

# Analiza trenutnog stanja i evaluacija e-mobilnih usluga u nautičkim marinama pomoću višekriterijalne analize

---

Lozić, Ivo

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:710840>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-13**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Ivo Lozić**

**Split, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Ivo Lozić**

**Analiza trenutnog stanja i evaluacija e-mobilnih  
usluga u nautičkim marinama pomoću višekriterijalne  
analize**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

# **Analiza trenutnog stanja i evaluacija e-mobilnih usluga u nautičkim marinama pomoću višekriterijalne analize**

## ***Sažetak:***

Pomoću SECAP smjernica koji definira metodologiju prikupljanja i izvješćivanje podataka, radi se referentni inventar emisija marina Jadranskog mora gdje su prikazani podaci o trenutnom stanju potrošnje energije i posljedičnih emisija CO<sub>2</sub>. Sve skupa je sudjelovalo 8 marina na anketiranju gdje su dobiveni podaci o potrošnji električne energije, putovanju putnika do marina, oko marina i putovanja s brodovima. Na dvije od njih; Porat marina i Martinis Marchi marina, rade se rješenja e-mobilnih usluga pomoću višekriterijalne analize i metode TOPSIS. Analiziraju se opcije električnih punionica brodova i automobila, mikromrežni sustavi i usluge e-mobilnosti i dijeljenja. Tako se gledaju koncepti poboljšanja upravljanja e-mobilnih usluga marina koji se mogu primjeniti za reduciranje emisija CO<sub>2</sub>.

## ***Ključne riječi:***

BEI, SECAP, TOPSIS, višekriterijalna analiza, e-moblinost, nautičke marine

# **Analysis of the current situation and evaluation of e-mobile services in nautical marinas using multicriteria analysis**

## ***Abstract:***

With the help of SECAP guidelines, which define the methodology of data collection and reporting, a baseline emission inventory for Adriatic sea marinas are showed, which contain data on the current state of energy consumption and consequent CO<sub>2</sub> emissions. The study involved 8 marinas in which data was obtained on electricity consumption, travel of passengers to and around marinas, and travel with boats. On two of them; Marina Porat and Marina Martinis Marchi, solutions for e-mobile service are developed using multi-criteria analysis and TOPSIS method. Options for boat and automotive electric chargers, micro-grid systems, and e-mobility and sharing services are analyzed. Thus, we observe the concepts of improving the management of e-mobile marina services that can be applied to reduce CO<sub>2</sub> emissions.

## ***Keywords:***

BEI, SECAP, TOPSIS, multicriteria analysis, e-mobility, nautical marina

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Ivo Lozić**

**MATIČNI BROJ (JMBAG): 831**

**KATEDRA: Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**

**PREDMET: Poslovanje i investicije u građevinarstvu**

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Analiza trenutnog stanja i evaluacija e-mobilnih usluga u nautičkim marinama pomoću višekriterijalne analize

Opis zadatka: Zadatak ovog diplomskog rada je procijeniti potrošnju energije i posljedične emisije CO<sub>2</sub> povezanih s mobilnim uslugama nautičkih marina na jadranskoj obali korištenjem analize trenutnog stanja. Podaci za analizu prikupljeni su anketnim upitnicima za vlasnike i korisnike marina. Nadalje će se definirati rješenja e-mobilnih usluga u nautičkim marinama te će se višekriterijalnom analizom i metodom TOPSIS dobiti rang usluga čime će se ukazati na mogućnosti i solucije za poboljšanje koncepta upravljanja nautičkim marinama.

U Splitu, veljača 2022.

Voditelj Diplomskog rada:  
Doc. dr. sc. Katarina Rogulj

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:  
Izv. prof. dr. sc. Ivo Andrić

Komentori Diplomskog rada:  
Doc.dr.sc. Jelena Kilić Pamuković

Prof. dr. sc. Nikša Jajac

## S a d r Ź a j

|  |    |
|--|----|
| 1.Uvod eu pravilnik za mjerenje energije i ispušnih plinova .....  | 1  |
| 2.Referentni inventar emisija (BEI) .....  | 2  |
| 3.Postavljanje inventara emisija .....   | 6  |
| 3.1.Opskrba energijom.....   | 7  |
| 4.Prikupljanje podataka o aktivnostima.....  | 8  |
| 5.Emisijski faktori (EF) .....   | 10 |
| 6.Dokumentacija i izvješćivanje o emisiji stakleničkih plinova zalihe .....  | 11 |
| 7.Analiza trenutnog stanja mobilnih usluga marina Jadranskog mora i povezana potrošnja energije .....  | 13 |
| 7.2. Rezultati .....   | 18 |
| 7.3.Izvješće o ublažavanju .....   | 31 |
| 8.Primjena višekriterijalne analize u upravljanju „zelenim nautičkim lukama“: procjena energetski učinkovite mobilnosti u nautičkim lukama ..... | 35 |
| 8.1.Višekriterijalna metoda TOPSIS .....   | 38 |
| 8.2. Provedba višekriterijalne analize za marine Martinis Marchi i Porat.....  | 39 |
| 9.Zaključak .....  | 44 |
| Popis literature .....   | 46 |
| Popis slika .....  | 47 |
| Popis tablica.....   | 49 |

## 1. UVOD EU PRAVILNIK ZA MJERENJE ENERGIJE I ISPUŠNIH PLINOVA

Utjecaj klimatskih promjena ima sve veće posljedice na cijelu planetu. Od dizanja razine mora do ekstremnih vremenskih događaja poput vrućina i poplava. Europska unija se opredijelila za mitigaciju ispušnih plinova tako što je zadala svim Lokalnim Tijelima (LA) upute i smjernice; uzimanje podataka i mijenjanje kako se troši energija unutar granica država.

U smjernicama su zadani savjeti i preporuke za sastavljanje referentnog inventara emisija (engl. Baseline Emission Inventory (BEI)) i praćenje inventara emisija (engl. Monitoring Emission Inventories (MEIs)). BEI predstavlja glavni alat koji lokalnim vlastima omogućuje utvrđivanje prioritetnih i učinkovitih mjera koje se provode, a koje su usmjerene ka smanjenju emisija stakleničkih plinova, dok MEI omogućava praćenje aktivnosti i napretka provođenja mjera. Razrada ovih referentnih inventara emisija su od ključne važnosti, jer će oni biti instrument koji će lokalnoj vlasti omogućiti mjerenje učinka Akcijskog plana za održivu energiju i klimu (engl. (SECAP)) i prilagoditi ga s vremenom [1].

Fokus istraživanja stavljen je na usluge mobilnosti marina jadranske obale, posljedične emisije CO<sub>2</sub> i potrošnju energije. Posljedične emisije odnose se na emisije povezane s plovilima koje proizlaze iz dolazaska i odlazaska iz marina, te emisije s kopna koje uključuju sve emisije stakleničkih plinova zbog aktivnosti koje se provode u marini koji rezultira u potrošnji električne energije, goriva, te grijanja i proizvodnje otpada. Npr. od dolaska auta, kamiona, grijanje/hlađenje poslovne zgrade.

Metodologija se uglavnom fokusira na emisije CO<sub>2</sub>, druge stakleničke plinove kao što je metan (CH<sub>4</sub>) i dušikov oksid (N<sub>2</sub>O), također se mogu uzeti u obzir u slučaju da ih lokalno tijelo odluči uključiti u BEI i SECAP. Način definiranja drugih stakleničkih plinova je “tona ekvivalenta CO<sub>2</sub>” [1].

## 2. REFERENTNI INVENTAR EMISIJA (BEI)

Akcijski plan za održivu energiju i klimu (SECAP) treba razvijati na temelju pouzdanih informacija o potrošnji energije i emisijama stakleničkih plinova na području tijela lokalne samouprave. Zbog toga je u početnoj fazi potrebno napraviti sveobuhvatnu procjenu postojećeg stanja i struktura. Procjena počinje određivanjem razine potrošnje energije u pojedinim sektorima gradskog gospodarstva i izradom Referentnog inventara emisija (BEI), određivanjem volumena emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) povezane s potrošnjom energije u baznoj godini. BEI i daljnja izrada inventara emisije CO<sub>2</sub> predstavljaju glavni alat koji lokalnim vlastima omogućuje utvrđivanje prioriternih mjera i učinkovitosti mjera koje provode, a usmjerene su na smanjenje emisije stakleničkih plinova. Izrada BEI-a predstavlja obveznu fazu pripreme SECAP-a i ključni aspekt u izvršavanju obveza iz Sporazuma gradonačelnika za klimu i energiju (engl. Covenant of Mayors for Climate & Energy (CoM)) [1]. CoM je inicijativa gdje gradovi potpisnici obećavaju akciju za provedbu cilja Europske Unije za smanjenje stakleničkih plinova od 55% do 2030 godine, i usvajanje zajedničkog pristupa rješavanju problema ublažavanja i prilagodbe klimatskim promjenama. CoM se fokusira na smanjenje potrošnje energije na lokalnom teritoriju, ali i usklađivanje potražnje za energijom s opskrbnom održivom energijom poboljšanjem energetske učinkovitosti i promicanjem korištenja lokalnih obnovljivih izvora energije [2].

BEI bi trebao odražavati lokalnu situaciju, odnosno trebao bi se temeljiti na lokalnim podacima o potrošnji/proizvodnji energije i drugim informacijama potrebnim za pripremu inventara. Procjene i procjene temeljene na nacionalnim ili regionalnim sredstvima neće odražavati stvarno stanje lokalno (u gradu/mjestu), budući da su u većini slučajeva karakteristične za određeni položaj teritorija. Metodološki pristupi i izvori podataka koji se koriste u procjenama ne bi se trebali mijenjati kroz nekoliko godina. To znači da metodologiju korištenu za razvoj BEI-ja treba koristiti i za daljnje mjere inventara koje će se provoditi redovito radi praćenja napretka u smanjenju emisija [3].

BEI treba uključiti barem one sektore u kojima lokalne vlasti namjeravaju poduzeti mjere za postizanje svojih ciljeva smanjenja emisija, odnosno sektore koji predstavljaju važne izvore emisije CO<sub>2</sub> (marine, u ovom slučaju). BEI bi trebao sadržavati pouzdane informacije ili barem zdravorazumsku viziju stvarnosti te proces prikupljanja ulaznih podataka, izvori podataka i metodologija izračuna za BEI trebaju biti propisno dokumentirani [3].



