencijali ekološke stabilnosti. Usporedbom navedenih segmenata, luka Rotterdam ima veći potencijal razvoja s obzirom na intenzivno odvijanje europskog pomorskog prijevoza. Njena uloga za europski kontinent od vitalnog je značaja za trgovinsku razmjenu uz daljnje povezivanje te bi svojim ozelenjavanjem mogla potaknuti i druge europske luke na pridruživanje inicijativi. Koncept razvoja luke Singapur temeljen je na uvođenju tehnoloških i digitalnih rješenja, dok se kod luke Rotterdam ističe preoblikovanje infrastrukture, čime se definira različita provedba zelenih akcija. Luke postaju okvir za buduće razvojne planove te se ističu kao primjer adekvatne prilagodbe klimatskim promjenama kroz duži vremenski period.

5.4. POTENCIJAL ODRŽIVOSTI U HRVATSKOJ

Republika Hrvatska pomorska je zemlja, istaknuta kao važan europski plovidbeni pravac koja ima znatan potencijal budućeg napretka. Luke od posebnog gospodarskog značaja za državu su Rijeka, Zadar, Split, Ploče, Šibenik i Dubrovnik od kojih se kao teretne luke s godišnjim rekordnim prometom ističu luke Rijeka i Ploče, čiji napredak se intenzivirao posljednjih godina. Temeljni dosadašnji aspekti razvoja bili su usmjereni na razvoj lučkih prometnih kapaciteta za zadovoljenje potreba pomorskog prometa uz dostupnost potrebne infrastrukture, ali i prihvatnih kapaciteta. Najveći problem predstavlja stvaranje konkurentnosti usluga zbog manjka raspoloživih resursa. U odnosu na konkurentne europske i svjetske luke, u Hrvatskoj još ne postoji usvajanje standarda za ekologizaciju kao dio državnih regulativa, već se ističu prakse potaknute ulaganjem privatnih društava. Određeni dio sufinancira se iz europskih fondova kroz projektnu suradnju sa susjednim zemljama uz ostvarivanje međusobnih interesa koji će doprinijeti razvoju europskog kontinenta. Kroz europsku suradnju, Republika Hrvatska uključena je u projekte SUSPORT i ECOWAVES koji predstavljaju početak prema ekološkoj tranziciji.

Projekt SUSPORT, koji se odnosi na održive luke, formiran je od strane Europske Unije, financiran Interreg prekograničnim programom suradnje Italija-Hrvatska, sufinanciran od strane vlade Republike Hrvatske. Projektne smjernice podrazumijevaju poboljšanje ekološke održivosti i energetske učinkovitosti luka kroz povećanje institucionalne suradnje. Na taj način stvara se osnova koordiniranog i trajnog upravljanja

na prekograničnoj razini za razmjenjivanje najboljih praksi i zajedničkih metodologija za ekološku održivost i energetske učinkovitost, koje će s vremenom biti testirane kroz pilot akcije projekta. Luke uključene u program, ne posjeduju model zajedničkog planiranja zaštite okoliša i energetske učinkovitosti, zbog čega usvajaju mjere ublažavanja na nekoordiniran i neučinkovit način. Sve aktivnosti projekta uključivat će luke s talijanske i hrvatske strane. Hrvatski projektni partneri su lučke uprave Zadar, Split, Ploče, Dubrovnik i Rijeka¹⁵¹ s ciljem postizanja rezultata vezanih uz poboljšanje kompetencija luka kroz održivi aspekt, zatim kroz usklađivanja politika i akcija uz izradu zajedničkog modela plana za zaštitu okoliša te u konačnici kroz stvaranje prekogranične institucionalne platforme potpisivanjem zajedničkog Protokola. Sve luke uključene u program obvezat će se na primjenu zajedničkih dugoročnih strategija i nakon završetka projekta.

