

Analiza tehničkih značajki ribarskih brodova na Jadranu

Mateljak, Bruno-Srećko

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:180356>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Bruno-Srećko Mateljak

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Nikola Vladimir, dipl. ing.

Student:

Bruno-Srećko Mateljak

Zagreb, 2023.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Nikoli Vladimiru na pomoći, sugestijama i strpljenju prilikom izrade završnog rada.

Zahvaljujem se svojoj djevojci, obitelji i prijateljima na ukazanoj podršci i razumijevanju.

Bruno-Srećko Mateljak



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija brodogradnje



Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 23 – 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 23 -	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Bruno-Srećko Mateljak** JMBAG: **0035217121**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza tehničkih značajki ribarskih brodova na Jadranu**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of technical properties of fishing vessels in the Adriatic Sea**

Opis zadatka:

Ribarstvo i marikultura globalno predstavljaju iznimno važne grane gospodarstva u cilju osiguravanja dovoljnih količina hrane. Ribolovne aktivnosti provode se pomoću iznimno širokog spektra ribolovnih alata, te ribarskim brodovima vrlo različitih tehničkih značajki, koje nisu samo rezultat eksploatacijskih zahtjeva, već i povijesnog nasljeđa, što značajno utječe na učinkovitost ribolovnih operacija. U završnom radu potrebno je analizirati tehničke značajke ribarskih brodova kakvi se dominantno koriste na Jadranu, s naglaskom na njihove energetske sustave, temeljem dostupnih baza podataka. Ovisno o tipu ribarskog broda i načinu njegove eksploatacije, potrebno je raščlaniti energetske potrebe brodskog energetskeg sustava, kao i načine na koje se one namiruju. Temeljem prikupljenih podataka potrebno je procijeniti emisije ispušnih plinova flote, te dati pregled tehničkih i operativnih mjera kojima ih je moguće reducirati. U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. 11. 2022.

Datum predaje rada:

1. rok: 20. 2. 2023.
2. rok (izvanredni): 10. 7. 2023.
3. rok: 18. 9. 2023.

Predvideni datumi obrane:

1. rok: 27. 2. – 3. 3. 2023.
2. rok (izvanredni): 14. 7. 2023.
3. rok: 25. 9. – 29. 9. 2023.

Zadatak zadao:

Izv. prof. dr. sc. Nikola Vladimirović

Predsjednik Povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Ivan Čatipović

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
SAŽETAK.....	VI
SUMMARY	VII
1. UVOD.....	1
2. RIBARSTVO U HRVATSKOJ	3
2.1. Općenito o ribolovu u Republici Hrvatskoj	3
2.2. Tipovi ribarskih brodova u Hrvatskoj	5
2.3. Podjela ribarskih brodova.....	5
2.4. Podjela ribolovnih tehnika na temelju alata za lov	6
2.4.1 Ribolov mrežama plivaričama	7
2.4.2. Ribolov povlačnim mreža (koćama)	8
2.5. Hrvatska ribolovna flota.....	10
3. ENERGETSKI SUSTAVI RIBARSKIH BRODOVA	15
3.1. Ugljični otisak u ribarstvu	15
3.2. Izračun ugljičnog otiska	16
3.2.1. <i>Izračun ugljičnog otiska plivaričara na temelju proračunate vrijednosti potrošnje goriva</i>	<i>17</i>
3.2.2. <i>Izračun ugljičnog otiska plivaričara na temelju izmjerene vrijednosti potrošnje goriva</i>	<i>19</i>
3.2.3. <i>Izračun ugljičnog otiska kočara na temelju proračunate vrijednosti potrošnje goriva</i>	<i>21</i>
3.2.4. <i>Izračun ugljičnog otiska kočara na temelju izmjerene vrijednosti potrošnje goriva .</i>	<i>22</i>
3.2.5. <i>Usporedba rezultata proračuna ugljičnog otiska kod plivaričara i kočara</i>	<i>24</i>
4. PREGLED METODA ZA REDUKCIJU UGLJIČNOG OTISKA	27
4.1. Alternativni izvor energije	28
4.2. Učinkovita upotreba energije	30
4.3. Poboljšanje operativnih postupaka.....	31

4.4. Korištenje održivih materijala i smanjenje otpada	31
5. ZAKLJUČAK	32
LITERATURA	33

POPIS SLIKA

Slika 1. Unutarnje i vanjsko ribolovno more u Republici Hrvatskoj [6]	3
Slika 2. Tehnika lova ribe mrežom plivaricom [11]	7
Slika 3. Koćarenje pridnenom mrežom [15]	8
Slika 4. Koćarenje lebdećom mrežom [17]	9
Slika 5. Usporedba broja plivaričara i kočara za 2020. i 2021. godinu [19]	11
Slika 6. Ovisnost snage i duljine kod plivaričara	12
Slika 7. Ovisnost snage i GT kod plivaričara	12
Slika 8. Ovisnost snage i duljine kod kočara	13
Slika 9. Ovisnost snage i GT kod kočara	13
Slika 10. Ovisnost snage motora i ugljičnog otiska	18
Slika 11. Vrijednost ugljičnog otiska plivaričara zimi i ljeti	20
Slika 12. Ovisnost snage i ugljičnog otiska kočara	21
Slika 13. Vrijednost ugljičnog kočara otiska zimi i ljeti	23
Slika 14. Usporedni prikaz izmjerenih i proračunatih vrijednosti	24
Slika 15. Prikaz ugljičnog otiska plivaričara i kočara na temelju izmjerenih vrijednosti	25

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba broja plovila prema tipu, za 2020. i 2021. godinu	6
Tablica 2. Tehničke značajke ribarske flote iznad 15 m [18]	10
Tablica 3. Usporedba broja plovila prema vrsti ribolova, za 2020. i 2021. godinu [19]	11
Tablica 4. Prikaz rezultata ugljičnog otiska	17
Tablica 5. Mjerni podaci plivaričara nakon mjesečnog ciklusa	19
Tablica 6. Prikaz rezultata ugljičnog otiska	19
Tablica 7. Prikaz rezultata proračuna ugljičnog otiska kočara.....	21
Tablica 8. Mjerni podaci kočara nakon mjesečnog ciklusa	22
Tablica 9. Prikaz rezultata proračuna ugljičnog otiska kočara.....	22

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
c_F	t CO ₂ /t gorivo	Emisijski faktor
CF	t CO ₂ /dan	Ugljični otisak
FC	t/dan	Potrošnja goriva
GT	-	Bruto tona
L_{OA}	m	Duljina preko svega
P	kW	Snaga
SFC	t gorivo/kWh	Specifična potrošnja goriva

SAŽETAK

U ovom završnom radu analizirane su tehničke značajke ribarskih brodova i njihova povezanost s dekarbonizacijom ribarskih operacija, s naglaskom na kočare i plivaričare. Praćenje energetskega profila ribarskih plovila na koherentan način može otkriti izvore neučinkovitosti i omogućiti primjenu pouzdanih i ekonomski isplativih intervencija za rješavanje tih problema. Ribarski alati koriste energiju intenzivno, što može dovesti do povećanja potrošnje goriva i narušavanja ekonomske održivosti ribarske industrije. Ugljični otisak analiziran je kod ribarskih brodova, s naglaskom na brodske energetske sustave i potrošnju goriva, kao i faktore koji utječu na emisije stakleničkih plinova.

Kao zaključak završnog rada, utvrđeno je da ribarska industrija ima veliki potencijal za dekarbonizaciju ribolovnih operacija kroz primjenu održivih materijala, smanjenje otpada i korištenje obnovljivih izvora energije. Također, utvrđeno je da je porast ugljičnog otiska veći kod plivaričara u usporedbi s kočarima, što ukazuje na potrebu za daljnjim istraživanjem i razvojem inovativnih tehnologija koje će doprinijeti dekarbonizaciji ribolovnih operacija i održivom razvoju ribarske industrije.

Ključne riječi: ribarski brodovi, kočari, plivaričari, ugljični otisak, energetske sustav, dekarbonizacija.

SUMMARY

This thesis analyzed technical characteristics of fishing vessels and their relation to decarbonizing fishing operations, with a focus on trawlers and purse seiners. Coherent monitoring of the energy profile of fishing vessels through an energy audit can identify sources of inefficiency and allow for the implementation of reliable and cost-effective interventions to address these issues. Fishing equipment uses energy intensively, which can lead to increased fuel consumption and compromise the economic pillar of sustainability of the fishing industry. The carbon footprint was analyzed for fishing vessels, with a focus on ship energy systems and fuel consumption, as well as factors that influence greenhouse gas emissions.

As a conclusion of the thesis, it was determined that the fishing industry has great potential for decarbonizing fishing operations using sustainable materials, waste reduction, and renewable energy sources. Additionally, it was found that the increase in carbon footprint is greater in purse seiners compared to trawlers, which indicates the need for further research and development of innovative technologies that will contribute to the decarbonization of fishing operations and the sustainable development of the fishing industry.

Keywords: fishing vessels, trawlers, purse seiners, carbon footprint, energy system, decarbonization.

1. UVOD

Ljudske aktivnosti uvelike utječu na klimu i temperaturu planeta zemlje. Pri tome veliku ulogu ima smanjenje šuma, uzgoj stoke i izgaranje fosilnih goriva. Izgaranje fosilnih goriva smatra se glavnim uzrokom klimatskih promjena, zbog čega je smanjenje emisija postalo ključni cilj Pariškog klimatskog sporazuma. Koherentno praćenje profila potrošnje energije ribarskih plovila može identificirati izvore neučinkovitosti, omogućujući implementaciju pouzdanih i ekonomski učinkovitih intervencija. Korištenje ribolovnih alata energetske je intenzivan način proizvodnje hrane, a njegova ekonomska održivost vrlo je osjetljiva na potrošnju goriva. Sektor ribarstva suočen je s problemima emisija koji proizlaze iz opsežne uporabe dizelskih motora kao primopokretača [1]. Napredak tehnologije u ribolovu također je uzrokovao motorizaciju, odnosno upotrebu snažnijih motora i samim time povećanu potražnju za fosilnim gorivima. Ovo zahtijeva maksimiziranje energetske učinkovitosti jer ribarska plovila postaju dominantni potrošači energije. Primarni cilj Pariškog sporazuma je postizanje održivog upravljanja prirodnim resursima za smanjenje emisija stakleničkih plinova, a posebice za smanjenje emisija CO₂ koje nastaju izgaranjem fosilnih goriva. Iako neadekvatne tehnike analize otežavaju rangiranje ribolovnih alata prema njihovim emisijama stakleničkih plinova, relativna potrošnja goriva pri primjeni različitih metoda nudi razumnu osnovu za procjenu emisija. Doista, ribarski brodovi, posebno u Sredozemlju, obično su iznimno energetske neučinkoviti, a pristupi za povećanje njihove energetske učinkovitosti doprinijeli bi konkurentnosti i profitabilnosti ribarske industrije i očuvanju okoliša. Izgaranje fosilnih goriva za potrebe ljudskih aktivnosti proizvodi emisije različitih stakleničkih plinova, uključujući ugljikov dioksid (CO₂), metan (CH₄), dušikov oksida (N₂O) i fluorirane plinove, u niskim koncentracijama. Ove emisije uzrokuju efekt staklenika, što rezultira zagrijavanjem zemljine površine [2]. Istodobno, energetske učinkovite tehnologije i promjena u ponašanju također mogu smanjiti štetu vodenim ekosustavima, smanjiti emisije i smanjiti troškove goriva u ribolovu. Dobra energetska učinkovitost flota ključna je za postizanje ekonomski i ekološki održivog ribarstva [3]. U okviru ovog završnog rada, analizirane su tehničke značajke hrvatske ribarske flote, te je obrađena potrošnja goriva kao ključni pokazatelj operativne energetske učinkovitosti. Analizirano je koliko se izmjerena vrijednost potrošnje goriva razlikuje od prosječne vrijednosti dobivene računskim putem i kakav utjecaj ima na emisije štetnih plinova [1]. Mjerni podaci plovila koja su obrađena u ovom završnom radu, njihovim operativnim režimima, potrošnji goriva, preuzeti su s Katedre za strojeve i uređaje plovnih objekata na Fakultetu strojarstva i brodogradnje

Sveučilišta u Zagrebu, gdje se provodi nekoliko projekata usmjerenih na poboljšanje održivosti hrvatske ribarske flote, financiranih iz Europskog fonda za pomorstvo i ribarstvo.