## Ključni pojmovi za BEI [1]:

- Lokalno tijelo: Zemljopisna jurisdikcija/administrativni teritorij lokalnog autoritet (LA).
- Finalna konzumacija energije: Finalna potrošnja energije pokriva svu isporučenu energiju krajnji potrošač za sve vrste korištenja energije.
- Makro sektor: ( "Zgrade, oprema, objekti", "Transport", "Opskrba energijom", "Ostalo nevezano za energiju").
- Sektori djelatnosti: Sektori djelatnosti su podsektori gore navedenih makrosektora. Oni su ti koji će biti uključeni u BEI.
- Ključni sektori: (Općinske zgrade, oprema/objekti, Tercijarne (neopćinske) zgrade, oprema/postrojenja, Stambene zgrade, Prijevoz).
- Nosač energije: oblik unosa energije koji zahtijevaju sektori energetske djelatnosti.
- Podaci o aktivnostima: kvantificira ljudsku aktivnost koja se događa u lokalnom teritorija.
- Emisijski faktori (EF): [tCO<sub>2</sub>/MWh ili tCO<sub>2</sub>-eq/MWh].
- Emisijski inventariji- kvantificira količinu CO<sub>2</sub> ili stakleničkih plinova emisije na lokalnom teritoriju u datoj godini.
- Bazna godina: je godina protiv koje se uspoređivat će se postignuća smanjenja emisija u 2030. Godini.
- Referentni Inventar Emisija (BEI): BEI kvantificira količinu emisija CO<sub>2</sub> u ključnim sektorima i drugim sektorima djelatnosti koji su se odlučili za izvješćivanje na lokalnom teritoriju za baznu godinu.
- Praćenje Inventar Emisija: Uz inventar osnovne godine (BEI), inventari emisija će se sastavljati za kasnije godine, najmanje svake četiri godine, da prati napredak prema cilju smanjenja. Takav inventar emisija se zove Praćenje Inventar Emisija (engl. Monitoring Emission Inventory (MEI)).

BEI/MEI trebaju pratiti sljedeće principe: relevantnost, fleksibilnosti, pokrivenost sektora, preciznost, dostupnost, potpunost. Bitan je fokus na emisije iz finalne potrošnje energije u ključnim sektorima CoM-a (engl. Covenant of Mayors) i da pokrivaju sve emisije pod tim opsegom.

Tri glavne vrste emisija stakleničkih plinova koje se mogu uključiti u BEI/MEI su [1]:

- a) Izravne emisije uslijed konačne potrošnje energije. Kvantifikacija na emisijama stakleničkih plinova uslijed potrošnje energije dijele se na "Zgrade, oprema/postrojenja i industrija" i makrosektori "Promet", oba su obavezna.
- b) Neizravne emisije povezane s energijom opskrbljenom mrežom (struja, toplina ili hladnoća) koja se konzumira na lokalnom teritoriju. Proizvodnja električne energije, topline/hladnoće konzumirane na lokalnom teritoriju mogu se pojaviti unutar ili izvan teritorija. Neizravne emisije uslijed potrošnje topline/hladnoće i električne energije uključene su u BEI/MEI i izvješteno u "Zgrade, oprema/postrojenja i industrija" i makrosektori "Promet" (obavezno).
- c) Izravne emisije koje se ne odnose na energiju, a koje se javljaju na lokalnom teritoriju. Nije preporučeno uključiti u BEI/MEI sektore djelatnosti koji nisu povezani s energijom osim ako mjere za smanjenje povezanih emisija stakleničkih plinova nisu uključene u SECAP.

Gornja definicija opsega BEI/MEI osigurava da su sve relevantne emisije na lokalnom teritoriju uključene.

Osnovna godina je referentna godina u odnosu na koju se postavlja cilj smanjenja emisija. Europska Unija se referira na godinu na godinu 1990. za smanjenje stakleničkih plinova za 55% do 2030., prema Pariškom sporazumu o klimatskim promjenama. Može se imati poteškoća u dobivanju dovoljno pouzdanih podataka kako bi se definirao inventar za 1990. godinu, pa se može zadati alternativna referentna godina od 2005. godine. To je ujedno godina koja je najčešće korištena od strane potpisnika CoM-a.

Izravne i neizravne emisije stakleničkih plinova izračunavaju se za svaki energent po množenju finalne potrošnje energije s odgovarajućim emisijski faktorom. U okviru CoM-a mogu se usvojiti dva pristupa izračuna ove emisije: na temelju Aktivnosti i Procjeni cjeloživotnog ciklusa, LCA (engl. Life Cycle Assessment) pristupa. Na temelju Aktivnosti pristup svih stakleničkih emisija koje nastaju zbog potrošnje energije na području LA, bilo izravno (izgaranje goriva) ili posredno (potrošnja električne energije i topline/hladnoće) su uključeni. LCA pristup uključuje emisije iz cijele opskrbe lanca i to ne samo od konačnog izgaranja.

Lokalne vlasti mogu koristiti lokalne faktore emisije (specifične za državu) ili zadane (nacionalni/EU/globalni) faktore emisije, kao što je IPCC (engl. Intergovernmental Panel on Climate Change) i CoM zadani faktori emisije. To su koeficijenti koji kvantificiraju emisije po jedinici aktivnosti.

Za redukciju plinova od 55% do 2030., lokalna vlast može odlučiti postaviti cilj smanjenja emisija CO<sub>2</sub> kao „potpuno” ili smanjenje „po stanovniku”. Preporuča se korištenje opcija po glavi stanovnika, zbog promjena emisija koje bi se dogodile s promjenom populacije na teritoriju do 2030.

Sektori djelatnosti za koje se prijavljuje konačna potrošnja energije i emisijski faktor su: zgrade, objekti, oprema marine, transport na moru i unutrašnjosti marine, otpadne vode marine, opskrba energijom. Svi sektori se zasebno prijavljuju kako je navedeno i treba pripaziti da se ne radi dvostruko računanje zbrajanjem različitih sektora koje imaju povezane aktivnosti.

Kako bi se učinkovito pratila potrošnja energije i podaci o emisiji CO<sub>2</sub> i prema potrebi prilagoditi SECAP potiče se sastavljati Praćenje inventara emisija (MEI) na godišnjoj razini. To daje bolje razumijevanje različitih faktora koje utječu na CO<sub>2</sub> emisije i brže reakcije na problematiku. Ako lokalna vlast smatra da takve redovite inventure stvaraju preveliki pritisak na ljudske ili financijske resurse, može izvršiti inventuru samo na 2-godišnje ili 4-godišnje intervale. Svakako inventura treba biti konstantna kroz godine.

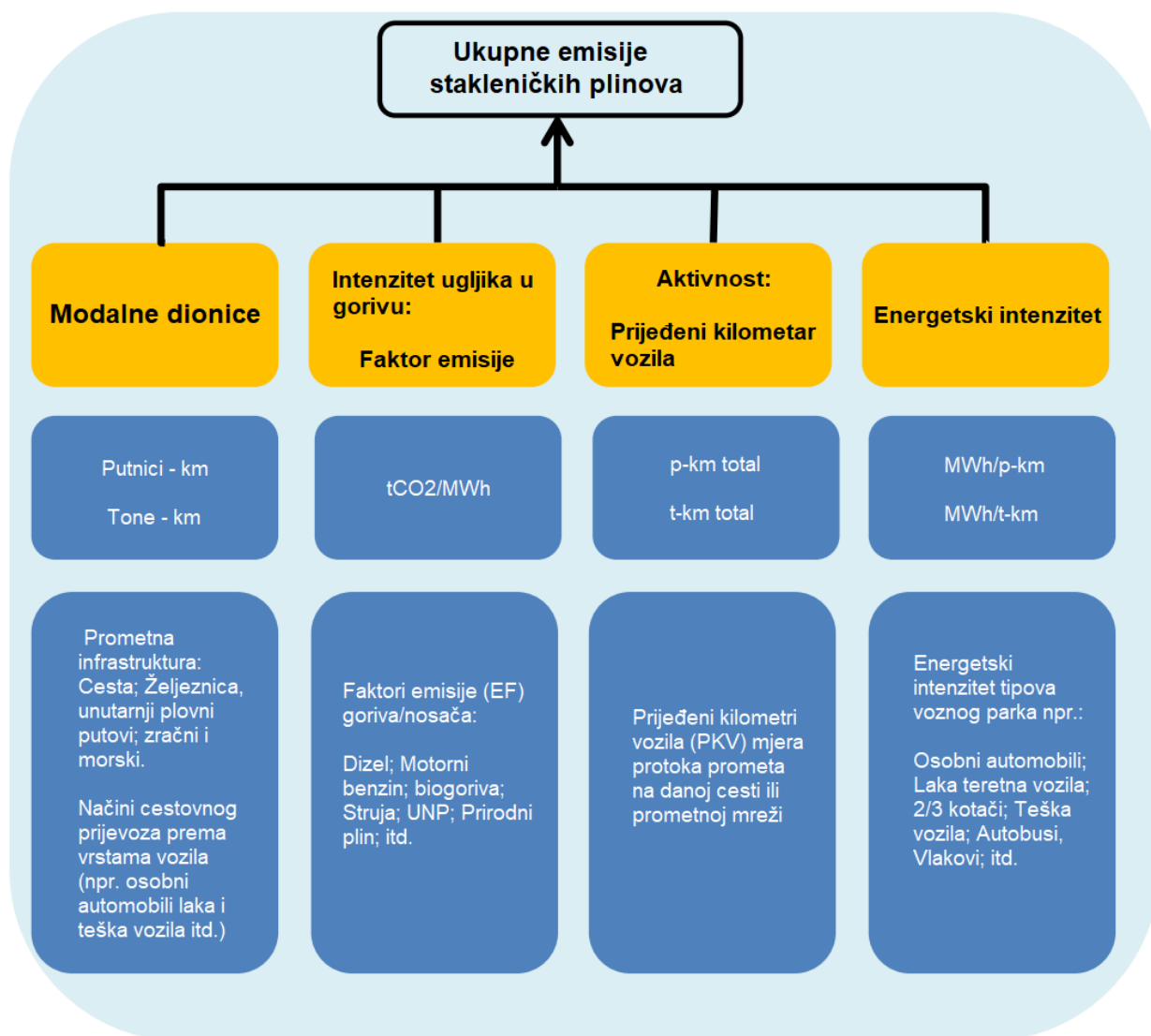
Što se tiče izračuna, generalno, kada se BEI izvrši, nije potreban. Ali u pojedinim slučajevima potreban je tako da prijavljeni trendovi odražavaju stvarne promjene u emisijama.

Dostupne su različite metode i alati za kompilaciju lokalnih inventara emisije na svim razinama i može se odabrati korištenje bilo kojeg dostupnog alata ili metode – pod uvjetom da su u skladu s Sporazum gradonačelnika (CoM) [1].