Projekt ECOWAVES provodi se kao dio programa Interreg ADRION, usmjeren na održiv razvoj luka ukupno 7 država: Italija, Hrvatska, Slovenija, Grčka, Srbija, Crna Gora i Albanija¹⁵². Za realizaciju u Hrvatskoj, odgovorna je AGRRA, Agencija za ruralni razvoj Zadarske županije. Fokus je na unapređenju sustava za upravljanje otpadom s plovila, zaštiti okoliša i smanjenju onečišćenja. Sudionici projekta promiču održivost kroz poboljšanje ponašanja putnika u lučkim područjima uz prenošenje na sve dionike pomorskog sektora. U Anconi, 2022. godine¹⁵³ potpisan je Transnacionalni sporazum o održivom upravljanju ADRION lučkih područja: Venecijom, Barijem, Zadrom i Dubrovnikom. Sporazumom se potiče odgovorno i zeleno poslovanje u zaštiti okoliša kroz naglasak na očuvanje prirodnih i gospodarskih bogatstava uz osiguravanje zelene budućnosti u okvirima europskog Green deal-a. Projektom ECOWAVES promiču se aktivnosti postavljanja raznih ekoloških instalacija s mogućnošću odabira najbolje opcije za svakog partnera.

5.4.1. Održive hrvatske marine

S obzirom da je turizam primarna grana hrvatskog gospodarskog razvoja, najveći naponi ulažu se u nautički turizam razvojem održivih, pametnih marina za prihvat velikih, modernih brodova. Održive marine postižu se usvajanjem koncepta zelenih luka uz određene promjene u skladu s prostornim i funkcionalnim zahtjevima. Privatno društvo s ulaganjima

¹⁵¹ European Union: *Susport- sustainable ports*, 04.08.2020. [Port Authority – SUSPORT – SUSTainable PORTs](#) (03.08.2023.)

¹⁵² *Potpisan sporazum za zelenu budućnost jadranskih luka*, 16.05.2022. [Potpisan sporazum za zelenu budućnost jadranskih luka - Waves komunikacije](#) (03.08.2023.)

¹⁵³ *Ibidem*

na hrvatskoj obali, uz uvođenje ekoloških i pametnih sustava, koje dominira s brojem marina na hrvatskim prostorima je Adriatic Croatia International Club, poznatiji kao ACI. Kroz aspekte digitalizacije i pametnih opcija uz realizaciju efikasnog sistema menadžmenta za brigu o okolišu, ACI je dizajnirao prvu potpunu digitaliziranu marinu Rovinj. Marina Cres predvodnik je u provođenju ekološki prihvatljivih praksi, čije poslovanje je temeljeno na smanjenju ekološkog otiska uz educiranje osoblja i posjetitelja. Marina je dobila Green Sail zastavu zahvaljujući svom inovativnom rješenju vakuum pumpe za pražnjenje i zbrinjavanje otpadnih voda s brodova uz skupljanje krupnog otpada, poznatog kao projekt „Morska škovacera“, plutajuća kanta za smeće koja filtrira morsku vodu skupljajući otpad. Sve ACI marine podržavaju ekološki aspekt kao temeljni princip poslovanja ove tvrtke uz posjedovanje međunarodno priznatih Plavih zastava koje dokazuju usvajanje djelatnosti za minimiziranje štetnih utjecaja na okoliš.

5.4.2. Održiva marina Porto Baroš

Najveći projekt nautičkog turizma kroz suradnju ACI i Gitone Kvarner je izgradnja nove marine Porto Baroš koja će transformirati strukturu riječkog gospodarstva uz formiranje konkurentne turističke destinacije na kvarnerskom području.