2. RIBARSTVO U HRVATSKOJ

2.1. Općenito o ribolovu u Republici Hrvatskoj

Ribarstvo je jedan od najstarijih sektora razvijenih u zemljama koje imaju pristup moru ili slatkovodnim vodama [4]. Ribolov na Jadranu odvija se na prostoru ribolovnog mora, koje se dalje dijeli na različite ribolovne zone i podzone. Osnovna podjela gospodarskog ribolova uključuje koćarski, plivaričarski i priobalni ribolov, dok se ribolov općenito dijeli na gospodarski (uključujući gospodarski u užem smislu te mali obalni) i negospodarski (sportski i rekreacijski). U Hrvatskoj, ribolovno more je podijeljeno na 11 ribolovnih zona (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K) i 37 podzona, koje se razlikuju po količini i zastupljenosti pojedinih morskih organizama [5]. Slika 1 prikazuje područje unutarnjeg i vanjskog ribolovnog mora u Republici Hrvatskoj.



KARTA 1.

Slika 1. Unutarnje i vanjsko ribolovno more u Republici Hrvatskoj [6]

Gospodarsko i komercijalno orijentirano morsko ribarstvo je djelatnost koja ima za cilj profitabilno korištenje prirodnih bogatstava Jadranskog mora, pri čemu se koriste dopušteni ribolovni alati i adekvatna plovila za ulov riba, rakova i školjki. Glavni cilj ove djelatnosti je prodaja na tržištu i generiranje novostvorene vrijednosti kroz komercijalnu eksploataciju ribolovnih resursa.

Gospodarski ili komercijalni ribolov je oblik ribolova u kojem se riba lovi u velikim količinama radi prodaje na tržištu i stvaranja profita. Tehnološka unaprjeđenja u komercijalnom ribolovu omogućila su povećanje učinkovitosti, posebno primjenom sintetičkih mreža koje su vrlo izdržljive i otporne na velika naprezanja. S druge strane, nekomercijalni ili negospodarski ribolov podrazumijeva ribolov za vlastitu uporabu, bez namjere generiranja profita ili utjecaja na tržište ribe. Koćarski ribolov i ribolov okružujućom mrežom plivaricom su primjeri komercijalnog ribolova, dok priobalni ribolov obuhvaća ribarske alate poput mreža stajaćica, potegača, vrša, udica i osti [6].

2.2. Tipovi ribarskih brodova u Hrvatskoj

Prema propisima RH o kategorizaciji plovila, ribarska flota podijeljena je na brodove i brodice. Ribarski brod je definiran u Pomorskom zakoniku (članak 5. stavak 1. točka 18.) na sljedeći način: “Ribarski brod jest brod s mehaničkim porivom namijenjen i opremljen za ulov ribe i drugih živih bića iz mora ili na morskome dnu, čija je duljina veća od 12 metara, a bruto tonaža veća od 15 tona.” Ribarska brodice nije definirana Pomorskim zakonikom, ali se u kategoriji “brodice” za gospodarske namjene ističe da je između ostalih i ona namijenjena obavljanju ribolova [7]. Ribarski brodovi se razlikuju prema vrsti ribolovne tehnike i alatu koji se koriste za ribolov. Postoje brodovi za ribolov mrežama stajaćicama, povlačnim mrežama za kočce, plivaricama, parangalima, panulama, udicom, harpunima, svjećaricama te kombinirani ribarski brodovi. Osim toga, postoje i logistički brodovi za prijevoz i preradu ulova, te tragači ribe i druga plovila koja se koriste u ribarskoj industriji [8].

2.3. Podjela ribarskih brodova

U Hrvatskoj se ribarska plovila mogu podijeliti u nekoliko kategorija prema veličini, vrsti i namjeni. Neke uobičajene kategorije ribarskih plovila u Hrvatskoj uključuju:

- Mala plovila: To su čamci koji su obično kraći od 12 metara i koriste se za obalni ribolov. Mogu se pokretati jedrima, veslima ili malim motorima, a koriste se za lov raznih vrsta kao što su sardine, inćuni i lignje.
- Plovila srednje veličine: Ovi su čamci obično dugi između 12 i 24 metra i koriste se za obalni i pučinski ribolov. Mogu biti opremljeni većim motorima i naprednijom opremom za ribolov, a koriste se za lov vrsta kao što su oslić, bakalar i tuna.
- Velika plovila: Ovo su najveći ribarski brodovi u Hrvatskoj, obično dulji od 24 metra. Koriste se za ribolov na pučini i mogu biti opremljeni posebnom opremom kao što su kočarske mreže ili parangali. Velika plovila često se koriste za lov pelagičkih vrsta kao što su sabljarka i plavoperajna tuna.
- Plovila za akvakulturu: Ovi se čamci koriste za uzgoj morskih vrsta poput kamenica, dagnji i lososa. Mogu se koristiti za održavanje i ulov ribe iz uzgoja ili za prijevoz žive ribe na tržište.

Osim po ovim kategorijama, ribarska plovila u Hrvatskoj mogu se razlikovati i po vlasništvu i načinu rada. Tehničke karakteristike ribarskih brodova variraju u veličini/duljini (od oko 12 do 100 metara), s različitim vrstama opreme na brodu, te slijede promjenjive rute tijekom nekoliko dana ili tjedana, što čini njihove potrebe za energijom visoko varijabilnima [8]. Neka su plovila u privatnom vlasništvu i njima upravljaju pojedinačni ribari, dok su druga u vlasništvu tvrtki ili zadruge i njima može upravljati više članova posade. U Tablici 1 je prikazana usporedba broja brodova i brodica prema njihovom tipu.

Tablica 1. Usporedba broja plovila prema tipu, za 2020. i 2021. godinu

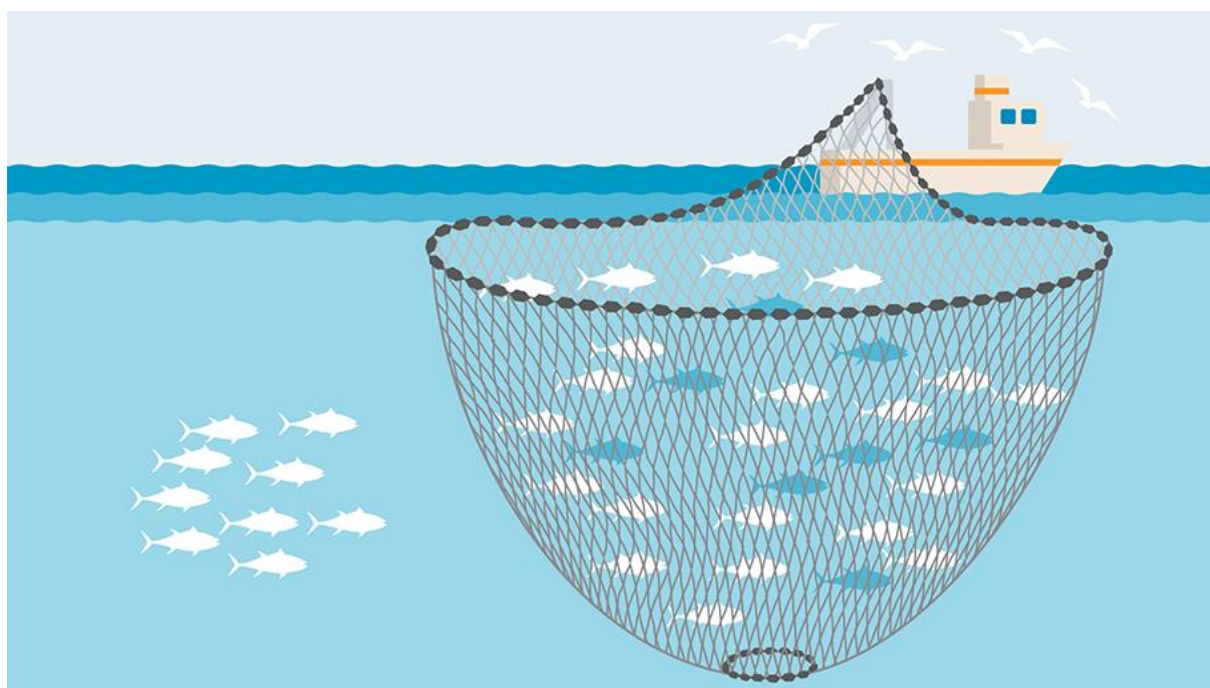
Plovila prema vrsti	2020.			2021.		
	Broj plovila	Ukupna veličina plovila, BT	Ukupna snaga pogonskog stroja plovila, kW	Broj plovila	Ukupna veličina plovila, BT	Ukupna snaga pogonskog stroja plovila, kW
Brodovi	325	27 621	110 810	329	27 665	110 924
Brodice	7230	16 686	237 645	7428	16 956	243 302
Ukupno	7555	44 307	348 455	7757	44 621	354 226

2.4. Podjela ribolovnih tehnika na temelju alata za lov

Ribolovne tehnike se mogu podijeliti na temelju različitih kriterija, a jedan od njih je vrsta alata koji se koristi za lov. Neki od glavnih tipova ribolovnih tehnika na temelju alata su lov na mrežu, udicu, plovak i specijalizirane alate. Lov na mrežu je jedna od najstarijih i najraširenijih ribolovnih tehnika. To se postiže postavljanjem mreže u more ili rijeku kako bi se ulovila riba koja pliva u blizini. Mreže se mogu postaviti na različite načine i koristiti se za lov različitih vrsta riba. Ova tehnika se koristi za lov riba koje plivaju u skupinama, kao što su sardine, makarel, šprota. Mreže se mogu postaviti na različite načine, kao što su *trawl*, *drift*, *set*, *gill* itd. Postoje različiti tipovi ribarskih brodova, od kojih su neki namijenjeni za ribolov mrežama stajaćicama, pridnenim i lebdećim povlačnim mrežama - kočama (kočari), mrežama plivaricama (plivaričari), kombinirani ribarski brodovi, brodovi za ribolov parangalima, panulama, udicom (udičari), harpunima (kitolovci), te postoje i logistički brodovi za prijevoz i preradbu ulova, tragači ribe i slično [9].

2.4.1 Ribolov mrežama plivaricama

Plivaricom se uglavnom love pučinske vrste riba, poput sitne i krupne plave ribe te srdela, inćuna, haringa i tuna. Ribarska mreža koja se koristi kod plivaričara je četvrtasta oblika i sastoji se od plutnje, olovnog tega i mrežnog materijala. Mreža se zatvara odozdo pomoću čeličnog užeta ili konopa pričvršćenog na olovnju, sprječavajući bijeg ribe. Plivarica se obično koristi na moru i većim jezerima, a mreže mogu biti duge od 200 do 1000 metara i visoke od 40 do 100 metara [10]. Nakon toga, mreža se izvlači na plovilo preko Puratićevog vitla. Ribolov mrežama plivaricama je efikasan način za ulov velikih količina ribe, ali također može dovesti do neželjenog ulova i oštećenja okoliša. Na Slici 2 prikazana je tehnika lova ribe plivaricom.