### 3. POSTAVLJANJE INVENTARA EMISIJA

Za izradu BEI/MEI inventara emisija, emisije stakleničkih plinova iz potrošnje se izračunavaju za svaki energetske sektor djelatnosti množenjem podataka o aktivnosti prema faktoru emisije po energentu [1].

$$\text{GHG emisije} = \text{Podaci o aktivnostima} * \text{Emisijski faktori}$$



**Slika 1. Pristup obračuna emisija stakleničkih plinova u prometu**

Prvi stupac opisuje dio putovanja različitim načinima. Drugi stupac odnosi se na faktore emisije goriva. Treći stupac je mjera protoka prometa, određena množenjem broja vozila na određenoj prometnoj mreži s prosjekom duljina njihovih putovanja mjerena kilometrima. Četvrti stupac je mjera potrošnje goriva.

Kalkulacija emisije stakleničkih plinova u sektoru prometa:

$$\text{GHG emisije} = \sum_{\text{način rada}} \sum_{\text{gorivo}} [\text{Emisijski faktor} * \text{VKT} * \text{Energetski intenzitet}] \quad (1)$$

### 3.1. Opskrba energijom

Lokalna energija se obračunava kroz *Opskrbu energijom* makro sektorom, kao ispod [1]:

- Lokalna produkcija električne energije s daljnjom podjelom
- Lokalna produkcija topline/hladnoće

CoM metodologija dalje dijeli selekcijski kriterij baziran na geografskoj poziciji i izvoru/vrsti/veličini lokalnog pogona za proizvodnju električne energije. Lokalnim se vlastima preporučuje da uključe sve individualne pogone proizvodnje električne energije na lokalnom teritoriju, (kao i svaki pogon izvan lokalnog teritorija koja je u vlastitom vlasništvu i/ili upravljanju), koji ispunjavaju sljedeće kriterije: Lokalna proizvodnja električne energije posebno iz obnovljivih izvora: vjetra, sunca (solarna termalna i solarna fotonaponska, geotermalna energija, toplina okoline, hidroenergija itd.) i gorivi obnovljivi izvori energije (biogoriva, tekućine iz biogoriva, bioplina, čvrsta biogoriva i zapaljivi otpad obnovljivog podrijetla).

Certificiranu električnu energiju (npr. kroz jamstva za podrijetla) koji se prodaje izvan lokalnog teritorija isključuje se iz obračuna lokalnog faktora emisije za potrošnju električne energije.

Za instalacije koje rade na obnovljivim izvorima energije, sve dodatne jedinice navedene u MEI-ima trebaju biti nove instalacije, postavljene nakon bazne godine.

#### 4. PRIKUPLJANJE PODATAKA O AKTIVNOSTIMA

Ovo poglavlje pruža preporuke i savjete, temeljene na ključnim konceptima CoM-a i vodeći principi za izgradnju BEI/MEI za prikupljanje podataka o lokalnim izvorima stakleničkih plinova [1]. Radit će se predložiti za automatski izračun emisija stakleničkih plinova, odgovarajućim gorivima koji se najčešće koriste u EU.

Potrošnja fosilnih goriva je prikazana u predlošku kao godišnja količina goriva koju konzumiraju krajnji korisnici, u 8 klasa nositelja energije: prirodni plin, tekući plin, lož ulje, diesel, benzin, lignit, ugljen i ostala fosilna goriva.

Potrošnja obnovljive energije iskazuje se kao godišnji iznos energije koju troše krajnji korisnici. U to je uključeno biogorivo i ostalo. Lokalna proizvodnja topline/hladnoće i električne energije, iskazuje se zasebno.

Pristupi prikupljanju podataka:

- a) Dobivanje podataka za općinske/institucionalne zgrade i objekte;
- b) Dobivanje podataka iz regionalnih/nacionalnih izvora;
- c) Dobivanje podataka od tržišnih operatera;
- d) Dobivanje podataka iz ankete potrošača;
- e) Izrada i izvješćivanje procjena;

Često je poželjno ugraditi mjerni uređaj kako bi se točno odredila količina potrošene energije tijekom određenog razdoblja.

U ovom radu izvori podataka će biti dobiveni iz anketa potrošača.

Vrijedno je imati na umu da energetske ili statističke agencije možda već prikupljaju takve podatke, stoga treba provjeriti jesu li podaci dostupni drugdje prije nego što se šalje upitnik. Agregirane podatke treba raščlaniti na sektore i podsektore, kako bi se mogle ciljati akcije i mjere. Omjeri goriva dobiveni iz uzorka mogu se koristiti za procjenu ukupne energije potrošnje za svako pojedino gorivo, pod uvjetom da je uzorak reprezentativan. Inventar emisija pokriva tercijarne, stambene i općinske zgrade te opreme/objekte. Preporuča se pokriti i ostale sektore djelatnosti iz djelokruga CoM-a za koje lokalna vlast namjerava preuzeti akciju.

Energetski intenzitet kao mjera potrošnje goriva procijenjen je kao umnožak prosječne potrošnje goriva tipa vozila i neto kalorijske vrijednosti (NCV) goriva.

Za dobiti informacije o električnoj energiji koju marina konzumira, uobičajeno je da se dobije preko direktnog kontakta sa lokalnim električnim proizvođačem, tj. sa menadžerom pogona. Ovaj popis postrojenja zajedno s odgovarajućim energetske inputima, generirana električna energija i emisije CO<sub>2</sub> moraju se ažurirati tijekom cijelog procesa implementacije, tako da bi se uračunale promjene u lokalnoj proizvodnji električne energije i izbjeglo dvostruko računanje. Mikro kogeneracijske jedinice (npr. solarni paneli) mogu biti premalene, previše brojne i raštrkane da bi se dobili pojedinačni podaci, posebice o proizvedenoj energiji. Proizvedenu električnu energiju treba odbiti od ukupne potrošnje električne energije ako je električna energija iz mikro kogeneracije uključena u podatke o ukupnoj električnoj energiji potrošnje.

Smanjenje neizravnih emisija iz električne energije trebalo bi usredotočiti na mjere s ciljem povećanja lokalne proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, koji se mogu pojačati dodatnim akcijama (kupnja i prodaja zelene električne energije i ušteda energije/emisija u lokalnoj proizvodnji električne energije).

Umjesto kupnje “mješovite” električne energije iz mreže, lokalna vlast ili drugi lokalni akteri mogu se odlučiti za kupnju certificirane električne energije.

## 5. EMISIJSKI FAKTORI (EF)

Faktor emisije je koeficijent koji omogućuje pretvaranje podataka o aktivnostima u emisije stakleničkih plinova. To je prosječna stopa emisije određenog izvora, u odnosu na jedinice aktivnosti ili procesa [4]. Na primjer: prirodni plin emitira 0,244 kg CO<sub>2</sub>eq / kWh ICV (europski prosjek) s nesigurnošću od 5%. Prilikom izrade faktora emisije postavlja se pitanje nesigurnosti i njegove procjene. Štoviše, mogu se identificirati različiti izvori nesigurnosti: Nesigurnost parametra, Neizvjesnost modela, Neizvjesnost scenarija. Na primjer: EF za prirodni plin je zbroj izgaranja, uzvodne proizvodnje i transporta plina, što daje težinu u precizom kvantificiranju. Ljudska aktivnost emitira različite vrste stakleničkih plinova, i traži se njihov utjecaj na efekt staklenika. Priko njihovog potencijala globalnog zagrijavanja, fizička karakteristika stakleničkih plinova, omogućuje se pretvaranje 1 kg stakleničkih plinova u kg ekvivalenta CO<sub>2</sub>, navedeno CO<sub>2</sub>eq. Tako se mogu usporediti emisije različitih plinova.

CoM daje tablice za [1]:

- a) Emisijski faktori za potrošnju fosilnih goriva i otpada
- b) Emisijski faktori za potrošnju biogoriva, biomase, solarne topline i geotermalni obnovljivi izvori energije (OIE)
- c) Emisijski faktori za lokalnu proizvodnju električne energije iz vjetra, hidroelektrana i fotonaponski (u slučaju LCA pristupa)
- d) Godišnji nacionalni i europski faktori emisije za potrošnju električne energije (NEEF), kako je izračunato iz IEA (2016.) proširenog skupa energetske podataka, koristeći IPCC (2006.) faktore emisije.

Kako bi se izračunale emisije iz sektora koji nisu povezani s energijom, lokalna tijela preporučuju korištenje metodologija koje su razvile specijalizirane organizacije.



## 6. DOKUMENTACIJA I IZVJEŠĆIVANJE O EMISIJI STAKLENIČKIH PLINOVA ZALIHE

Proces prikupljanja podataka, izvori podataka i metodologija za izračun BEI treba biti dobro dokumentirana, javno dostupna i dosljedna tijekom godina, tako da investitori mogu biti sigurni u popis i s ocjenom učinaka mjera ublažavanja. Svi povezani dokumenti i datoteke trebaju biti pažljivo arhivirani, uključujući proračunske tablice korištene za sastavljanje BEI-ja. Ovo će olakšati sastavljanje MEI u sljedećim godinama [1].

Prema SECAP, sljedeće glavne informacije treba izvijestiti [1]:

- Definicija lokalnog teritorija
- Stanovništvo u baznoj godini
- Bazna godina
- Cilj smanjenja (u %)
- Vrsta cilja smanjenja (apsolutno ili po glavi stanovnika)
- Pristup inventara emisija (standardni ili LCA)
- Jedinica izvješćivanja o emisiji (CO<sub>2</sub> ili CO<sub>2</sub> ekvivalent)
- Korišteni faktori emisije (CoM ili drugi zadani EF, lokalni EF) i izvori
- Odgovorno tijelo/odjel/konzultant
- Detaljni rezultati (potrošnja/opskrba energijom, emisije) po sektoru djelatnosti i nosilac energije
- Rezultati procjene planiranog smanjenja emisija po ključnom sektoru.

Da se smanji mogućnost lažnog predstavljanja podataka i da bi se potaklo uspoređivanje među europskim gradovima, standardizacija pokazatelja i metoda za koje je potrebna procjena klimatskih utjecaja, ranjivosti i rizika je bitna. To zahtijeva zajedničku i dogovorenu semantiku, pojmove, pokazatelje i jednadžbe za upravljanje Procjenom rizika i ranjivosti (RVA) u Europi. Prostorno eksplicitan pristup temeljen na detaljnim modelima klimatskih utjecaja nudi jasnu sliku ranjivosti i rizika grada, baveći se važnim pitanjima kao što su gdje, zašto i kako ulagati u adaptaciju unutar urbanih parametara. Ove informacije su neophodne kako bi se omogućila optimalna raspodjela sredstava za prilagodbu i ulaganja otporna na klimu. Stoga se rade ciklusi prilagodbe kao što je prikazano na (Slika 2.)