Nova marina bit će kategorizirana kao marina s 5 sidara uz ukupno 500 vezova¹⁵⁴. Imat će kapacitet priveza za 230 plovila, uz prihvrat prosječne duljine plovile od 16 metara. Temeljit će se na uvođenju pametnih aplikacija, pametne rasvjete, umjetne inteligencije i pametne infrastrukture za postizanje samoodržive i zelene marine. Planira se uvođenje autonomne navigacije pomoću koje će plovila sama moći uploviti u marinu i doći do određenog veza. Korisnici će prije samog uplovljavanja imati točne informacije o vezu, što će znatno olakšati procese i sigurnost same marine. Bit će implementirana najnovija postrojenja za obradu otpada, kao i za opskrbu plovila vodikom i električnog energijom za plovila na električni pogon. Kopneni dio marine sadržavat će turističke atrakcije uz veliku dostupnost širokog spektra usluga, među kojima se ističe dostupnost trgovina, ugostiteljskih objekata, smještajnih objekata, bazena, jedriličarskog kluba, šetnica i prilagodljivost osobama s invaliditetom uz dostupnost garažnih i parkirnih mjesta.

¹⁵⁴ Porto Baroš- the biggest investment in croatian nautical tourism ever, 04.05.2023. [The biggest investment - Adriatic Croatia International Club \(aci-marinas.com\)](https://www.aci-marinas.com) (03.08.2023.)

Izgradnjom marine, u gradu Rijeci i široj okolici stvara se potencijal urbanog turističkog središta u kojem se turisti zadržavaju i pridonose turističkoj potražnji. Time se pruža prilika napretka nautičkog turizma koji u ovoj regiji nije imao priliku doći do izražaja zbog nepostojanja adekvatne infrastrukture pomoću koje bi se omogućio jednostavan pristup i mogućnost prihvata mega jahti. Marina će postati turistička atrakcija s potpuno novim sustavima i vrhunskom razinom usluge kojom se može unaprijediti i ponuda za građane riječkog područja. Pružit će se mogućnost novih radnih mjesta, čime se utječe i na ekonomski i društveni aspekt rasta. Marina stvara atraktivnost za nautičare diljem svijeta uz priliku za osnaživanje Hrvatske na nautičkoj karti svijeta uz pružanje bolje slike hrvatskog turizma¹⁵⁵.

Projekt izgradnje podrazumijeva dokumentaciju koja je potrebna za izdavanje lokacijske dozvole uz nužnu izradu maritimne studije, konzervatorske studije i studije utjecaja na okoliš uz geotehničke istražne radove koji moraju biti analizirani i prihvaćeni za početak gradnje marine. Morski dio marine trebao bi biti u pogonu već 2024. godine, dok je realizacija kopnenog dijela predviđena za kraj 2025. godine¹⁵⁶.



Slika 3. Vizualizacija buduće marine Porto Baroš

Izvor: Evo kako će izgledati nova riječka mega marina, donosimo sve detalje plana ACI-ja i Lürssena - Novi list (03.08.2023.)