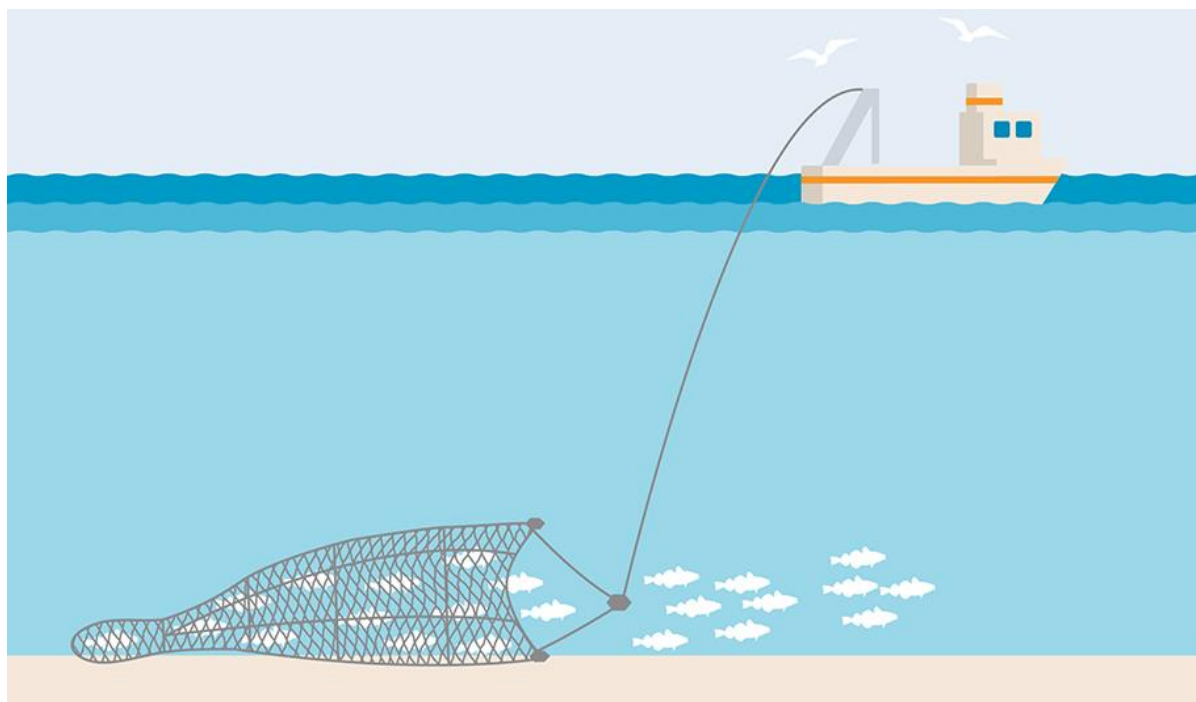
Slika 2. Tehnika lova ribe mrežom plivaricom [11]

2.4.2. Ribolov povlačnim mreža (koćama)

Koća se smatra najutjecajnijim dijelom plovila, koji izravno utječe na potrošnju goriva i kvalitetu ulova. Povlačna mreža ima stožasto tijelo koje obično ima vrećasti ili stožasti kraj [12]. Ribolov koćom obuhvaća upotrebu konično-vrećaste povlačne mreže koju tegli jedan ili dva broda po morskom dnu. Ova vrsta ribolova bazira se na korištenju mehaničke snage koja pruža veću pokretljivost mreže i omogućava veći ulov ribe. Koća ima sposobnost filtriranja pridnenih slojeva vode te sabira pridnenu ribu, rakove, školjke, travu i druge organizme. Međutim, prednost koće je struganje dna, ali istovremeno ograničava ribolov na čista i ravna dna bez podvodnih zapreka poput grebena ili potonulih predmeta [13].

Koće se dijele na lebdeće i pridnene mreže:

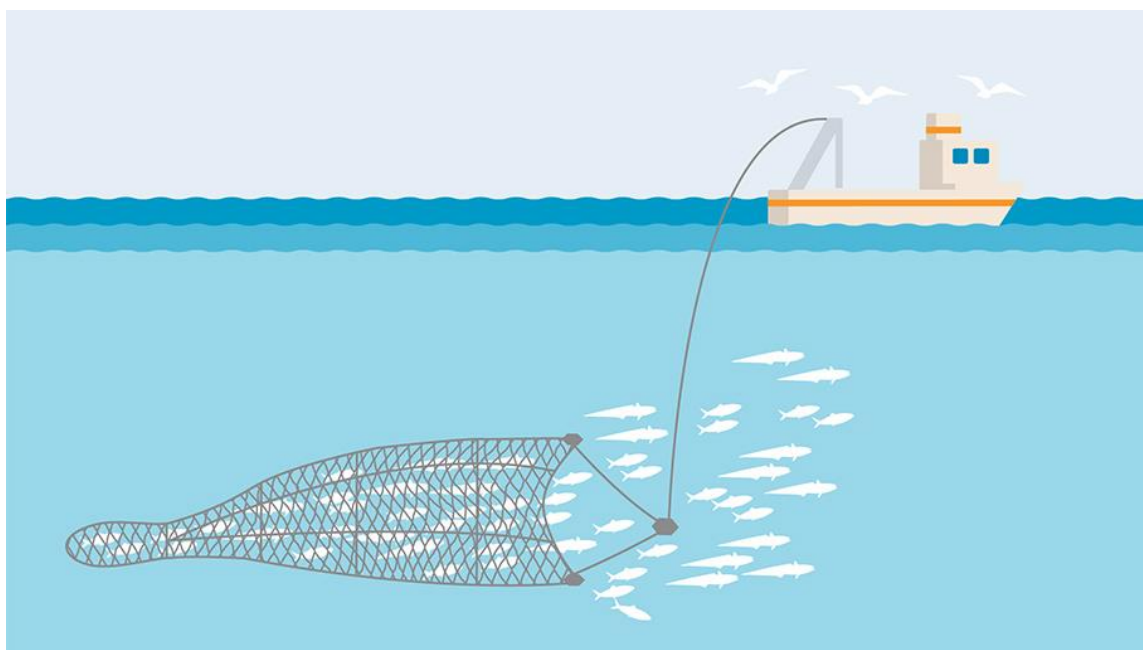
- Pridnena povlačna mreža koća je ribolovni alat koji je, kao što i samo ime sugerira, namijenjen za hvatanje ribe i drugih organizama koji obitavaju na dnu mora. Zbog svoje široke primjenjivosti u različitim ribolovnim područjima i njegove učinkovitosti, napisano je pravilo da se koristi na ribolovnim područjima gdje drugi alati nisu uspješni. Može se praktički koristiti u svim ribolovnim područjima osim onih terena koji imaju zapreke. Iz tih razloga, a posebno zbog svoje učinkovitosti, uobičajeno je da se ne koristi u priobalnom ribolovu [14]. Na Slici 3 prikazana je tehnika lova pridnenom koćom.



Slika 3. Koćarenje pridnenom mrežom [15]

- Lebdeća mreža

Na Slici 4 prikazan je ribolov lebdećom mrežom koja se koristi kod pučinskog ribolova. Ona »lebdi« iznad dna i može se prilagoditi po dubini prema potrebi. Upotreba sonara za otkrivanje jata riba povećava učinkovitost ribolova. Ribolov kočom se naziva kočarenje ili vučarenje, a sastoji se od niza kočarskih poteza koji uključuju spuštanje, povlačenje i istežanje kočice [16].



Slika 4. Kočarenje lebdećom mrežom [17]

2.5. Hrvatska ribolovna flota

U ovom završnom radu za analizu energetske učinkovitosti prikupljeni su tehnički podaci ribarske flote u Republici Hrvatskoj. Postoji više baza podataka iz kojih se mogu prikupiti tehničke značajke ribarske flote, i ovi podaci se mogu razlikovati ovisno o izvoru i metodi prikupljanja, što je uglavnom i slučaj. Zbog toga, u radu se razlikuju podaci dobiveni za flotu iznad 15 metara koju prati GFCM (*General Fisheries Commission for the Mediterranean*) [18] i flotu koja uključuje plovila ispod 15 metara duljine praćenu od strane Državnog zavoda za statistiku [19]. Tehničke značajke ribarskih brodova duljine iznad 15 m prikazane su u Tablici 2. Među njima su dva tipa brodova koji dominiraju u ribolovu i iskrcaju ribu na Jadranskom moru - plivaričari i kočari.

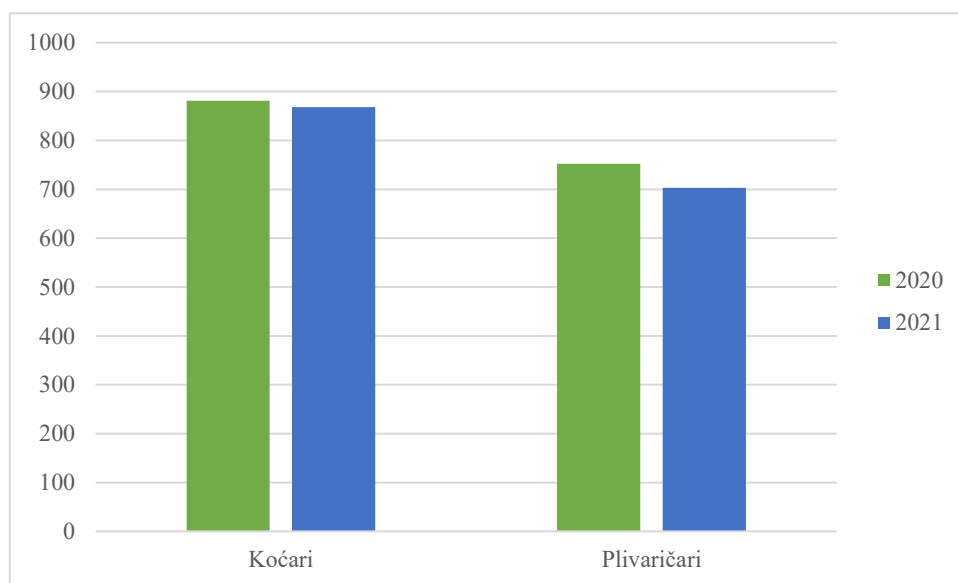
Razlika između plivaričara i kočara detaljno je objašnjena u poglavlju 2.4. U okviru završnog za analizu ugljičnog otiska koriste se informacije o ribarskim plovilima duljine preko 15 metara koja su ovlaštena za ribolov u području primjene GFCM-a (*General Fisheries Commission for the Mediterranean*).

Tablica 2. Tehničke značajke ribarske flote iznad 15 m [18]

Tip plovila [>15m]	Suma	Prosječna vrijednost duljine [m]	Prosječna vrijednost GT	Prosječna vrijednost snage glavnog stroja [kW]
Plivaričari	163	24,20	110,79	422,54
Kočari	83	19,20	58,82	251,28

Prikupljene tehničke značajke ribarske flote prikazane u Tablici 2 upotrijebit će se u analizi zbog usporedbe s izravno izmjerenim vrijednostima raspoloživim na Katedri za strojeve i uređaje plovnih objekata.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, na Slici 9 prikazana je usporedba broja kočara i plivaričara na Jadranu, za 2020. i 2021. godinu, bez obzira na njihovu duljinu [19].