Slika 2. Koraci ciklusa prilagodbe

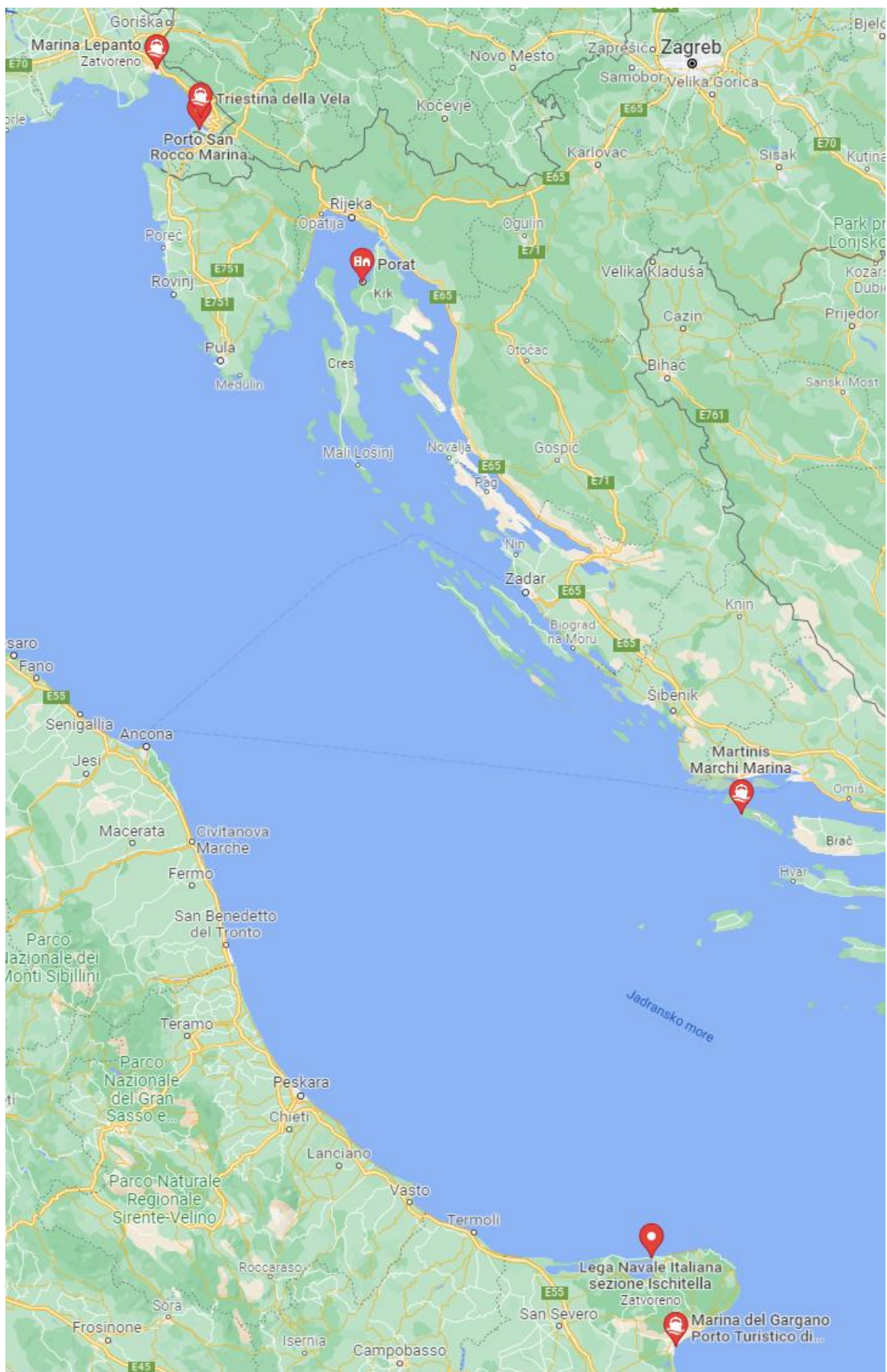
## 7. ANALIZA TRENUTNOG STANJA MOBILNIH USLUGA MARINA JADRANSKOG MORA I POVEZANA POTROŠNJA ENERGIJE

U ovom odjeljku prikazat će se analiza trenutnog stanja mobilnih usluga marina uključenih u aktivnosti DEEP-SEA (Razvoj planiranja energetske učinkovitosti i mobilnih usluga marina na Jadranskoj obali) projekta. U analizi je prikazana potrošnja energije i CO2 emisija generiranih mobilnim uslugama pojedinih marina koje će biti temelj za usmjeravanje razvoja investicijskih planova za svaku marinu. Prikupljanje podataka provedeno je anketama i upitnicima dostavljanim marinama i njihovim korisnicima.

Marine koje su odgovorile na upitnik o trenutnom stanju svojih usluga prikazane su u tablici 1 [5]. Također je u tablici 1 dana lokacija pojedine marine kao i pilot područje kojem pripada te vrsta marine.

**Tabela 1. Popis marina s njihovim lokacijama, pilot područjem i vrsti marine.**

| Marina (ime)   | Lokacija                     | Pilot područje                 | Tip marine  |
|--|------------------------------|--------------------------------|---|
| „Porat“ marina   | Malinska-Dubašnica, Hrvatska | Malinska, Hrvatska             | Odlazno čvorište  |
| „Martinis Marchi“ marina                                   | Maslinica, Hrvatska          | Maslinica, Hrvatska            | Turistička marina   |
| Assonautica Provinciale di Trieste                         | Trieste, Italija             | Friuli Venezia Giulia, Italija | Odlazno središte, mala kabotažna marina   |
| „Lepanto“ marina   | Monfalcone, Italija          |                                | Tranzitna marina, Rezidencijalna marina   |
| Porto San Rocco Marina Resort srl                          | Muggia, Italija              |                                | Polazno središte, Turistička marina   |
| Lega Navale Italiana sezione Ischitella                    | Foce Varano, Italija         | Foggia, Italija                | Turistička marina, Rezidencijalna marina, Marina za kampiranje, Mala kabotažna marina |
| Marina del Gargano   | Manfredonia, Italija         |                                | Odlazno središte, Marina za kampiranje  |
| Touristic Port of Rodi Garganico (Maria S.S. della Libera) | Rodi Garganico, Italija      |                                | Polazno čvorište, Tranzitna marina, Turistička marina, Mala kabotažna marina          |



Slika 3. Raspored marina

Navede marine koje su sudjelovale u istraživanju prostorno su raspoređene te su prikazane na (Slika 3.).

Analiza se temelji na metodologijama korištenim u okviru dokumenata SECAP, Mobility Management Handbook, SUMP (Sustainable Urban Mobility Plans) i EAA (European Environmental Agency) iz 2019. godine za izračun prometnih i pomorskih tokova te s njima povezanih CO2 emisija [5]. Analiza započinje pregledom usluga koje nudi svaka marina, nakon čega slijedi analiza obujma prometa, uključujući cestovni i brodski prijevoz. Analiza uključuje:

- usluge mobilnosti koje trenutno pružaju marine ;
- broj putnika koji koriste cestovna vozila unutar marina;
- obujam aktivnosti nautičke mobilnosti u svakoj pilot lokaciji.

Analiza je bazirana na podacima prikupljenima u turističkoj sezoni 2019. godine.

Analiza **MOBILNOSTI NA OBALI** (kopno) uključuje:

1. **Pristup marinama:** Analiza tokova prometa do i iz marina: koliko korisnika svake godine cestom stigne u svaku marinu kako bi započeli krstarenje; koje vozilo koriste; koliko ljudi po vozilu; ukupna udaljenost polazišta do marine i povratak; ukupna potrošnja po gorivu i posljedične emisije.
2. **Prijevoz na licu mjesta:** Analiza tokova cestovnog prometa generiranog za turističke posjete (obično putnici koji se iskrcavaju u marini i posjećuju obližnja mjesta prije ponovnog polaska). Broj posjetitelja, korištena vozila, prijeđena udaljenost, ukupna potrošnja goriva i posljedične emisije.

Analiza **MOBILNOSTI OFF-SHORE** (morska strana) uključuje:

1. **Pristajanje:** Potrošnja energije brodova koji pristaju u marinama i posljedične emisije
2. **Prometni tokovi brodova koji gravitiraju oko marina:** analiza broja čamaca, podijeljenih prema glavnoj upotrebi (duge/kratke vožnje, iznajmljene/privatne), vrsti plovila (jedrilica/motorni čamac), vrsti goriva, ukupnom prijeđenom putu po godini/putovanju; ukupna potrošnja po gorivu i posljedične emisije.





Slika 4. Prikaz područja koja analiza uključuje. Marina Cervar-Porat [6]

Za analizu usluga mobilnosti i povezane potrošnje energije usvojen je integrirani pristup kako bi se osigurala dosljednost i povećali aspekti troškovne učinkovitosti. Analiza se oslanja na metodologiju korištenu u okviru SECAP-a (Sustainable Energy and Climate Action Plan), Mobility Management Handbook i SUMP-a (Sustainable Urban Mobility Plan) te pruža potpuni okvir usluga mobilnosti i količine putnika koji koriste privatna vozila u nautičke marine. Analizom se definira broj putnika s obzirom na način prijevoza, uključujući i potrošnju energije, što predstavlja osnovu za daljnji plan ulaganja koji mora izraditi svaka pilot lokacija [5].

Metodologija prikupljanja podataka provedena je putem upitnika koji je poslan marinama uključenim u istraživanje i upitnika koji je poslan ili dan njihovim korisnicima. Radi se o dvijema različitim anketama da bi se dobili reprezentativni podaci kao što su opskrba električnom energijom, potrošnja, obnovljiva energija, količina putnika, izbor mobilnosti za pristup marini i za posjet obližnjim mjestima, podaci o brodovima itd. Vlasnici marina raspolagali su vlastitim podacima prikupljenim iskustveno ili sadržanima u njihovim baza koja mogu odstupati od podataka koristinka. Iz tog razloga, prikupljena su dva seta podataka.

Pri izračunu emisije CO<sub>2</sub> vozila i brodova koji se kreću unutar i/ili oko marina u obzir su uzeti podaci prikupljeni upitnikom za korisnike marina "Porat" i "Martinis Marchi". Uptinik za korisnike nije proveden za marine na talijanskoj strani Jadranskog mora, no jest za vlanike tih marina.

Upitnikom za korisnike marina definirala se sljedeća potrošnja: Prosječna potrošnja goriva (l) prijevoznog sredstva kojim se stiže do marina, prosječna potrošnja goriva (l) prijevoznog sredstva koje se koristi za kretanje po unutrašnjosti te prosječna potrošnja goriva (l) po putovanju brodova/jahti usidrenih u marinama [5].