¹⁵⁵ Ibidem

¹⁵⁶ Ibidem

6. ZAKLJUČAK

Intenziviranjem pomorskih aktivnosti prepoznata je potreba sudjelovanja međunarodnih organizacija u formiranju novih smjernica za transformiranje pomorskog sektora u cjelini. Klimatske promjene uvelike su utjecale na nužnost usvajanja mjera, kojima zemlje nastoje usvojiti nova pravila i formirati vlastite strateške planove za buduće razvojne procese. U sklopu konceptualnog planiranja, regulirana su temeljna pravila za stvaranje i provođenje strategija kojima se zemlje prilagođavaju s ciljem smanjenja štetnih ekoloških otisaka. Različite potrebe zemalja dovele su do stvaranja zasebnih projekata za provođenje inicijativa zaštite pomorskog okoliša priznatih od međunarodnih organizacija za postavljanje novih ekoloških standarda u vidu održivosti, čija masovna realizacija se planira u narednim godinama za nulte stope štetnih emisija. Time je stvoren koncept razvoja ekološki održivog pomorstva koji se zasniva na zelenoj tranziciji kroz ekološke brodove i alternativna goriva koja će promijeniti tijek odvijanja pomorskih operacija. Uvođenjem pametne tehnologije kroz digitalizaciju, otvoren je novi put ka stvaranju funkcionalnog opskrbnog lanca i menadžmenta organiziranjem poslovanja u skladu s novim potrebama. Put prema održivosti dugotrajan je proces te su učinci različiti ovisno o načinu provođenja, poduzimanju akcija i dostupnosti financijskih resursa. Potrebna su znatna ulaganja kako bi se omogućio rast na konkurentnom tržištu. Kompanije se nastoje uključiti u proces održivosti kroz ulaganja u alternativne opcije kojima će zadovoljiti međunarodne propise, a ujedno ostvariti vlastitu profitabilnost kroz usvajanje tržišnih trendova. Udio broja narudžbi brodova s alternativnim pogonima pokazatelj je osviještenosti kompanija te njihove zelene transformacije u budućnosti kojom će se ostvariti bolja ekološka slika pomorstva uz zaštitu mora i oceana i osiguravanje boljih životnih uvjeta za ljude. Analizom tržišta, dobiven je uvid u trenutno stanje, čime predstavljeni statistički podaci pokazuju trenutnu dominaciju LNG alternativnog pogona, a uz buduće procjene može se zaključiti porast uvođenja metanola i vodika kao najčišćih opcija dugotrajne učinkovitosti. Istaknuta je važnost različitih segmenata održivosti koji djeluju ne samo na pomorski sektor, već imaju utjecaj i na gospodarski, ekonomski i društveni rast. U održiv pomorski razvoj najvećim dijelom su uključene razvijene pomorske zemlje, a uz omogućavanje potpora otvaraju se mogućnosti zemljama u razvoju kao potencijal napretka. Aspekt održivog pomorskog razvoja također podrazumijeva preoblikovanje kopnenog dijela kroz inicijativu stvaranja zelenih luka koje će predstavljati pametna, ekološka središta za upravljanje procesima na moru i središtima

daljnje otpreme. Koncept je temeljen na korištenju obnovljivih izvora energije uz redizajniranje infrastrukture u skladu s novim tehnološkim inovacijama za bolje upravljanje plovidbenim procesima, jednostavno rukovanje teretom i smanjenje otpada. Nastoje se osnovati luke koje će pridonositi očuvanju okoliša i sadržavati pametna rješenja, istovremeno olakšavajući dionicima obavljanje aktivnosti uz pružanje veće razine sigurnosti. Brojne luke počele su izrađivati projektne dokumentacije za realizaciju ekoloških perspektiva, među kojima su se istaknule Singapur i Rotterdam, kao dva velika lučka središta od iznimne važnosti za europski i azijski kontinent. Obje luke nalaze se na čvorištima bitnih kopnenih i pomorskih pravaca s velikih količinama tereta prevezenog na godišnjoj razini, čime imaju znatan utjecaj na štetne emisije. Zemlje ulažu velike napore s ciljem ostvarenja vizije prvih održivih luka što je prepoznato istaknutim projektnim fazama i definiranim planovima realizacije. Osim djelovanja u vlastitom lučkom sustavu, istaknutim projektima kroz planiranje koridora moguće je uvidjeti globalne koristi i prilike za uključivanjem i sudjelovanjem, koje pružaju ove dvije luke. U Republici Hrvatskoj još ne postoji strategija za postizanje održivih luka, ali je moguće prepoznati potencijal kroz sudjelovanje u europskim projektima sa susjednim zemljama. Najveći učinak vidljiv je ulaganjem privatnih društava za razvoj nautičkih marina koje podržavaju ekološku inicijativu i pridonose napretku zemlje. Projekt razvoja ekološke i pametne marine planira se na kvarnerskom području pod nazivom Porto Baroš koji će objediniti ideju digitalnog i održivog središta za bolju budućnost hrvatskog pomorstva.