Slika 5. Usporedba broja plivaričara i kočara za 2020. i 2021. godinu [19]

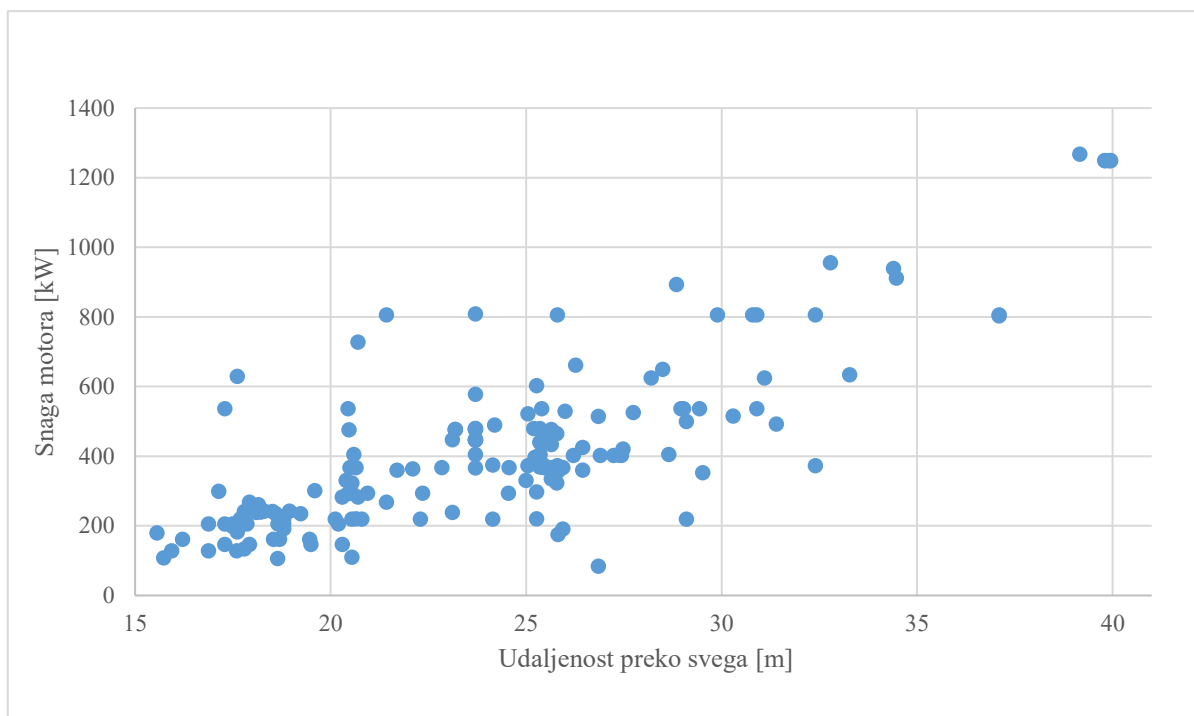
Iz Slike 9 vidi se da se broj kočara smanjio za 1,5 % dok se broj plivaričara također smanjio za 6,5 %.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, u Tablici 3 prikazana je usporedba broja plovila za gospodarski i mali obalni ribolov za 2020. i 2021. godinu [19].

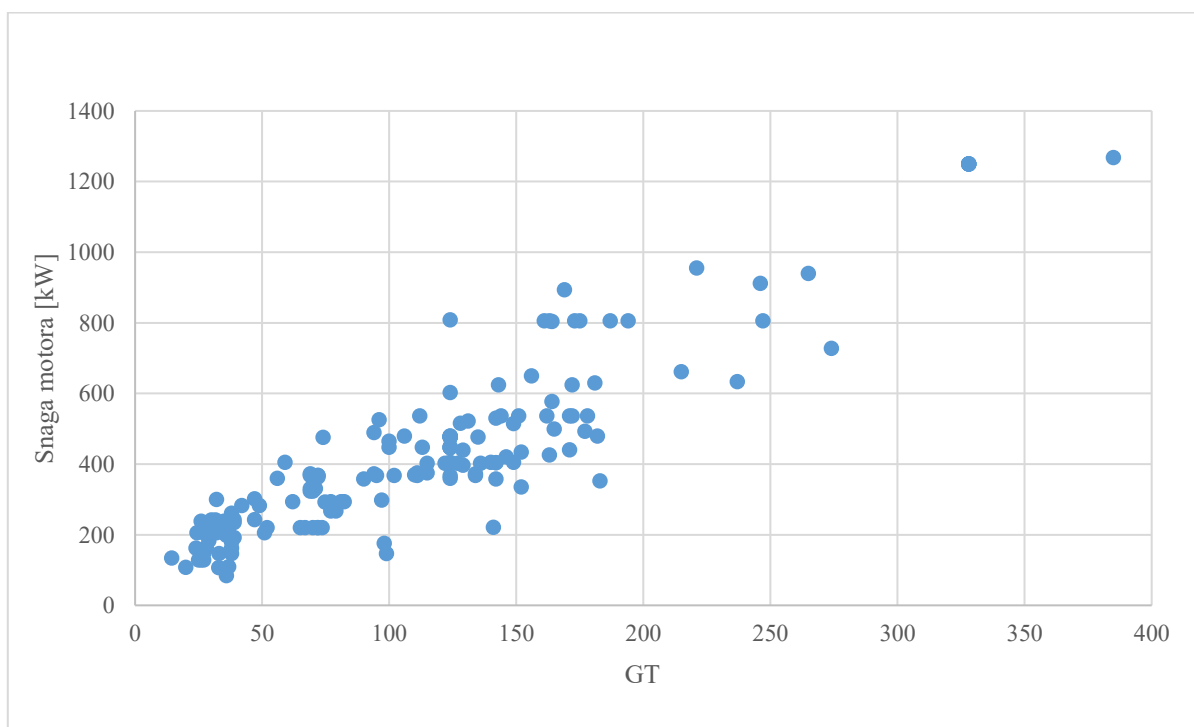
Tablica 3. Usporedba broja plovila prema vrsti ribolova, za 2020. i 2021. godinu [19]

Vrsta ribolova	2020.	2021.
Gospodarski ribolov	3030	3015
Mali obalni ribolov	3552	3548
Ukupno	6582	6563

Na Slikama 5 i 6 prikazani su dijagrami ovisnosti snage o GT-u i ovisnosti snage o duljini plivaričara prema podacima GFCM-a (*General Fisheries Commission for the Mediterranean*).

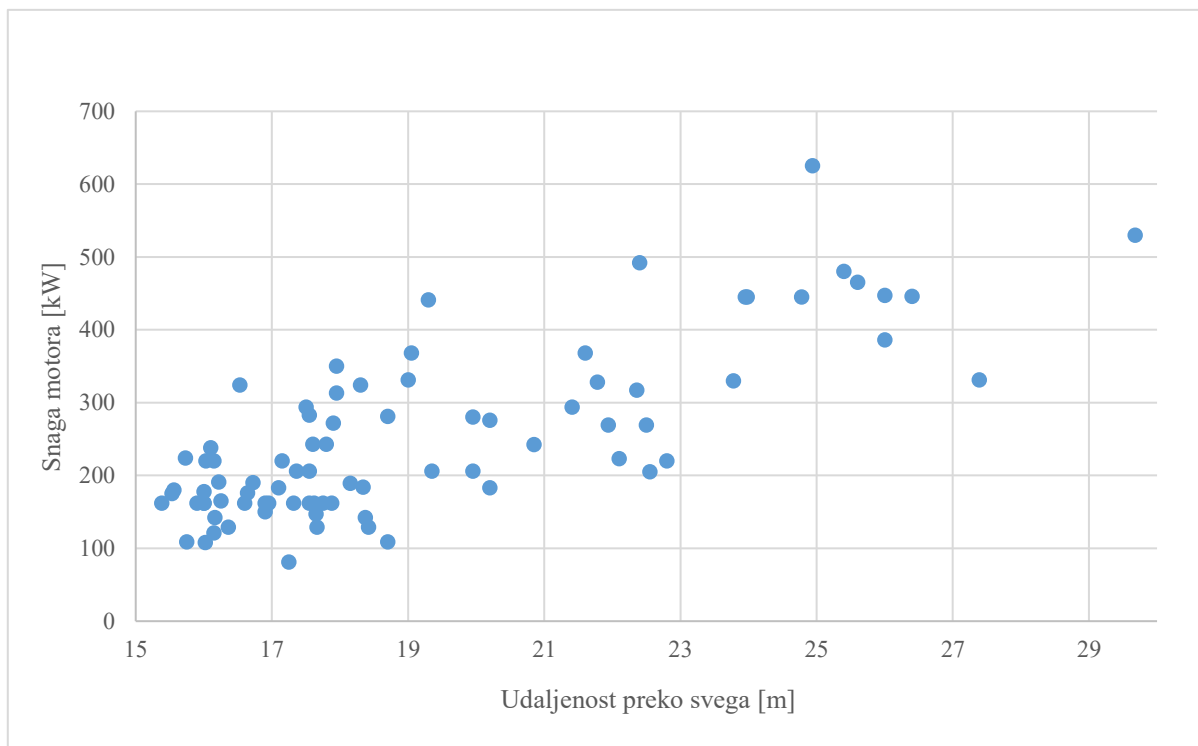


Slika 6. Ovisnost snage i duljine kod plivaričara

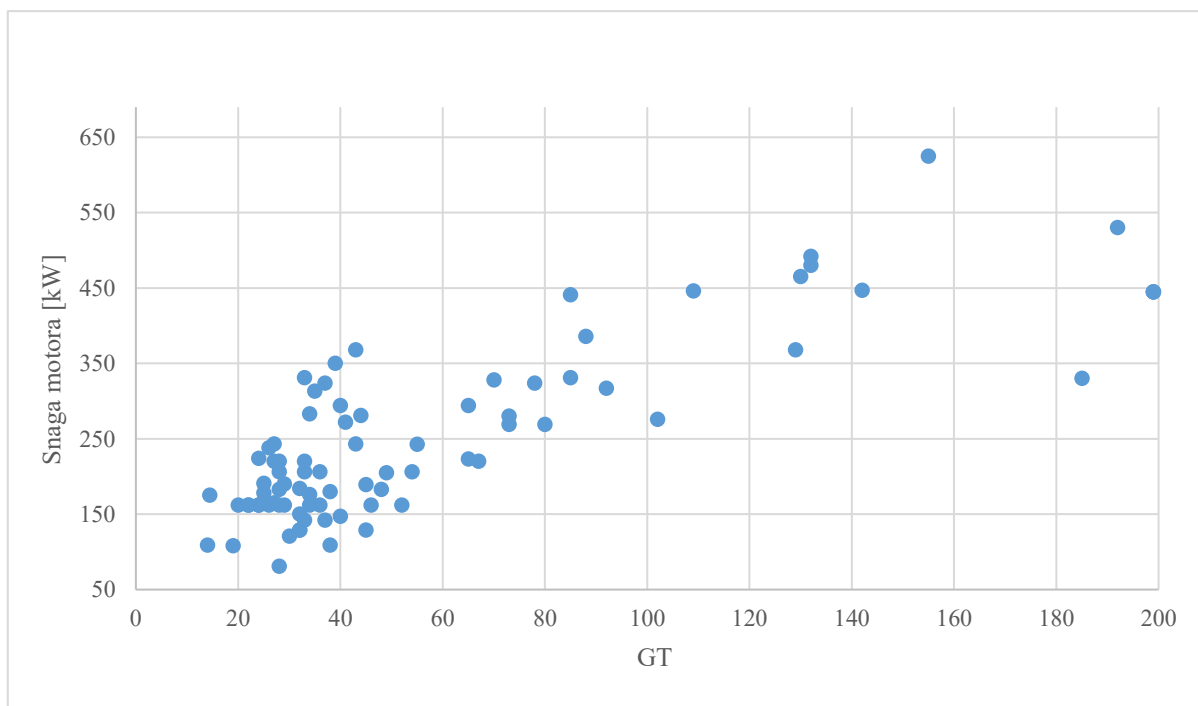


Slika 7. Ovisnost snage i GT kod plivaričara

Na Slikama 7 i 8 prikazani su dijagrami ovisnosti snage o GT-u i ovisnosti snage o duljini kočara prema podacima GFCM-a (*General Fisheries Commission for the Mediterranean*).