Prosječna potrošnja goriva u litrama najprije se pretvara u prosječnu potrošnju goriva izraženu u kg, uzimajući u obzir stvarnu težinu litre benzina (0,68 kg) i dizela (0,835 kg). Prosječna emisija CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub>] izračunata je množenjem prosječne potrošnje goriva [kg] s odabranim faktorom emisije (EF). Međutim, budući da smjernice za pomorsku plovidbu ne sadrže EF za CO<sub>2</sub>, odlučeno je primijeniti EF koji se razmatra u EEA vodiču iz 2019. godine za cestovni prijevoz, budući da rekreacijska plovila koriste istu vrstu goriva kao i cestovna vozila. Stoga je CO<sub>2</sub> EF za benzin i dizel prema izvorima EEA jednak 3.169 g CO<sub>2</sub>/kg goriva [5].

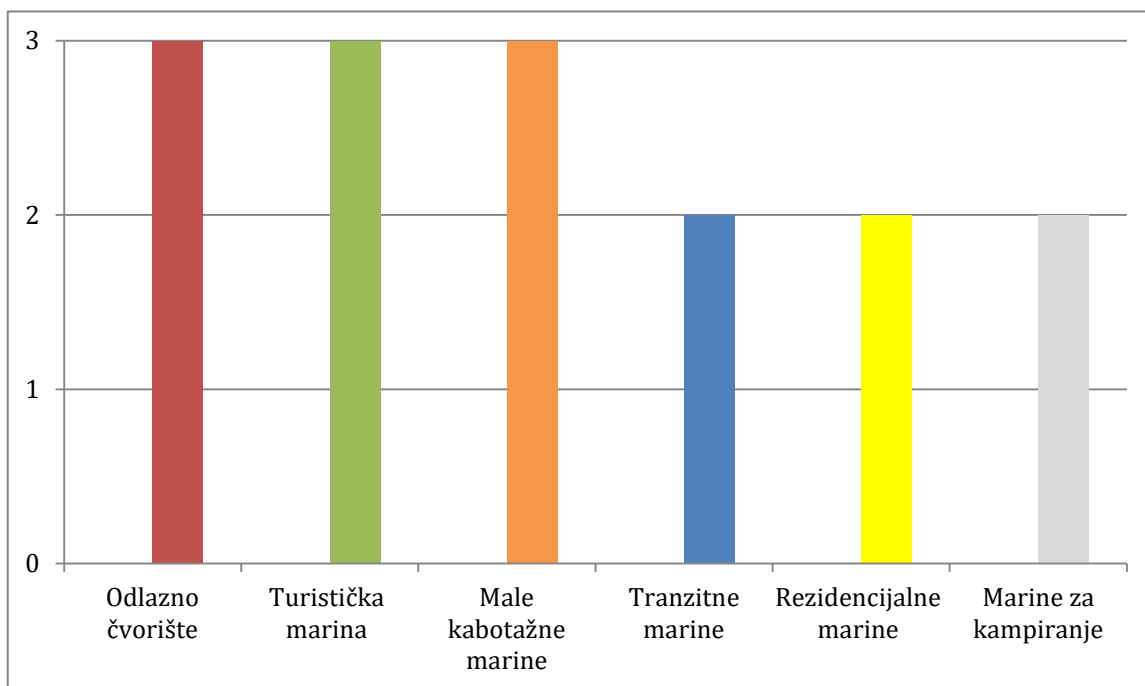


## 7.2. Rezultati

Kao što je već spomenuto, ukupno 8 marina odgovorilo je na upitnik “o trenutnom stanju usluga mobilnosti unutar marina i potrošnji energije”. Uključene marine su uglavnom odlazna čvorišta, turističke marine i male kabotažne marine [5]. Točan prikaz se nalazi u (Slika 5.).

Nadalje su dane definicije marina [5]:

- **Odlazno središte:** marina koju korisnici koriste za početak putovanja (iznajmljivanjem ili vlastitim brodom), bez zaustavljanja.
- **Tranzitne marine:** uglavnom se koristi za opskrbu gorivom ili dokumentima (carinske putovnice, porezi, itd.) bez boravka ili posjeta
- **Turističke marine:** pristupne točke turističkim mjestima (povijesnim ili krajobraznim) gdje kruzer dolazi u posjet.
- **Rezidencijske marine:** marine s rezidencijama ili stanovima u kojima se turist zaustavlja
- **Marine za kampiranje:** pristanište za spavanje (kućica, čamci za kampiranje, brod i doručak).
- **Male kabotažne marine:** mala/srednja pristaništa za male brodove (dnevni izlet, posebno vanbrodski ili jedrilica, ribarski čamci, itd.).

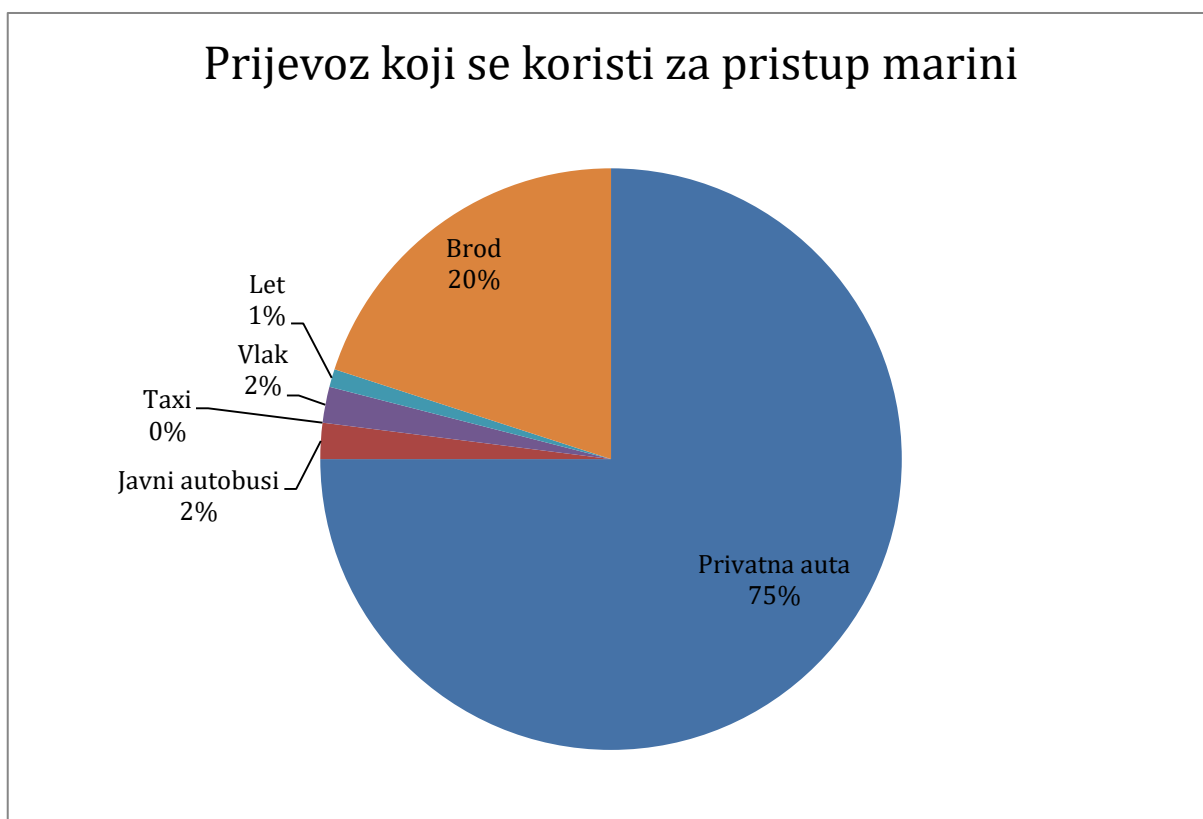


Slika 5. Vrste marina



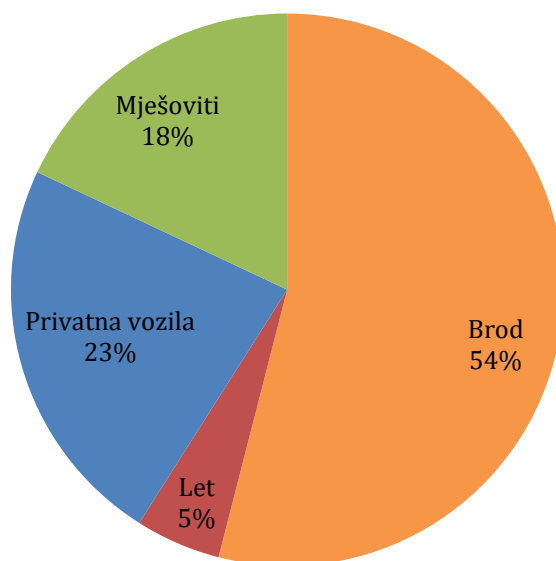
Kako bi se izračunala prosječna emisija CO<sub>2</sub> godišnje pri dolasku u marine, prosječna emisija CO<sub>2</sub> množi se s prosječnim brojem vozila i brodova koji stignu do marina “Porat” i “Martinis Marchi” u godini (7.050), prema onome kako su se izjasnili vlasnici marina upitnikom. Nadalje, 100% korisnika “Porata” izjasnilo se da su do marine došli automobilom ili kombijem, dok je u “Martinis Marchi” (koji se nalazi na otoku) 5% koristilo privatno vozilo (auto ili kombi), a 95% su stigli brodom.

Gledajući rezultate svih marina, glavno prijevozno sredstvo koje posjetitelji koriste za pristup ovim marinama iz unutrašnjosti su privatni ili iznajmljeni automobili (75%), a zatim brodovi (20%) (Slika 6.). Međutim, iz upitnika za korisnike marina lokacija “Porat” i “Martinis Marchi” (Slika 7.), do marina se dolazi uglavnom brodom, iako korištenje privatnih vozila i mješovitih prijevoznih sredstava (tj. avion, čamac, privatno/iznajmljeno vozilo) također predstavlja relevantan udio.