LITERATURA

1) KNJIGE

1. Črnjar, M., Črnjar, K.: *Menadžment održivog razvoja*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Glosa, Rijeka, 2009.
2. Frederic, J., et.al.: *Global Environmental Politics*, Oxford University Press, New York, 2020, online: [Global Environmental Politics - Google Books](#) (16.05.2023.)
3. Lindgren, J.F., et al.: *Discharges to the Sea* u Shipping and the Environment, SpringerNature, Berlin, 2016, online: [Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine ... - Google Books](#), (18.06.2023.)
4. Škabić, I.: *Ekonomija Europske unije*, 2. izdanje, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Pula, 2015.

2) ČLANCI

1. Caglar, D., Cengiz, D.: *Load optimization of central cooling system pumps of a container ship for the slow steaming conditions to enhance the energy efficiency*, Journal of Cleaner Production, Elsevier ScienceDirect, New York, vol.222, no.1, 2019, p.206-217, online: [Load optimization of central cooling system pumps of a container ship for the slow steaming conditions to enhance the energy efficiency - ScienceDirect](#) (09.07.2023.)
2. Jelavić, V., Kurtela, Ž.: *Raščlamba štetnog djelovanja broda na morski okoliš*, Naše more, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, vol.54, no.5-6, 2007, p.214-226, online: [2 \(srce.hr\)](#) (24.06.2023.)
3. Jenkin, T., et al.: *An Agenda for Green information technology and systems research*, Information and Organization, vol.21, no.1, 01.01.2011, p. 17-40, online: [An agenda for 'Green' information technology and systems research - ScienceDirect](#) (05.07.2023.)
4. Kaiser, M.J.: *A review of ship breaking and rig scrapping in the Gulf of Mexico*, Ocean Development and International Law, Taylor&Francis, Louisiana, vol. 39, no.2, 2008, p. 178-199, online: [A Review of Ship Breaking and Rig Scrapping in the Gulf of Mexico: Ocean Development & International Law: Vol 39, No 2 \(tandfonline.com\)](#) (24.06.2023.)
5. Klarin, T.: *The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues*, Zagreb International Review of Economics & Business,

Zagreb, vol. 21, no. 1, 2018, p. 67-94, online: [The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues \(sciendo.com\)](#) (14.05.2023.)

6. Medić, D., et al.: *Komparativna procjena rizika u pomorstvu i cijene sprečavanja pogibelji u Republici Hrvatskoj*, Naše more, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, vol.66, no.2, 2019, p.62-69, online: [997799.NM_2019_Medic_Lusic_Bosnjak.pdf \(irb.hr\)](#) (07.07.2023.)
7. Murena, F., et.al.: *Impact on air quality of cruise ship emissions in Naples, Italy*, Atmospheric Environment, Elsevier, Italy, vol.187, no.1, 2018, p.70-83, online: [Impact on air quality of cruise ship emissions in Naples, Italy - ScienceDirect](#) (08.06.2023.)