Slika 8. Ovisnost snage i duljine kod kočara



Slika 9. Ovisnost snage i GT kod kočara

Unatoč tome što plivaričari čine samo oko 5 % ukupnog broja ribarskih brodova, njihovi ulovi predstavljaju većinu ukupnog ulova ribe (uzimajući u obzir masu ribe kao kriterij), što ukazuje na to da su njihove operacije vrlo učinkovite. Zbog ulova različitih vrsta riba, plivaričari i kočari ostvaruju približno sličan profit [19]. To je primarno posljedica različite vrste ribe koju love, s obzirom na to da se pojedine vrste ribe prodaju po različitim cijenama. Također, različiti troškovi koje imaju plivaričari i kočari, kao što su troškovi goriva, opreme i održavanja, utječu na njihov profit, bez obzira na količinu ulova. Ovi podaci ukazuju na to da su operacije plivaričara i kočara efikasne, ali na različite načine.

3. ENERGETSKI SUSTAVI RIBARSKIH BRODOVA

Energetski sustavi ribarskih brodova imaju ključnu ulogu u održivosti ribolovne industrije. Ovi sustavi mogu uključivati motore i ostale elemente propulzijskih sustava, električne generatore i drugu opremu koja se koristi za napajanje plovila. U kontekstu smanjenja ugljičnog otiska ribolova, važno je razmotriti energetske učinkovitost ovih sustava. To može uključivati korištenje motora koji imaju visoku učinkovitost, instaliranje energetski učinkovitih električnih sustava na plovilu i implementaciju dobrih praksi upravljanja energijom kako bi se smanjila potrošnja energije. Osim toga, postoji nekoliko alternativnih izvora energije dostupnih za ribarska plovila poput solarne energije, sustava vjetra i energije valova. Korištenje takvih sustava može uvelike smanjiti ugljični otisak ribarskih plovila.

3.1. Ugljični otisak u ribarstvu

Ugljični otisak odnosi se na ukupnu količinu emisija stakleničkih plinova koje nastaju kao rezultat ribolovnih aktivnosti. Ribarski brodovi koji koriste velike mreže za ulov raznih vrsta riba, mogu imati značajan utjecaj na okoliš zbog energije koju koriste ribarska plovila, obrade i transporta ulova i drugih čimbenika. Osobito kada se uzme u obzir udaljenost koju ribarska plovila prelaze radi ulova ribe. Smanjenje potrošnje goriva i plovidba kraćim udaljenostima mogu pomoći u smanjenju ugljičnog otiska ribarstva.

Prerada i transport ribe također doprinose ugljičnom otisku ribarstva. Odabirom učinkovitijih metoda obrade, smanjenjem bacanja hrane i emisija iz prometa, ugljični otisak ribarstva može se smanjiti. Osim toga, promicanje lokalnih tržišta i smanjenje udaljenosti koju riba mora prijeći može doprinijeti smanjenju ugljičnog otiska.

3.2. Izračun ugljičnog otiska

Procjena ugljičnog otiska ribarstva može biti složen zadatak jer uključuje razmatranje širokog raspona aktivnosti i čimbenika koji doprinose emisijama stakleničkih plinova. Neke od ključnih aktivnosti i čimbenika koji se obično uzimaju u obzir pri procjeni ugljičnog otiska ribarstva uključuju:

- Potrošnju goriva ribarskih plovila;
- Prerađu i transport ribe;
- Ostale aktivnosti.

Potrošnja goriva ribarskih plovila uključuje količinu goriva koju ribarska plovila koriste za putovanje do i od ribolovnih područja, kao i gorivo koje se koristi za napajanje plovila energijom tijekom ribolova. To može biti značajan izvor emisija i važno je točno izmjeriti potrošnju goriva kako bi se procijenio ugljični otisak ribarstva.

Formula za izračun ugljičnog otiska obično uključuje sljedeće elemente:

- Potrošnja goriva: Odnosi se na količinu goriva koju koriste ribarska plovila i druga oprema u ribolovu.
- Potrošnja energije: To uključuje energiju koju troše ribarska plovila, pogoni za prerađu i druga oprema koja se koristi u ribolovu. To se može prikazati količinom električne energije, dizela i drugih oblika energije koji se koriste u ribarstvu.
- Prerađu i transport ribe: To uključuje energiju utrošenu tijekom obrade i transporta ribe, što se može predstaviti količinom energije utrošenom u hlađenju, transportu i pakiranju.

Ugljični otisak može se izračunati prema jednadžbi (1):

$$CF = FC \cdot c_F \quad (1)$$
$$\frac{\text{t CO}_2}{\text{sat}} = \frac{\text{t goriva}}{\text{sat}} \cdot 3,206 \frac{\text{t CO}_2}{\text{t goriva}}$$

gdje je:

CF – ugljični otisak (*eng. Carbon footprint*),

FC – potrošnja goriva (*eng. Fuel Consumption*),

c_F – emisijski faktor.

Iako formula za izračunavanje ugljičnog otiska obično uključuje više elemenata, radi pojednostavljenja koristiti će se samo jedan element sveukupne formule. S obzirom na to da potrošnja goriva predstavlja glavni izvor emisija CO₂ i drugih štetnih plinova, smanjenje te potrošnje ključno je za smanjenje emisija štetnih plinova i ublažavanje klimatskih promjena. Potrošnja goriva se može dobiti računskim putem i direktnim mjerenjem.

3.2.1. Izračun ugljičnog otiska plivaričara na temelju proračunate vrijednosti potrošnje goriva

Izračun ugljičnog otiska temeljen na proračunatoj vrijednosti potrošnje goriva jedan je od najčešćih načina utvrđivanja ukupne količine stakleničkih plinova koje proizvodi određena aktivnost. Ovaj pristup uzima u obzir količinu goriva koju koriste ribarska plovila i emisije stakleničkih plinova koje proizvode pri radu. Potrošnja goriva će se izračunati prema jednadžbi (2):

$$FC = P \cdot SFC \quad (2)$$

$$\frac{\text{t goriva}}{\text{h}} = \text{kW} \cdot 215 \cdot 10^{-6} \frac{\text{t goriva}}{\text{kWh}}$$

gdje je:

SFC – Specifična potrošnja goriva (*eng. Specific Fuel Consumption*),

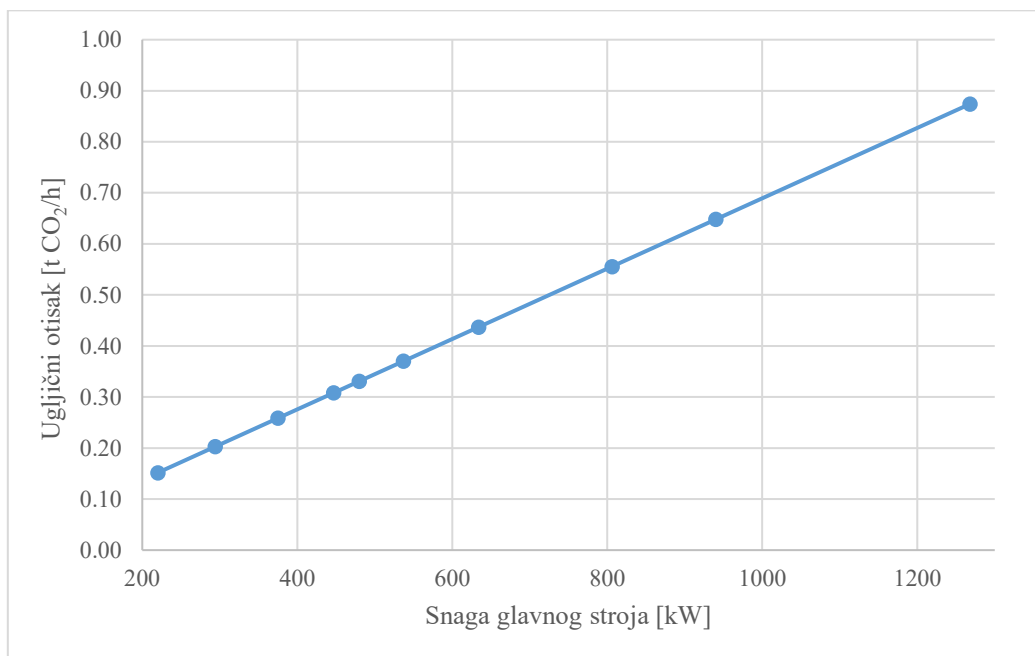
P – snaga glavnog stroja.

Prema jednadžbi (1) izračunati će se vrijednost ugljičnog otiska temeljena na proračunatoj vrijednosti potrošnje goriva. U Tablici 4 se nalaze rezultati ugljičnog otiska koje je potrebno podijeliti sa jedinicom snage kako bi se mogli uspoređivati sa vrijednostima ugljičnog otiska temeljenim na izmjerenim podacima potrošnje goriva.

Tablica 4. Prikaz rezultata ugljičnog otiska

PROSJEK PLIVARIČARA	
Prosječna vrijednost snage glavnog stroja [kW]	422,54
Prosječna potrošnja goriva po danu [t/h]	0,091
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [t CO₂/h]	0,291
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [t CO₂/kWh]	0,000689

Povećanje snage motora obično zahtijeva veću količinu goriva, što dovodi do proporcionalnog povećanja emisije CO₂. Kao primjer proporcionalnog povećanja, rezultati proračuna ugljičnog otiska prikazani su na Slici 10.



Slika 10. Ovisnost snage motora i ugljičnog otiska

3.2.2. Izračun ugljičnog otiska plivaričara na temelju izmjerene vrijednosti potrošnje goriva

U Tablici 5 prikazani su izmjereni podaci plivaričara za vrijeme jednomjesečnog ciklusa ljeto/zima. S poznatim izmjerenim podacima može se izračunati ugljični otisak koji će se usporediti sa vrijednošću ugljičnog otiska temeljenim na proračunatim vrijednosti potrošnje goriva.