**Slika 6. Rezultati upitnika za vlasnike marina: vrsta prijevoza kojim se dolazi do marine.**

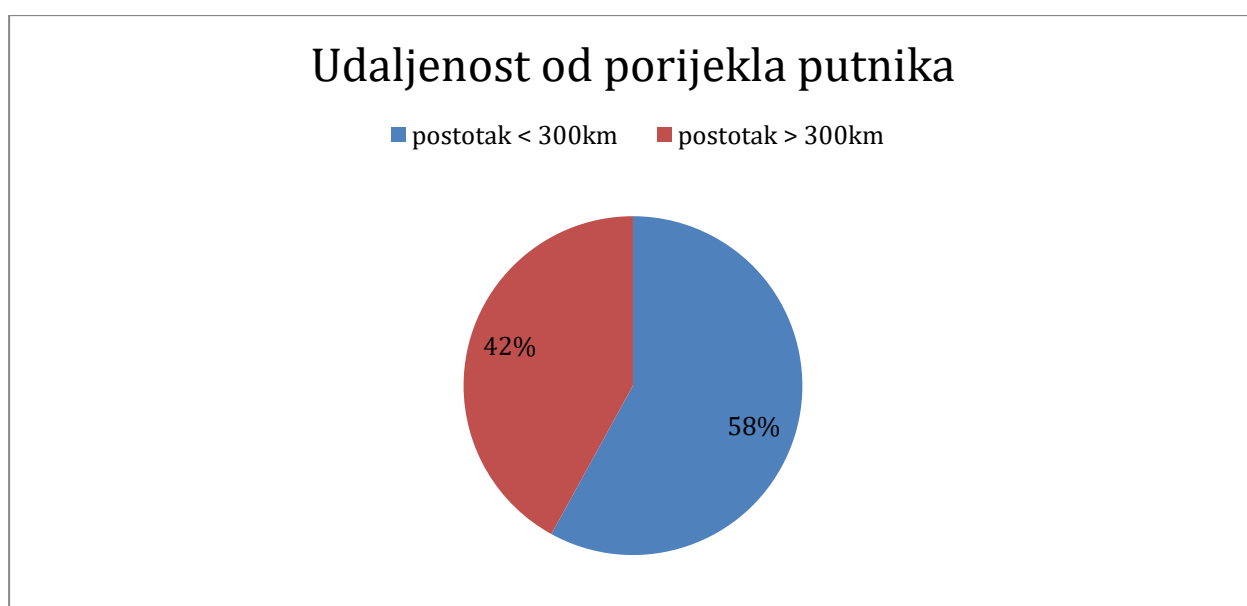
## Prijevozna sredstva za dolaženje do marine



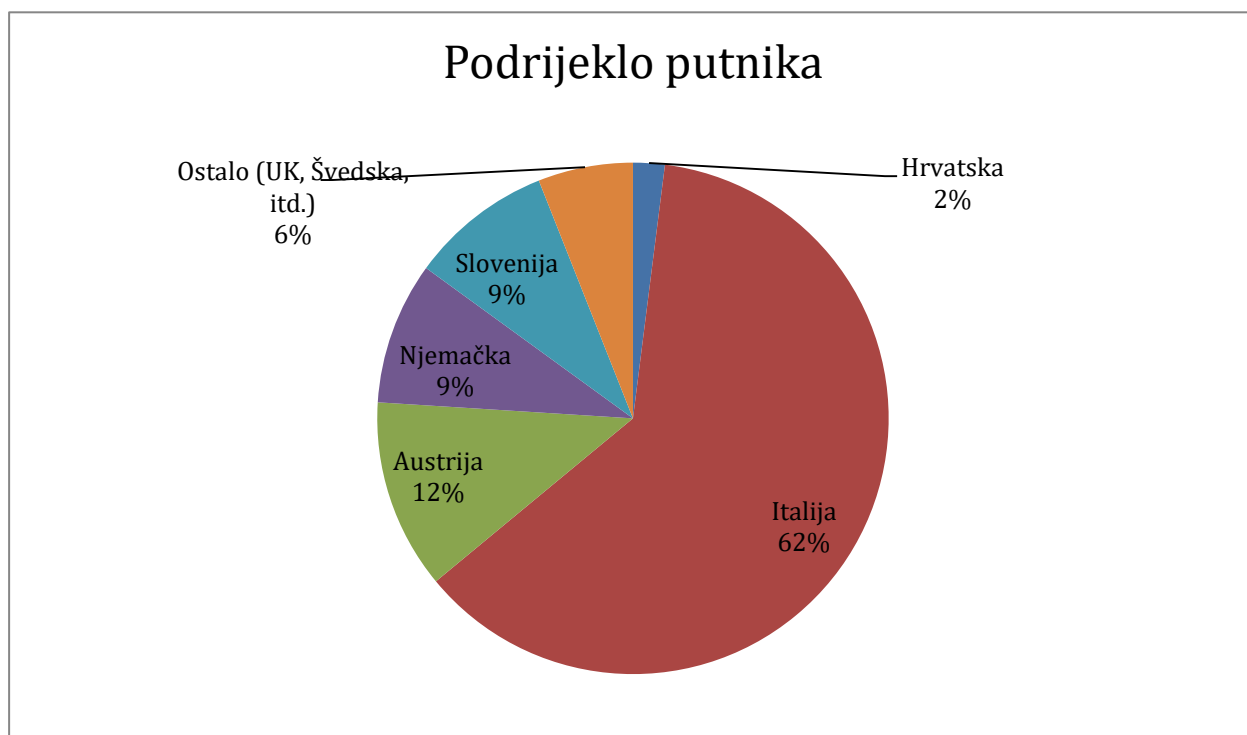
**Slika 7. Rezultati upitnika za korisnike marina: vrsta prijevoza kojim se dolazi do marine.**

Od posjetitelja koji u marinu ulaze brodom, njih 72% se izjasnilo da dolaze iz Hrvatske, dok oni koji koriste privatne/iznajmljene automobile i mješovita prijevozna sredstva uglavnom dolaze iz daljih zemalja (od Velike Britanije, Švedske i Poljske).

Što se tiče mjesta polaska putnika, 58% upravitelja marina izjavilo je da je ono manje od 300 km udaljeno od marine, naglašavajući na taj način prisutnost uglavnom domaćih posjetitelja, koji dolaze iz iste zemlje ili susjednih područja (Slika 8.). S obzirom da se 6 od 8 marina nalazi u Italiji, očekuje se da većina posjetitelja dolazi iz Italije ili iz bliže okolice. (Slika 9.) doista pokazuje da je 62% marina navelo Italiju kao zemlju polaska, 12% Austriju, a 9% Njemačku i Hrvatsku. Ako prema rezultatima upitnika kojeg su ispunili korisnici marina, “Porat” i “Martinis Marchi”, 72% putnika je iz Hrvatske, a preostali udio dolazi iz drugih dijelova Europe.



**Slika 8. Rezultati upitnika dostavljenog marinama: udaljenost od mjesta polaska putnika.**



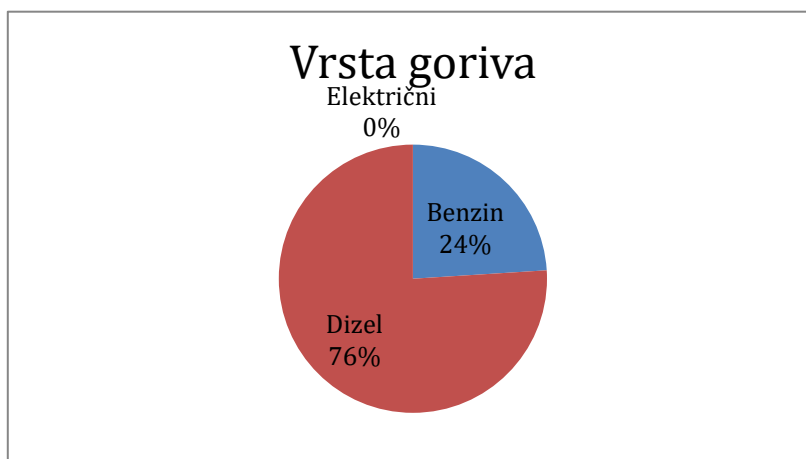
**Slika 9. Rezultati anketa dostavljenog marinama: porijeklo putnika**

Za izračun emisije CO<sub>2</sub> potrebni su podaci o potrošnji goriva na različitim prijevoznim sredstvima u svakoj marini. Podatke iz upitnika upućenog korisnicima marine bilo je moguće dohvatiti samo za dvije hrvatske lokacije, marine “Porat” i “Martinis Marchi” koje se nalaze u

Malinskoj i Maslinici pilot lokacijama. Podaci prikupljeni s ova dva mjesta zatim su agregirani i korišteni za procjenu emisija CO<sub>2</sub>. Podaci su prikupljeni za sljedeće vrste prometa:

- Cestovni pristup marinama
- Cestovni prijevoz na licu mjesta (unutar i oko marina)
- Brodski promet

Kao što je prikazano u nastavku, 76% ispitanika u upitniku izjavilo je da je koristilo dizelsko vozilo za dolazak do marine, dok nitko nije koristio električno vozilo.



**Slika 10. Rezultati upitnika za korisnike marina: vrsta goriva za dolazak u marinu.**

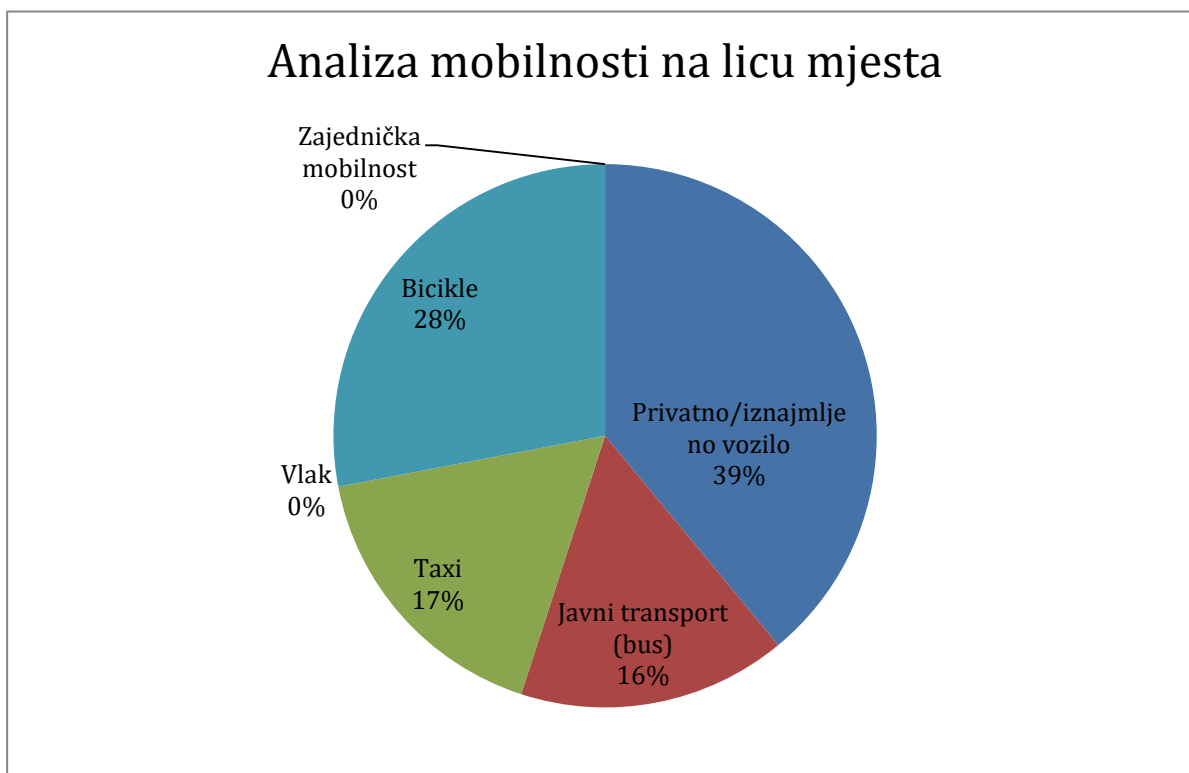
Na temelju vrste korištenog goriva moguće je izračunati prosječnu potrošnju goriva i posljedične emisije CO<sub>2</sub> putovanjem do marina kako je prikazano u tablici 2.