3) INTERNETSKI IZVORI

1. American Bureau of Shipping: *Biofuels as marine fuel*, 01.05.2021. [Biofuels as Marine Fuel \(eagle.org\)](#) (23.07.2023.)
2. *Aquarius MRE*, 10.05.2021. [Aquarius MRE | Eco Marine Power](#) (17.07.2023.)
3. Casey, T.: *Cargo Ships Reclaim Wind Power With High Tech Rigid Sails*, 13.12.2021. [Cargo Ships Reclaim Wind Power With High Tech Rigid Sails - CleanTechnica](#) (17.07.2023.)
4. Fairuz, J., Yudi, F.: *Notions of Maritime Green Supply Chain Management*, 2019. [\(PDF\) Notions of Maritime Green Supply Chain Management \(researchgate.net\)](#) (05.07.2023.)
5. Forsyth, A.: *Decarbonizing shipping*, 25.01.2022. [Methanol-and-Shipping-Longspur-Research-25-Jan-2022.pdf](#) (11.07.2023.)
6. *Future Fuels: 275 Alternative Fuel Ships Ordered in 2022*, 04.01.2023. [Future Fuels: 275 Alternative Fuel Ships Ordered In \(worldenergynews.com\)](#) (17.07.2023.)
7. *Green ship design for ship building*, 2022. [Green Ship Design for Ship Building \(brighthubengineering.com\)](#) (19.07.2023.)
8. Hoegh Autoliners: *How a coat of paint makes our vessels more sustainable*, 05.01.2022. [How a coat of paint makes our vessels more sustainable \(hoeghautoliners.com\)](#) (09.07.2023.)
9. Mambra, S.: *Green shipping, Marine environment*, 08.05.2021. [What is Green Ship Recycling? \(marineinsight.com\)](#) (19.07.2023.)
10. Maritime and Port Authority of Singapore: *Single Window Port Clearance*, 2023. [digitalPORT@SG™ | Maritime & Port Authority of Singapore \(MPA\)](#) (01.08.2023.)
11. *Maasvlakte II: Our terminal*, 2023. [Our Terminal - APM Terminals](#) (03.08.2023.)
12. Placek, M.: *Number of liquified natural gas-propelled (LNG) vessels worldwide from 2010 to 2020 with a forecast through 2027, by status*, 01.10.2021. [LNG fleet worldwide by status 2010-2027 | Statista](#) (18.07.2023.)
13. *Port of Los Angeles, Port of Shanghai, and C40 Cities announce partnership to create world's first transpacific green shipping corridor between port in the United States and China*, 28.01.2022. [Port of Los Angeles, Port of Shanghai, and C40 Cities announce partnership to create world's first transpacific green](#)

- shipping corridor between ports in the United States and China - C40 Cities
(01.08.2023.)
14. Port technology team: *What is onshore power?*, 09.08.2021. What is onshore power? - Port Technology International (27.07.2023.)
 15. *Potpisan sporazum za zelenu budućnost jadranskih luka*, 16.05.2022. Potpisan sporazum za zelenu budućnost jadranskih luka - Waves komunikacije (03.08.2023.)
 16. *Propulsion for the future*, 2023. Servogear | Propulsion Systems Efficiency Beyond Belief (09.07.2023.)
 17. Raunek: *How air lubrication system for ships works*, 24.01. 2021.
How Air Lubrication System for Ships Works? (marineinsight.com)
(08.07.2023.)
 18. Raunek: *Working of Wartsila open loop scrubber system*, 20.08.2016. Video: Working of Wartsila Open Loop Scrubber System (marineinsight.com)
(08.07.2023.)
 19. *Rice speed nozzles more efficient than Kort nozzle*, 2018. Rice Speed Nozzles more efficient than Kort 19a Nozzle (propellerpages.com) (09.07.2023.)
 20. *SkySails- Towing Kites For Ships*, 2022. SkySails – Towing Kites For Ships - TFOT (thefutureofthings.com) (16.07.2023.)
 21. Speak, A.: *The maritime sector's green transition*, 29.04.2021. The maritime sector's green transition | AFRY (28.06.2023.)
 22. Subhodeep, G.: *What are hybrid ships?*, 06.05.2022. What Are Hybrid Ships? (marineinsight.com) (15.07.2023.)
 23. *The port of the future in Europe: Energy efficient and environmentally sustainable*, 24.07.2018.
The Port of the Future in Europe: Energy-efficient and environmentally sustainable - Docks The Future (26.07.2023.)
 24. Vasudevan, S.: *Digitalization in the Shipping & Maritime Industry*, 25.08.2021.
Digitalization in the Shipping and Maritime Industry (experionglobal.com)
20.07.2023.

25. Walker, T., et al.: *Environmental Effects of Marine Transportation*, 01.09.2018, (PDF) Environmental Effects of Marine Transportation (researchgate.net) (22.06.2023.)
26. *Waste heat recovery systems*,2023. Waste heat recovery systems (imo.org) (09.07.2023.)
27. Watson Farley&Williams: *Alternative fuels- what does the future hold for shipping?*, 12.05.2021. Alternative Fuels – What does the future hold for Shipping? - WFW (18.07.2023.)