Tablica 5. Mjerni podaci plivaričara nakon mjesečnog ciklusa

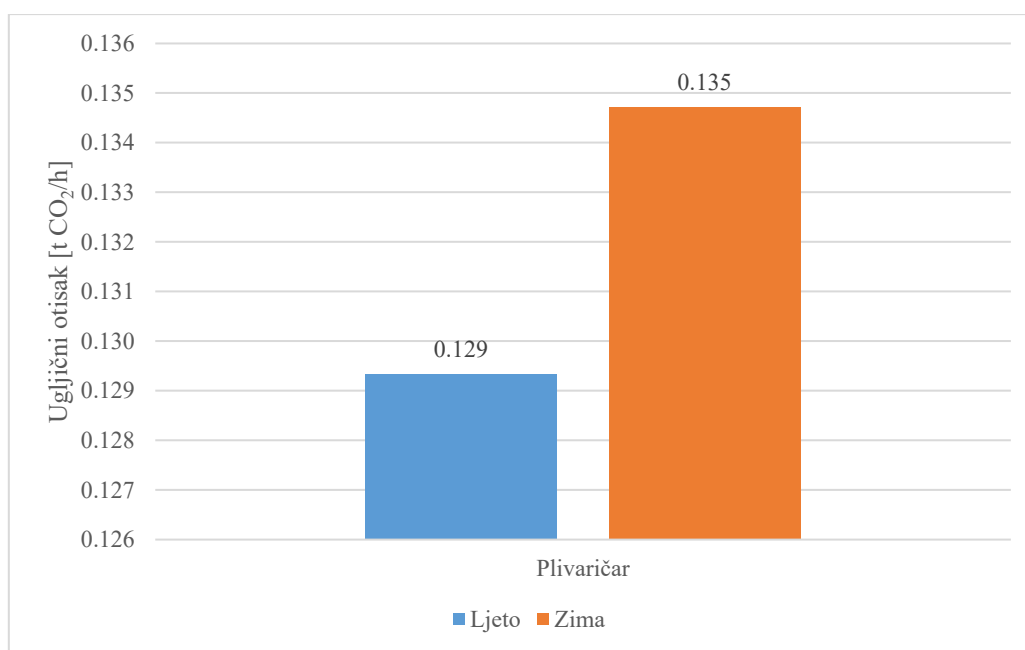
PLIVARIČAR	Ljeto	Zima
Potrošnja goriva [l]	5573,25	3639,91
Potrošnja goriva [t]	4,79	3,13
Radni sati [h]	118:42:05	74:31:01
Prosječna potrošnja goriva po danu [l/d]	1114,65	1213,3
Prosječna potrošnja goriva po satu [l/h]	46,91	48,86
Duljina preko svega [m]	25,27	
Širina [m]	7,2	
GT	141	
Snaga glavnog stroja [kW]	221	

Da bi se dobila točna mjerna vrijednost podataka u Tablici 5, kao što su prosječna potrošnja goriva po satu, potrebno ih je prvo podijeliti s brojem radnih sati. Kako bi se usporedile izračunate vrijednosti ugljičnih otisaka koje se temelje na izmjerenoj potrošnji goriva i onima koje se baziraju na proračunatoj potrošnji goriva, potrebno je dobiti vrijednosti potrošnje goriva po kW jedinice. U Tablici 6 su prikazani rezultati ugljičnog otiska

Tablica 6. Prikaz rezultata ugljičnog otiska

PLIVARIČAR	Ljeto	Zima
Snaga glavnog stroja [kW]	221	
Prosječna potrošnja goriva po danu [t/h]	0,040	0,042
Ugljični otisak [tCO ₂ /h]	0,129	0,135
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [tCO ₂ /h]	0,132	
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [tCO ₂ /kWh]	0,000597	

Na Slici 11 prikazan je povećani ugljični otisak zimi u odnosu na ljeto kod plivaričara, a to može biti posljedica nekoliko čimbenika. Prvenstveno, tijekom zime temperature na moru su niže, što zahtijeva veću potrošnju energije za grijanje i održavanje topline u brodskim prostorijama, kao što su kabine i kuhinje. Ovo dodatno opterećuje generator ili drugi izvor energije na brodu, što dovodi do povećanja potrošnje goriva i emisije CO₂. Ribarski brodovi zimi često plove duže i češće zbog sezonske migracije riba. Uz to, zimi se povećava rizik od nepovoljnih vremenskih uvjeta poput oluja i jakih vjetrova, što može uzrokovati povećanu potrošnju goriva zbog dodatnog otpora na valovima i manevriranja broda. U Tablici 5 navedeni su radni sati plivaričara zimi koji se razlikuju od radnih sati ljeti. U konačnici, zimi je dan kraći, što ograničava broj sati ribolova i zahtijeva bržu obradu ulova prije nego što se vrate u luku. Ovo također može zahtijevati dodatnu opremu i dodatne resurse koji utječu na povećanje potrošnje goriva i emisije CO₂.



Slika 11. Vrijednost ugljičnog otiska plivaričara zimi i ljeti

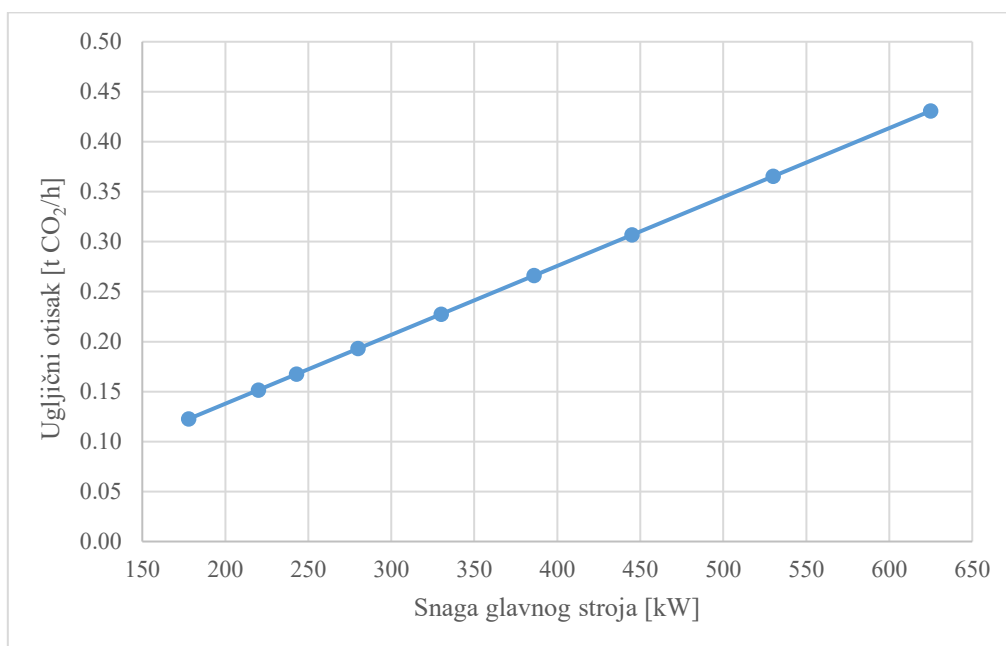
3.2.3. Izračun ugljičnog otiska kočara na temelju proračunate vrijednosti potrošnje goriva

Izračunati će se potrošnja goriva na isti način kao što je opisano u poglavlju 3.2.1., koristeći jednadžbu (2). Nakon toga će se temeljem izračunate vrijednosti potrošnje goriva odrediti potrebni ugljični otisak. Rezultati proračuna ugljičnog otiska prikazani su u Tablici 7.

Tablica 7. Prikaz rezultata proračuna ugljičnog otiska kočara

PROSJEK KOČARA	
Prosječna vrijednost snage glavnog stroja [kW]	251,28
Prosječna potrošnja goriva po danu [t/h]	0,054
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [tCO ₂ /h]	0,173
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [tCO ₂ /kWh]	0,000689

U poglavlju 3.2.1. je objašnjen je razlog porasta ugljičnog otiska. To se može ilustrirati primjerom linearnog povećanja, a rezultati proračuna ugljičnog otiska koji su prikazani na Slici 12 dokazuju tu činjenicu.



Slika 12. Ovisnost snage i ugljičnog otiska kočara

3.2.4. Izračun ugljičnog otiska kočara na temelju izmjerene vrijednosti potrošnje goriva

Kao kod prethodnog poglavlja, mjerni podaci koji su zadani u Tablici 8 iskoristit će se u usporedbi sa vrijednošću ugljičnog otiska temeljenim na proračunatoj potrošnji goriva.

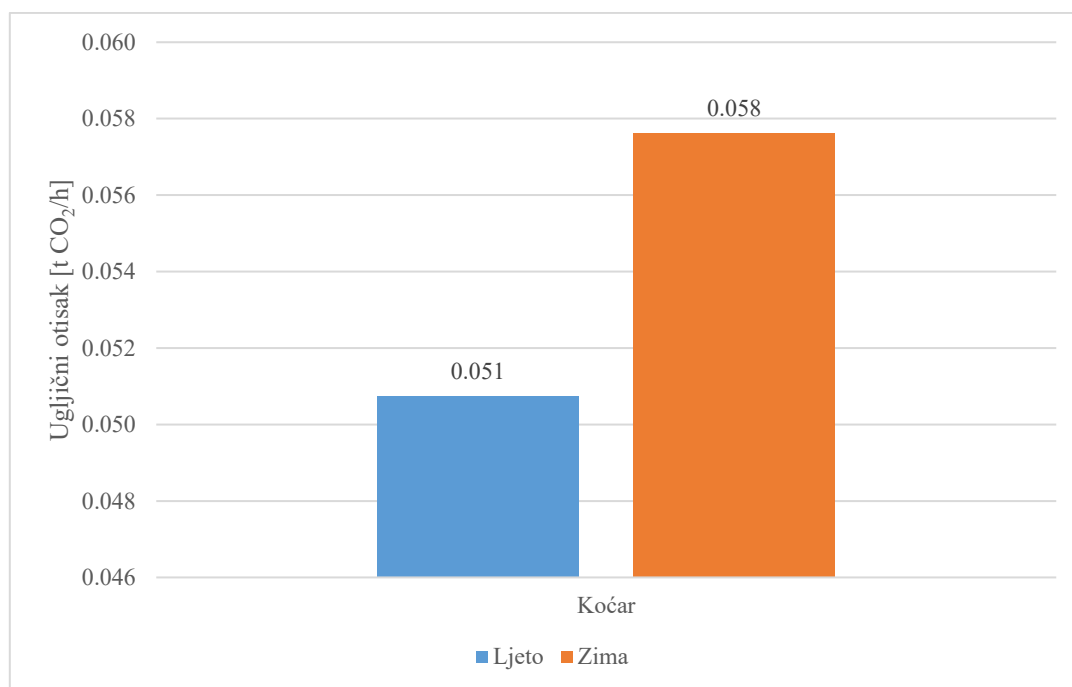
Tablica 8. Mjerni podaci kočara nakon mjesečnog ciklusa

KOČAR	Ljeto	Zima
Potrošnja goriva [l]	6142	4273,5
Potrošnja goriva [t]	5,28	3,68
Radni sati [h]	334	204
Prosječna potrošnja goriva po danu [l/d]	438,71	502,76
Prosječna potrošnja goriva po satu [l/h]	18,4	20,9
Duljina preko svega [m]	22,1	
Širina [m]	5,65	
GT	65	
Snaga glavnog stroja [kW]	223	

Izračun ugljičnog otiska je identičan kao kod plivaričara, samim time i usporedba vrijednosti ugljičnog otiska. Rezultati ugljičnog otiska prikazani su u Tablici 9.

Tablica 9. Prikaz rezultata proračuna ugljičnog otiska kočara

KOČAR	Ljeto	Zima
Snaga glavnog stroja [kW]	223	
Prosječna potrošnja goriva po danu [t/h]	0,0158	0,0180
Ugljični otisak [tCO ₂ /h]	0,051	0,058
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [tCO ₂ /h]	0,054	
Prosječna vrijednost ugljičnog otiska [tCO ₂ /kWh]	0,000243	