**Tabela 2. Emisije CO<sub>2</sub> putovanjem do marina.**

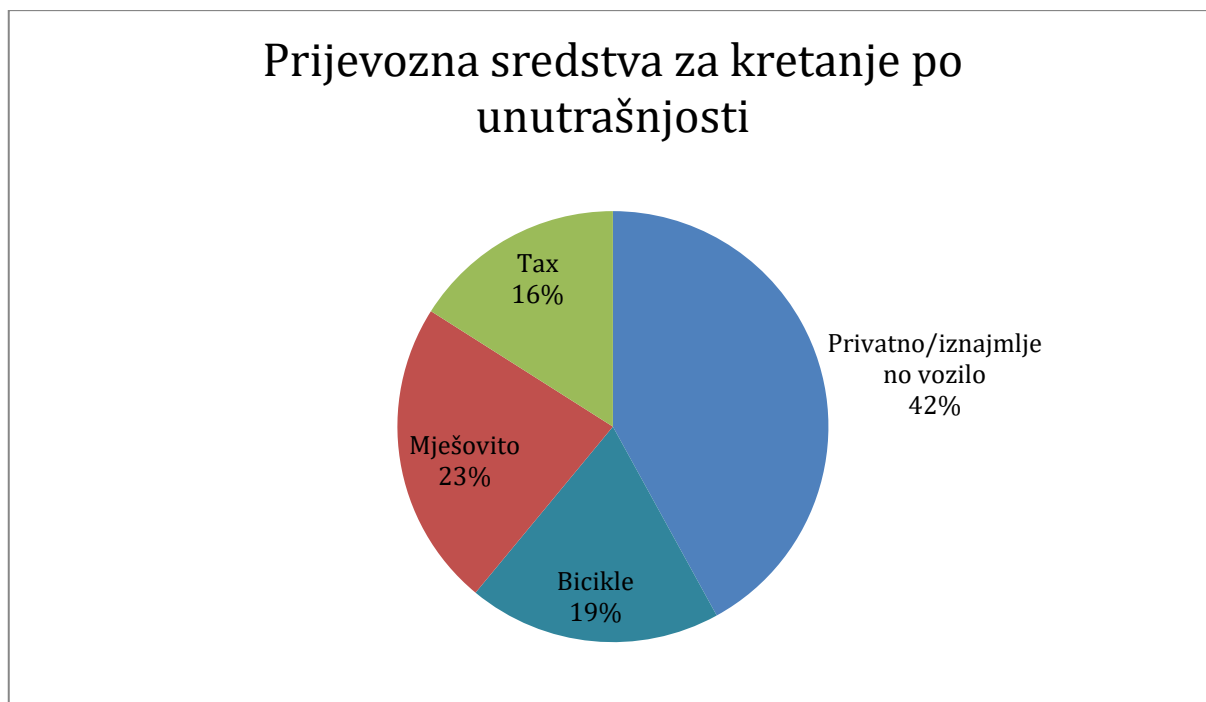
|  | Benzin   | Dizel      | Benzin + Dizel |
|--|----------|------------|----------------|
| Prosječna potrošnja goriva [kg]  | 2,113    | 21,790     |                |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> ]                                  | 6.7      | 69.1       |                |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> godišnje [t CO <sub>2</sub> godišnje]                  | 47,217.3 | 486,817.24 |                |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> godišnje (benzin + dizel) [t CO <sub>2</sub> godišnje] |          |            | 534.03         |

Za emisije povezane s kretanjem po kopnu, prosječan broj vozila/brodova koji svake godine stignu do marina množi se s 0,45, jer je samo 45% ispitanika u upitniku izjavilo da se kreću po marini.

Kako bi se identificirala vrsta usluga koje nudi svaka marina, zatraženo je od upravitelja marina da definiraju prijevozna sredstva koja posjetitelji uglavnom koriste za kretanje po unutrašnjosti. Rezultati pokazuju da 39% putnika/turista koristi privatne ili iznajmljene automobile, 28% radije koristi bicikle, dok je preostali udio jednako raspoređen na taksi i javni prijevoz (autobuse). Nijedna od marina nije odabrala vlakove ili zajedničku mobilnost (Slika 11.). Čini se da ovaj trend potvrđuju rezultati prikupljeni od strane hrvatskih partnera, koji također bilježe prevlast privatnih vozila, praćenih mješovitim prijevoznim sredstvima (npr. privatni/iznajmljeni automobil i bicikl ili taksi, javni prijevoz i bicikl.) i bicikle (Slika 12.).



**Slika 11. Rezultati upitnika za vlasnike marina: mobilnost na licu mjesta.**



**Slika 12. Rezultati upitnika za korisnike marina: mobilnost na licu mjesta.**

Razlike u rezultatima između zadnja dva grafa govori kako vlasnici marina imaju svoje podatke i vlastita iskustva u vezi nekih trendova ponašanja korisnika marina.

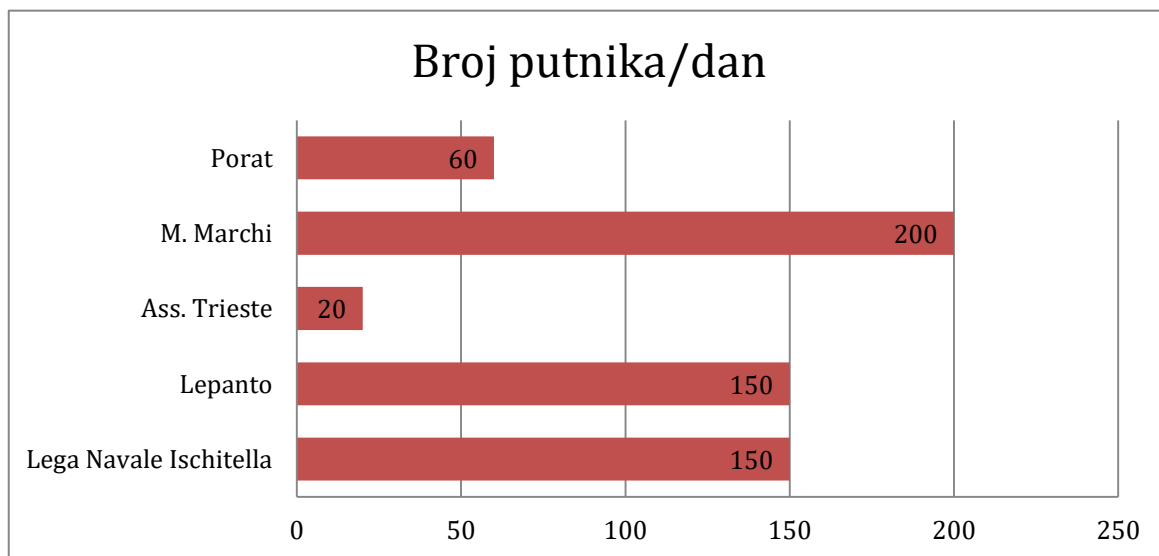
Prevlast iznajmljenih ili privatnih vozila može se objasniti i općim nedostatkom iznajmljivanja bicikala/e-bicikala unutar ili u prostorijama intervjuiranih marina. Ni jedna od marina nije izjavila ima mogućnost iznajmljivanja e-bicikala.

Sličan izračun kao kod dolaska do marina, može se napraviti za procjenu ukupnih tona CO<sub>2</sub> koje godišnje ispuštaju vozila koja koriste turisti koji se kreću unutar marina. Procjena uzima u obzir da se 45% putnika izjasnilo da se kreće po unutrašnjosti, uglavnom koristeći privatne/iznajmljene automobile, kao što je prikazano na gornjoj slici (Slika 12).

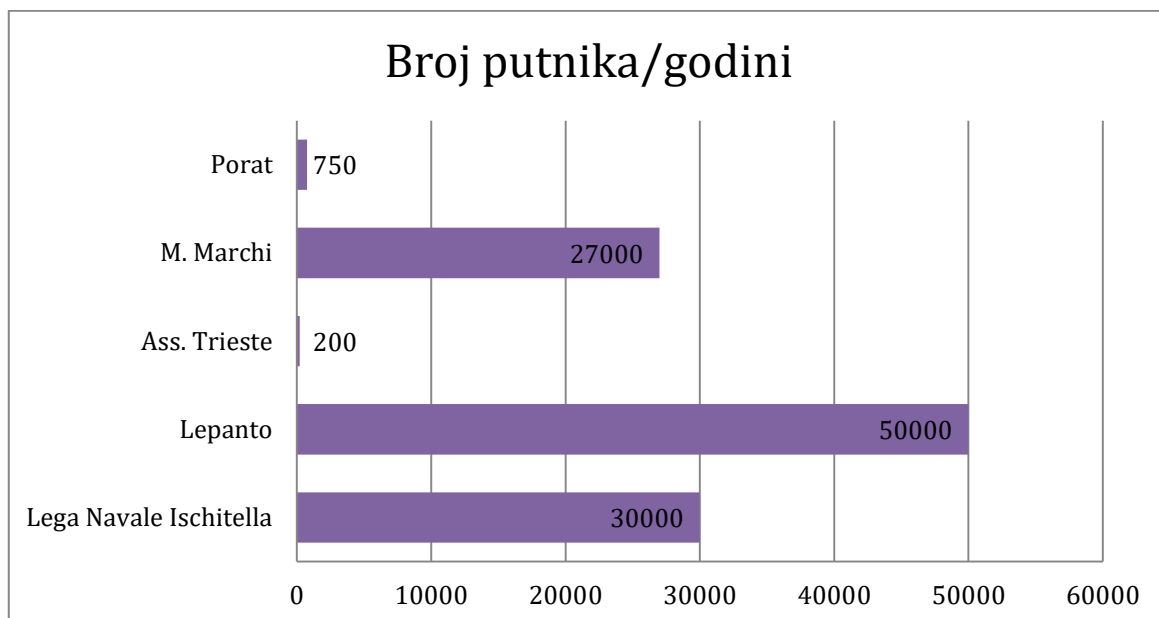
**Tabela 3. Emisije CO<sub>2</sub> kretanjem unutar marina.**

|  | Benzin | Dizel    | Benzin + Dizel |
|--|--------|----------|----------------|
| Prosječna potrošnja goriva [kg ]   | 329    | 27,701.1 |                |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> ]                                  | 1      | 87.8     |                |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> godišnje [t CO <sub>2</sub> godišnje]                  | 3,307  | 278,497  |                |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> godišnje (benzin + dizel) [t CO <sub>2</sub> godišnje] |        |          | 281.80         |