4) OSTALI IZVORI

1. DNV-GL Maritime: Assessment of selected alternative fuels and technologies, 01.06.2019, online: [Alt-Fuels_guidance_complete_2019-08_web\(1\).pdf](#) (15.07.2023.)
2. DNV: *Maritime forecast to 2050, Energy transition outlook 2022*, 2022, online: [DNV Maritime Forecast 2050 2022-final \(1\).pdf](#) (21.07.2023.)
3. European Union: *Susport- sustainable ports*, 04.08.2020, online: [Port Authority – SUSPORT – SUSustainable PORTs](#) (03.08.2023.)
4. Europsko Vijeće, *Europski zeleni plan*, 21.07.2021, online: [Europski zeleni plan - Consilium \(europa.eu\)](#) (17.05.2023.)
5. International Maritime Organization: *Marine Environment*, 2019, online: [Marine Environment \(imo.org\)](#) (06.06.2023.)
6. International Maritime Organization: *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*, 2019, online: [International Convention for the Prevention of Pollution from Ships \(MARPOL\) \(imo.org\)](#) (07.06.2023.)
7. International Maritime Organization: *International standards of training, certification and watchkeeping for seafarers*, 2019, online: [International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers \(STCW\) \(imo.org\)](#) (07.06.2023.)
8. International Maritime Organization: *Concept of sustainable maritime transport system*, 2013, online: [1163CONCEPT OF SUSTAINABLE MARITIME TRANSPORT SYSTEM.pdf \(un.org\)](#) (08.07.2023.)
9. Keegan, M.: *Driving digital transformation: A perspective on the port of Rotterdam*, 18.05.2021, online: [\(24\) Driving Digital Transformation: A Perspective on the Port of Rotterdam | LinkedIn](#) (03.08.2023.)
10. Maritime and Port Authority of Singapore: *Decarbonization blueprint*, 09.03.2022, online: [mpa-decarb-blueprint-2050a.pdf](#) (01.08.2023.)
11. Port of Rotterdam authority: *Port of Rotterdam*, 2023, online: [PORT OF ROTTERDAM - AIVP](#) (03.08.2023.)
12. Port of Rotterdam authority: *Building a sustainable port*, 2019, online: [factsheet-port-of-rotterdam-building-a-sustainable-port-en-2019.pdf \(portofrotterdam.com\)](#) (03.08.2023.)

13. Port of Rotterdam authority: *Ongoing projects*, 2023, online: [Ongoing projects | Port of Rotterdam](#) (03.08.2023.)
14. Port of Rotterdam authority: *Six infrastructure projects in first CES Rotterdam-Moerdijk*, 11.10.2021, online: [Six infrastructure projects central in first CES Rotterdam-Moerdijk | Port of Rotterdam](#) (03.08.2023.)
15. Svaetichin, I., Inkinen T.: *Port Waste Management in the Baltic Sea Area: A Four Port Study on the Legal Requirements, Processes and Collaboration*, 01.04.2017, online: [\(PDF\) Port Waste Management in the Baltic Sea Area: A Four Port Study on the Legal Requirements, Processes and Collaboration \(researchgate.net\)](#) (28.07.2023.)
16. United Nations, 2015, *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development United Nations*, A/RES/70/1, online: [21252030 Agenda for Sustainable Development web.pdf \(un.org\)](#) (14.05.2023.)
17. United Nations: *Blue Economy Concept Paper*, 01.07.2019, online: [2978BEconcept.pdf \(un.org\)](#) (24.06.2023.)
18. United Nations: *Sustainable port development and improving port productivity in ESCAP members countries*, 01.02.2020, online: [ESCAP-2020-PB-Sustainable-port-development-improving-port-productivity-ESCAP-members-countries.pdf](#) (24.07.2023.)
19. United Nations: *World ports sustainability program*, 14.03.2023, online: [IAPH-WPSP-Declaration-.docx \(live.com\)](#) (24.07.2023.)