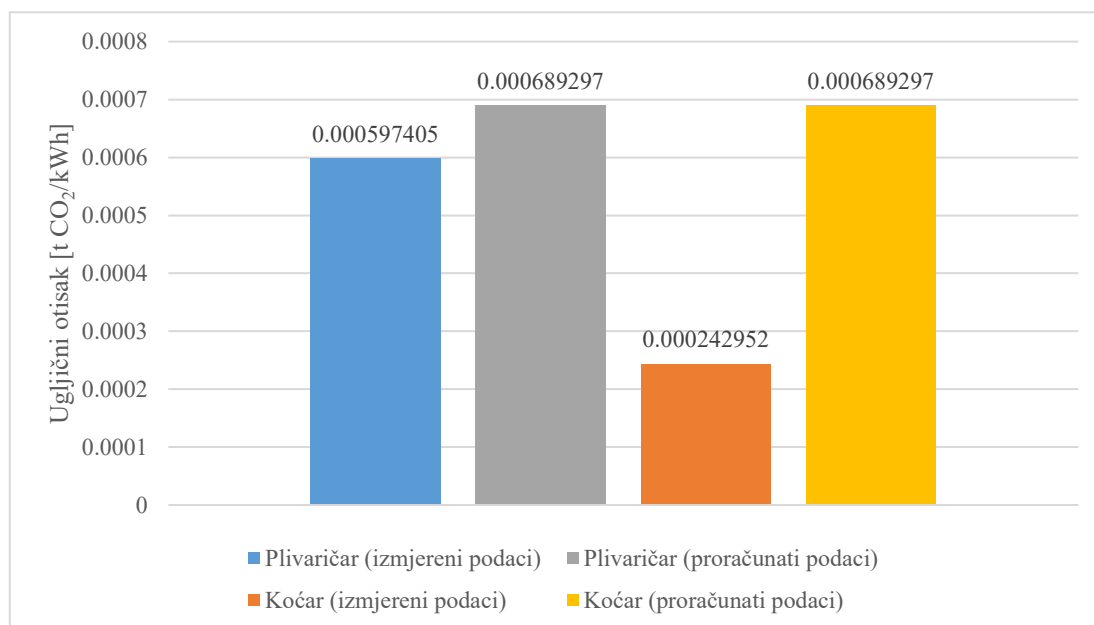


Slika 13. Vrijednost ugljičnog koćara otiska zimi i ljeti

U prethodnom poglavlju je već spomenut jedan od razloga za povećanje ugljičnog otiska zimi u usporedbi s ljetom. Potrošnja goriva ribarskih plovila, uključujući ona koja koriste koćari, može varirati ovisno o čimbenicima kao što su vremenski uvjeti, lokacija ribolova i održavanje plovila, ali nije nužno vezana za doba godine. Ipak, zimi postoji nekoliko čimbenika koji bi mogli utjecati na potrošnju goriva i emisije ugljika. Naime, niže temperature vode mogu zahtijevati više energije za održavanje plovila i opreme operativnim, dok kraći dnevni sati mogu povećati potrebu za rasvjetom i drugim oblicima potrošnje energije na brodu, što bi također moglo utjecati na ukupnu potrošnju goriva kao i na emisije ugljika.

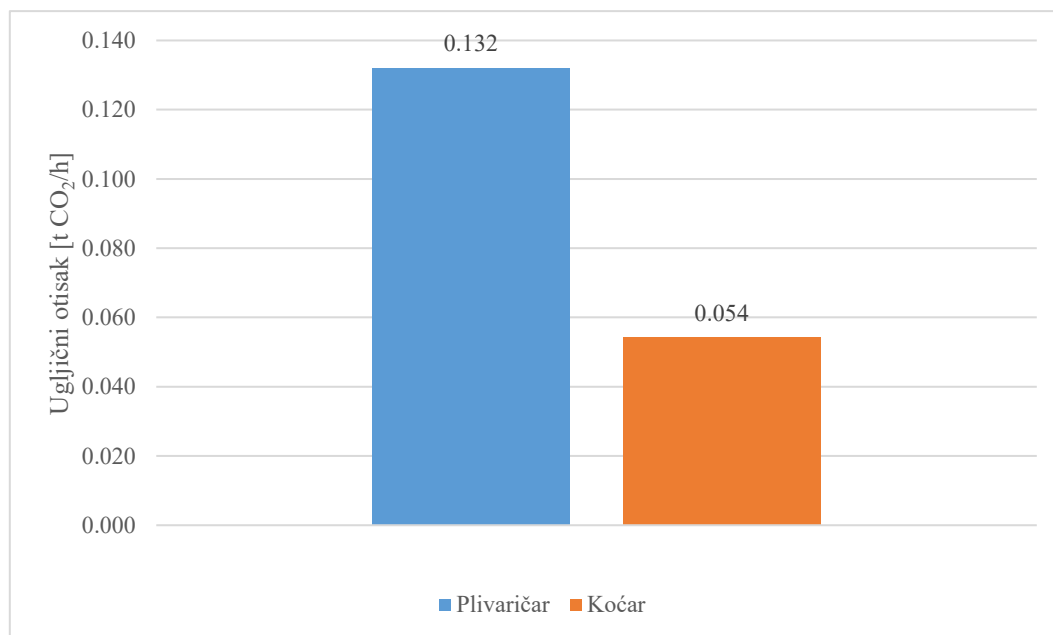
3.2.5. Usporedba rezultata proračuna ugljičnog otiska kod plivaričara i kočara

Slika 14 prikazuje rezultate ugljičnog otiska po jedinici snage za plivaričare i kočare, temeljene na proračunatoj i izmjerenoj potrošnji goriva. Na temelju Slike 14, primjećuje se da vrijednost kočara značajno odstupa od vrijednosti, dok se vrijednost plivaričara uvelike ne razlikuje. Razlog tome može biti da kočar nije dovoljno efikasan u pogledu potrošnje goriva. Također, moguća je razlika u performansama između pojedinih kočara, ovisno o tome koliko su dobro održavani i koliko su novi. Stariji i manje održavani kočari mogu imati veću potrošnju goriva i stoga veći ugljični otisak u usporedbi s novijim i bolje održanim kočarima.



Slika 14. Usporedni prikaz izmjerenih i proračunatih vrijednosti

Slika 15 prikazuje usporedbu vrijednosti ugljičnog otiska između plivaričara i kočara, pri čemu su vrijednosti izračunate na temelju izmjerene potrošnje goriva.



Slika 15. Prikaz ugljičnog otiska plivaričara i kočara na temelju izmjerenih vrijednosti

Na apcisi se nalaze oznake za plivaričare i kočare, dok se na ordinati nalaze vrijednosti ugljičnog otiska. Iz Slike 15 se jasno vidi da je vrijednost ugljičnog otiska veća za plivaričare nego za kočare. To se može pripisati činjenici da je mrežama plivaričara potrebna značajna snaga za okruživanje i izvlačenje velikih jata riba. Ovaj proces uključuje veliku potrošnju energije, uključujući upotrebu snažnih motora, vitla i hidraulike, što rezultira većim ugljičnim otiskom. S druge strane, kočari zahtijevaju manje energije za rad jer uključuju povlačenje manje mreže duž morskog dna. Kočari obično koriste manja plovila, koja zahtijevaju manje energije za rad, i ciljaju pridnene vrste riba koje žive blizu morskog dna, što rezultira energetski učinkovitijim ribolovom. Podaci upućuju na to da bi ribolov kočicom mogao biti ekološki održiviji način ribolova u odnosu na ribolov s plivaričarima, budući da rezultira manjim ugljičnim otiskom. Unatoč manjem ugljičnom otisku, kočarenje je ribarska metoda koja destruktivnije utječe na morsko stanište u usporedbi s drugim ribarskim metodama poput plivaričarenja. Razlog tome leži u načinu na koji kočari rade, odnosno u korištenju velikih mreža koje prekrivaju velika područja i hvataju raznovrsnu morsku faunu, često i neželjene vrste. Ova vrsta ribolova, osim što ugrožava opstanak pojedinih vrsta riba, ugrožava i cijeli ekosustav jer može dovesti do narušavanja ravnoteže u morskom lancu hrane. Prema Planu upravljanja u Republici Hrvatskoj predložena je odluka da se, radi zaštite dubokomorskih staništa u gornjem dijelu

batijala, zabrani kočarski ribolov u ribolovnom moru na dubinama većim od 500 metara [21].

Upravo zbog toga, važno je razmotriti alternative kočarima koje bi omogućile održivi ribolov i zaštitu morskog okoliša. Kad je riječ o budućem razvoju i održivosti ribolova u Hrvatskoj, veći fokus se stavlja na plivaričare. Plivaričari se smatraju boljom opcijom od kočara jer su održiviji i koriste se manje destruktivnim načinom ribolova zato što koriste plutajuće objekte za ribolov, što omogućuje selektivniji. Evaluacija ugljikovog dioksida kroz društvo ima veliki utjecaj na ribarstvo, s obzirom na to da ribarstvo predstavlja značajan izvor emisija stakleničkih plinova. Analiziranjem različitih aspekata ribarskih aktivnosti, poput korištenja goriva i vrste ribarske opreme, može se smanjiti utjecaj ribarstva na emisije. Također sve navedene razlike između kočara i plivaričara mogu utjecati na evaluaciju ugljikovog dioksida, jer u obzir treba uzeti ne samo količinu emisija, već i druge štetne posljedice koje ribarske prakse mogu imati na okoliš i ekosustav. Korištenje plivaričara može smanjiti negativni utjecaj ribarske industrije na okoliš, čime se može postići ravnoteža između ribolova i očuvanja morskog staništa.

4. PREGLED METODA ZA REDUKCIJU UGLJIČNOG OTISKA

Ribarska industrija igra važnu ulogu u globalnom gospodarstvu i opskrbi hranom, ali također ima značajan utjecaj na okoliš, uključujući doprinos emisiji stakleničkih plinova. Posljednjih godina sve se više pozornosti posvećuje smanjenju ugljičnog otiska ribolovnih operacija različitim metodama. Cilj ovog pregleda je istražiti neke od metoda za smanjenje ugljičnog otiska ribolovne opreme, uključujući tehnološke inovacije i promjene u ribolovnim praksama. U tu svrhu moguće je primijeniti različite tehničke i operativne mjere [22].

Postoji nekoliko metoda i pristupa za smanjenje ugljičnog otiska u ribolovu, uključujući:

- Korištenje alternativnih izvora energije: Ribarska plovila mogu se opremiti solarnim panelima ili vjetroagregatima kako bi se smanjila ovisnost o fosilnim gorivima i smanjio ugljični otisak.
- Učinkovita upotreba energije: Ribarski alati mogu se opremiti učinkovitim motorima i prijenosima kako bi se smanjila potrošnja goriva. Također, može se pravilno održavati i poboljšavati tehničko stanje ribarskog plovila.
- Smanjenje otpada: Smanjenje otpada tijekom ribolova može se postići korištenjem selektivnih ribolovnih alata i metoda, kao i pravilnim rukovanjem ribom tijekom obrade.
- Poboljšanje operativnih postupaka: Ribarski alati mogu se redizajnirati ili prilagoditi kako bi se povećala učinkovitost i smanjila potrošnja goriva.
- Korištenje održivih materijala: U izradi ribarskih alata mogu se koristiti održivi materijali koji smanjuju emisije stakleničkih plinova, poput prirodnih vlakana ili bioplastike.

Osim ovih, postoje i drugi pristupi koji se koriste za smanjenje ugljičnog otiska u ribolovu, kao što su korištenje održivih ribolovnih praksi i metoda, poboljšanje lanca opskrbe i distribucije ribe i smanjenje putovanja ribarskih plovila do lokacija za ribolov.

4.1. Alternativni izvor energije

Korištenje alternativnih izvora energije postaje sve važnije s obzirom na rastuću potražnju za energijom i povećanje svijesti o negativnom utjecaju fosilnih goriva na okoliš. U svijetu se sve više ulaže u obnovljive izvore energije kao što su sunce, vjetar, voda, geotermalna energija i biomasa. Ovi izvori energije su obnovljivi i ne zagađuju okoliš, što ih čini privlačnijima od tradicionalnih fosilnih goriva. Korištenje alternativnih izvora energije ima potencijal da smanji emisije stakleničkih plinova i doprinese globalnim naporima u borbi protiv klimatskih promjena.