POPIS KRATICA

KRATICA	PUNI NAZIV NA ENGLESKOM JEZIKU	PUNI NAZIV NA HRVATSKOM JEZIKU
ACI	Adriatic Croatia International Club	Organizacija nautičkog turizma u Hrvatskoj
AGV	automated guided vehicles	automatizirano vođena vozila
AI	Artificial intelligence	umjetna inteligencija
API	Application programming interface	aplikacijska programska sučelja
CES	Cluster energy strategy	Ažurirana energetska strategija
CO2	carbon dioxide	ugljičkov dioksid
JIT	Just in time	Točno na vrijeme
DTF	Docks the future	dokovi budućnosti
EMS	Express Mail Service	Sustavi upravljanja energijom
ESPO	The European Sea Ports Organization	Europska zajednica za pomorski promet
FSA	Formal safety assessment	formalna procjena sigurnosti
GFF	Green finance framework	Zeleni financijski tok
GICS	Green information and communication system	Zeleni informacijski i komunikacijski sustav
GIS	Geographic Information System	Geografski informacijski sustav
GSBN	Global Shipping Business Network	Globalna poslovna mreža za otpremu
GSCM	Green supply chain management	Zeleno upravljanje opskrbnim lancem
GVALS	Green value added logistic services	Zeleni logistički servisi dodane vrijednosti
HFO	heavy fuel oil	teško loživo ulje
ICAO	International civil aviation organization	Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva

IMO	International Maritime Organization	Međunarodna pomorska organizacija
IoT	Internet of things	Internet stvari
IT	Information technology	informacijska tehnologija
JIT	Just in time	Točno na vrijeme
LCA	Life cycle assessment	Analiza životnog ciklusa
LH2	liquid hydrogen	vodik
LNG	liquified natural gas	ukapljeni prirodni plin
LPG	liquified petroleum gas	ukapljeni naftni plin
MARPOL	The International convention for the prevention of pollution from ships	Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova
MAS	Multi agent system	računalni sustav upravljanja i automatizacije
MGO	marine gas oil	morsko plinsko ulje
e-MGO	eco marine gas oil	ekološko morsko plinsko ulje
Bio-MGO	biological marine gas oil	Karbonski neutralno plinsko ulje
MGSCM	Maritime Green Supply Chain Management	Zelena pomorska logistika
MPA	Maritime&Port authority of Singapore	Pomorska lučka uprava Singapura
mm	millimeter	milimetar
OPS	Onshore power system	Sustav napajanja s kopna
SDGs	sustainable development goals	provedba ciljeva održivog razvoja
SENSREC	Safe and environmentally sound ship recycling in Bangladesh	Sigurno i ekološki prihvatljivo recikliranje brodova u Bangladešu
SG-MDH	Singapore maritime data hub	Pomorsko podatkovno središte u Singapuru

SOLAS	Safety of life at sea	Konvencija za zaštitu života na moru
SPS	Sandwich plate system	Sustav sendvič ploča
STCW	The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers	Međunarodna konvencija o standardima obuke, certifikata i stražarenja
UNCED	United Nation conference on environment and development	Konferencija Ujedinjenih Naroda o okolišu i razvoju
USD/GJ	gigajoule	giga džul
VLSFO	very low Sulphur fuel oil	loživo ulje s niskim sadržajem sumpora
WSSD	World summit on sustainable development	Svjetski samit o održivom razvoju

POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Model ekološki održivog broda	29
Slika 2. Faze održivog razvoja luka.....	61
Slika 3. Vizualizacija buduće marine Porto Baroš.....	80

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz broja brodova prema najzastupljenijim vrstama alternativnih pogona.....	47
Grafikon 2. Tržišni razvoj brodova s alternativnim gorivima u narednim godinama	48
Grafikon 3. Usporedba flote brodova konvencionalnih i alternativnih pogona .	49
Grafikon 4. Usporedba prema vrstama brodova	50