Primjeri alternativnih izvora energije za ribarske brodove:

- **Solarni paneli:** Solarni paneli se mogu instalirati na krovove ribarskih brodova i pretvarati sunčevu energiju u električnu energiju. Ova električna energija se može koristiti za pogon električnih uređaja na brodu, poput rasvjete, navigacijskih instrumenata i električnih alata.
- **Hidrodinamički generatori:** Hidrodinamički generatori su uređaji koji pretvaraju kinetičku energiju kretanja broda u električnu energiju. Ovi generatori se obično postavljaju na dno trupa broda i koriste se za napajanje uređaja na brodu ili za punjenje baterija.
- **Vjetroagregati:** Vjetroagregati se mogu instalirati na ribarske brodove i koristiti za pretvaranje energije vjetra u električnu energiju. Ova energija se može koristiti za napajanje uređaja na brodu, poput rasvjete i navigacijskih instrumenata.
- **Biogoriva:** Biogoriva su alternativni izvori goriva koji se proizvode iz obnovljivih izvora, poput biljaka i životinjskih otpadaka. Mogu se koristiti za pogon motora ribarskih brodova, umjesto fosilnih goriva, što smanjuje emisiju stakleničkih plinova.
- **Električni pogon:** Električni pogon na ribarskim brodovima je alternativni način pogona koji se sve više koristi. Umjesto tradicionalnih motora koji koriste fosilna goriva, električni motori koriste električnu energiju koja se može proizvesti iz različitih izvora, poput solarnih panela, hidrodinamičkih generatora ili vjetroagregata. Električni pogon ima potencijal da smanji emisije stakleničkih plinova i doprinese održivosti ribolovne industrije.

Od navedenih alternativnih izvora energije, teško je reći koji bi bio najpogodniji za implementaciju jer to ovisi o mnogim čimbenicima poput veličine broda, vrsti ribolova koju obavlja, području ribolova i slično. S obzirom na tehničke karakteristike plivaričara prosječne duljine cca. 25 metara i snage glavnog stroja cca. 420 kW, najpogodniji alternativni izvor energije za implementaciju se najpogodniji čini hibridni sustav s kombinacijom solarnih panela i generatora na biogorivo. Solarni paneli bi mogli osigurati dodatnu energiju za manje zahtjevne operacije, dok bi generator na biogorivo bio dostupan za korištenje tijekom intenzivnijih operacija kada solarni paneli ne bi bili dovoljni. Ovo bi smanjilo potrebu za korištenjem fosilnih goriva i smanjilo emisije stakleničkih plinova.

4.2. Učinkovita upotreba energije

Učinkovitija upotreba energije u ribolovu uključuje različite mjere usmjerene na smanjenje potrošnje goriva i povećanje učinkovitosti.

Kod plivaričara, učinkovitija upotreba energije može uključivati korištenje učinkovitijih motora i prijenosa, te redovito održavanje i servisiranje opreme. Također, važno je odabrati optimalnu brzinu plovidbe koja će osigurati potreban ulov, a istovremeno smanjiti potrošnju goriva. Druga mjera za smanjenje potrošnje goriva može biti upotreba tehnologija poput sustava za regeneraciju energije kočenjem, koji omogućuju pretvaranje kinetičke energije u električnu energiju koja se može iskoristiti za napajanje drugih dijelova broda. Osim toga, učinkovitija upotreba energije kod plivaričara može uključivati upotrebu LED rasvjete, umjesto klasičnih žarulja, koje troše manje energije.

Kod kočara, učinkovitija upotreba energije može uključivati korištenje učinkovitijih motora i prijenosa, redovito održavanje opreme, kao i optimizaciju brzine plovidbe. Također, jedna od mjera za smanjenje potrošnje goriva kod kočara može biti smanjenje otpora broda, primjerice korištenjem posebnih premaza trupa koji smanjuju trenje.

Sve ove mjere za učinkovitiju upotrebu energije mogu pomoći u smanjenju potrošnje goriva i troškova, a istovremeno smanjiti emisije stakleničkih plinova i poboljšati održivost ribarske industrije.

4.3. Poboljšanje operativnih postupaka

Kod plivaričara i kočara postoje različiti načini za poboljšanje operativnih postupaka i smanjenje potrošnje goriva. Mjere koje se mogu poduzeti kako bi se smanjila potrošnja goriva uključuju smanjenje brzine, optimizaciju rute, upravljanje flotom i optimizirano održavanje [23]. Također, mogućnost redizajna ili prilagodba ribarske opreme, poput zamjene postojećih mreža s mrežama koje reduciraju otpor tijekom vuče, omogućuje smanjenje potrošnje goriva. Nadalje, poboljšana konstrukcija plovila može smanjiti otpor i povećati brzinu, što također dovodi do smanjenja potrošnje goriva. Drugi način za poboljšanje operativnih postupaka je primjena novih tehnologija, poput upotrebe senzora i sustava automatizacije koji pružaju preciznije informacije o uvjetima u kojima se ribolov obavlja i pomažu u optimalnom korištenju resursa.

Ukupno, ovi pristupi za poboljšanje operativnih postupaka u ribolovu mogu značajno doprinijeti smanjenju potrošnje goriva i povećanju učinkovitosti, čime se štede resursi i smanjuje utjecaj ribolova na okoliš.

4.4. Korištenje održivih materijala i smanjenje otpada

Korištenje održivih materijala i smanjenje otpada su važne metode za redukciju ugljičnog otiska u ribolovu, posebno kod plivaričara i kočara.

Jedna od glavnih strategija za smanjenje otpada je upotreba održivih materijala za ribolovnu opremu. Na primjer, mreže za ribolov mogu biti izrađene od biorazgradivih materijala poput pamuka ili konoplje umjesto plastike koja se sporije razgrađuje. Osim toga, plivaričari i kočari mogu smanjiti otpad tako što će reciklirati ili ponovno koristiti ribolovnu opremu.

5. ZAKLJUČAK

Korištenje ribarskih alata za proizvodnju hrane je proces koji zahtijeva velike količine energije, stvarajući tako ekonomsku održivost koja je osjetljiva na potrošnju goriva. Tehnološki napredak u ribarstvu, posebno kroz motorizaciju, dovelo je do korištenja snažnijih motora i povećane potrošnje fosilnih goriva. Ova situacija zahtijeva pažnju usmjerenu na energetske učinkovitost, posebno jer ribarska plovila postaju dominantni potrošači energije.

Cilj završnog rada bio je analizirati razlike između izmjerene potrošnje goriva i prosječne vrijednosti dobivene računskim putem te procijeniti utjecaj ribarske industrije na klimatske promjene. Također, istaknute su metode koje bi mogle doprinijeti smanjenju ugljičnog otiska ribarske industrije. Analiza je pokazala da je porast ugljičnog otiska veći kod plivaričara u odnosu na kočare. Razlog tome leži u činjenici da plivaričari koriste energetske intenzivnije ribolovne alate koji zahtijevaju snažnije motore i povećanu potrošnju fosilnih goriva, dok su kod kočara primarno korišteni pasivni ribolovni alati poput mreža. Međutim, implementacija određenih alternativnih izvora energije, upotreba učinkovitijih motora i prijenosa, te poboljšanje operativnih postupaka može smanjiti potrošnju goriva i smanjiti ukupni ugljični otisak ribarskih alata. Uz to, upotreba održivih materijala i smanjenje otpada također mogu doprinijeti smanjenju ukupnog ugljičnog otiska. Stoga, ribarska industrija treba usmjeriti svoje napore prema održivom ribolovu i primjeni održivih praksi kako bi smanjila svoj negativan utjecaj na okoliš. Naime postoji više načina za poticanje ribarske industrije prema dekarbonizaciji ribolovnih alata. Neki od njih koji nisu prethodno spomenuti su ulaganje u istraživanje i razvoj, reguliranje ribarske industrije i poticanje svijesti o održivosti. Kombinacija ovih strategija mogla bi potaknuti ribarsku industriju da se usmjeri prema dekarbonizaciji ribolovnih alata i smanji svoj ugljični otisak.

U konačnici, smanjenje ugljičnog otiska ribarske industrije može biti dugotrajan i složen proces, ali primjena inovativnih rješenja i promicanje održivih praksi može biti ključno za očuvanje ribljih populacija i dugoročnu održivost ove važne industrije.

LITERATURA

- [1] Koričan, M., Perčić, M., Vladimir, N., Alujević, N. & Fan, A., *Alternative power options for improvement of the environmental friendliness of fishing trawlers*, Journal of marine science and engineering, 2022.
- [2] Koričan, M., Perčić, M., Vladimir, N., Soldo, V. & Jovanović, I., *Environmental and economic assessment of mariculture systems using a high share of renewable energy sources*, Journal of cleaner production, 333, 2022.
- [3] Sala A., Damalas D., Labanchi L., Martinsohn J., Moro F., Sabatella R., Notti, E.: *Energy audit and carbon footprint in trawl fisheries*, Sci Data 9, 428, 2022.
- [4] Jafarzadeh, S., Paltrinieri, N., Utne, I.B.; Ellingsen, H., *LNG-Fuelled Fishing Vessels: A Systems Engineering Approach.*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 50, 202–222., 2017.
- [5] *Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske*, <https://ribarstvo.mps.hr/UserDocsImages/Plan%20upravljanja-male%20plivarice.pdf> (pristup: 14. siječnja 2023.)
- [6] Lučev A.: *Ribolov na Jadranu* [završni rad], Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, 2018.
- [7] Milošević Pujo, Branka i Irena Bitunjac. *Ribarska flote Republike Hrvatske na pragu ulaska u Europsku uniju*, NAŠE MORE: Znanstveni časopis za more i pomorstvo, vol. 58, br. 3-4, str. 140-147, 2011.
- [8] *Bureau Veritas*, <https://marine-offshore.bureauveritas.com/magazine/what-safety-and-sustainability-meanfishing-vessels> (pristup: 21. veljače 2022.).
- [9] *Hrvatska tehnička enciklopedija*, <https://tehnika.lzmk.hr/ribarski-brod/> (pristup: 08. siječnja 2023.).
- [10] *Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=68754>, 2021. (pristup: 14. siječnja 2023.).
- [11] *MSC International*, <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/purse-seine> (pristup: 22. siječnja 2023.).
- [12] Maynou, F., García-De-Vinuesa, A., Sánchez, P., Demestre, M., *Bioeconomic impacts of two simple modifications to trawl nets in the NW Mediterranean*, Ocean Coastal Management, 213, 2021.
- [13] *Pomorska enciklopedija 1. izdanje*, <https://pomorska.lzmk.hr/Natuknica?id=3407> (pristup: 22. siječnja 2023.).

- [14] *Podvodni.hr*, <http://www.podvodni.hr/ribolov/1766-povlacni-ribolovni-alati> (pristup: 22. siječnja 2023.).
- [15] *MSC International*, <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/demersal-or-bottom-trawls> (pristup: 26. siječnja 2023.).
- [16] *Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*, <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=32201> (pristup: 26. siječnja 2023.).
- [17] *MSC International*, <https://www.msc.org/what-we-are-doing/our-approach/fishing-methods-and-gear-types/pelagic-trawls> (pristup: 26. siječnja 2023.).
- [18] *General Fisheries Commission for the Mediterranean - GFCM*, <https://www.fao.org/gfcm/data/fleet/avl/en/> (pristup: 27. siječnja 2023.).
- [19] *Državni zavod za statistiku*, <https://dzs.gov.hr/> (pristup: 08. siječnja 2023.).
- [20] Vladimir N, Koričan M, Perčić M, Alujević N, Hadžić N.: *Analysis of enviromental footprint of a fishing trawler with overview of emission reduction techologies*, International Applied Energy, Bangkok, Thailand, 2021.
- [21] *Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske*, <https://ribarstvo.mps.hr/UserDocsImages/Plan%20upravljanja%20pridnenim%20povla%C4%8Dnim%20mre%C5%BEama%20ko%C4%87ama.pdf> (pristup 23. veljače 2023.).
- [22] Evert A. Bouman, Elizabeth Lindstad, Agathe I. Rialland, Anders H. Strømman, *State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping –A review*, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 52, Part A, 2017.
- [23] Zheng Wan, Abdel el Makhloufi, Yang Chen, Jiayuan Tang, *Decarbonizing the international shipping industry: Solutions and policy recommendations*, Marine Pollution Bulletin, Volume 126, 2018.