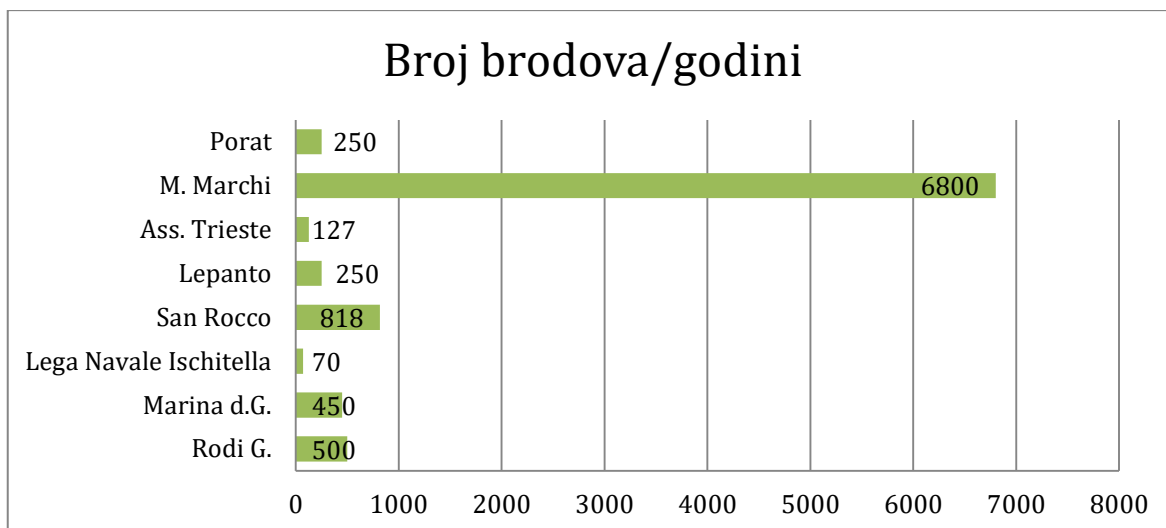
Emisije na more gledamo s obzirom na prometne tokove i kao što je prikazano na (Slika 13.), marina koja bilježi najveći broj putnika dnevno je “Martinis Marchi”(200 putnika/dan), zatim “Lega Navale Italiana sezione Ischitella” i “Lepanto” marina (150 posjetitelja/dan). Ipak, broj putnika godišnje veći je u marini “Lepanto” i “Lega Navale Ischitella”, što pokazuje da bi na tim mjestima prometni tokovi mogli biti koncentrirani tijekom određenih mjeseci u godini, primjerice ljeti. Međutim, čini se da je marina “Martinis Marchi” najveća marina, jer općenito ugošćuje 6800 brodova ili jahti svake godine (Slika 15.)



**Slika 13. Rezultati upitnika obavljenog u marinama: broj putnika po danu.**



**Slika 14. Rezultati upitnika: broj putnika godišnje.**



**Slika 15. Rezultati upitnika: broj brodova godišnje.**

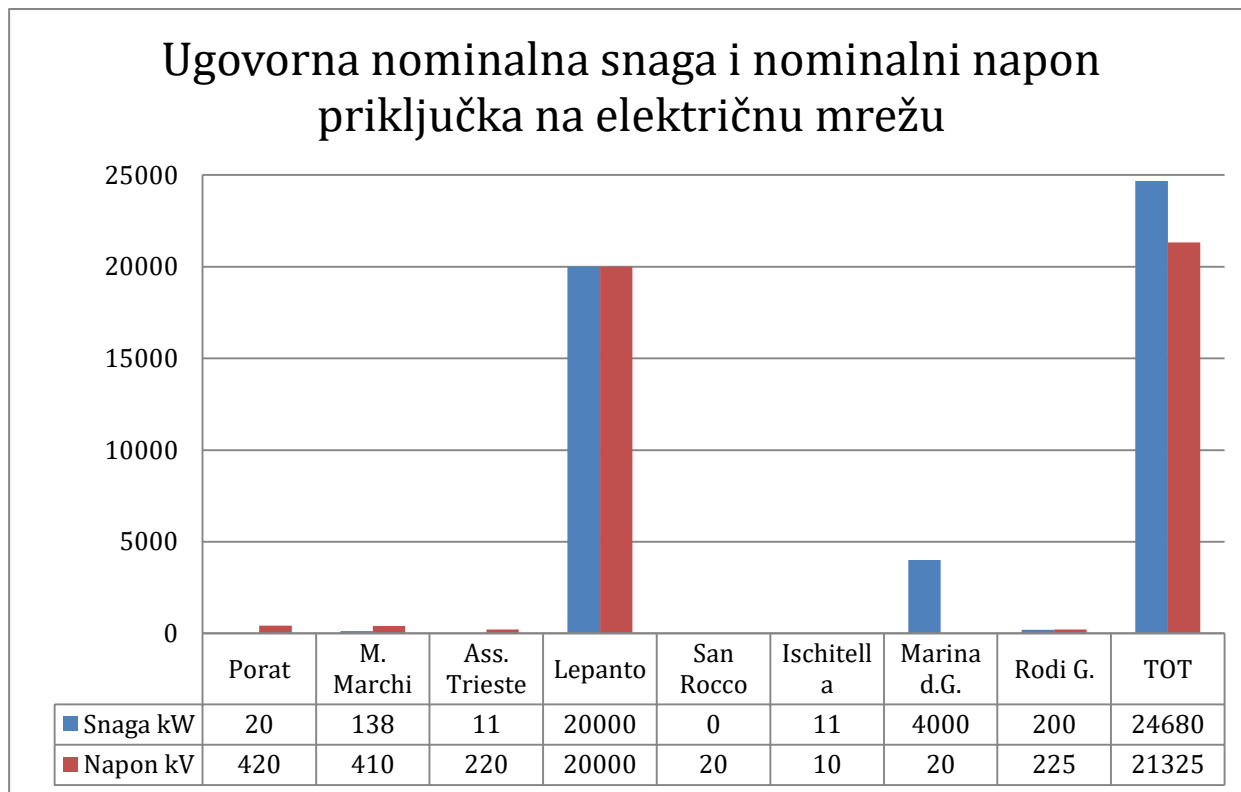
Za potrošnju goriva na moru i emisiji CO<sub>2</sub> prikupljeni su podaci prikazani u tablici 4.

**Tabela 4. Emisije CO<sub>2</sub> putovanju po moru.**

|  | Benzin  | Dizel     | Benzin +<br>Dizel |
|--|---------|-----------|-------------------|
| Prosječna potrošnja goriva po putovanju [kg]   | 204,2   | 809,7     |                   |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> po putovanju [kg CO <sub>2</sub> ]                     | 0,6     | 2,6       |                   |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> godišnje [t CO <sub>2</sub> godišnje]                  | 305,654 | 1,212,092 |                   |
| Prosječna emisija CO <sub>2</sub> godišnje (benzin i dizel) [t CO <sub>2</sub> godišnje] |         |           | 1,517.75          |



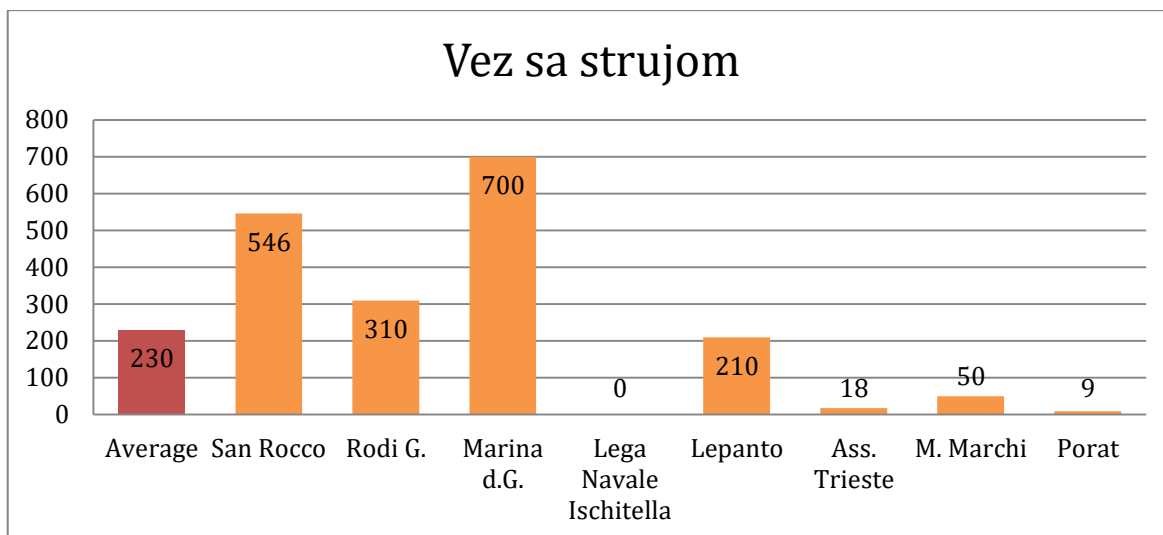
Što se tiče priključka na električnu mrežu, ukupna nazivna snaga koju su dale intervjuirane marine iznosi 24.680 kW, dok je ukupni nazivni napon 21.325 kV. No, vrijedi spomenuti da samo sama marina “Lepanto” pokriva gotovo 20.000 kW nazivne snage, dok ostala mjesta imaju znatno niže vrijednosti, znatno ispod 5.000 kW.



**Slika 16. Rezultati upitnika: nazivna snaga i napon priključka na električnu mrežu.**

Dvije marine oslanjaju se na trofazni sustav, a samo jedna na jednofazni. Umjesto toga, većina marina spojena je na električnu mrežu putem jednofaznog i trofaznog napajanja. Uz to, pet marina izravno je spojeno na mrežu, dok su tri povezane preko namjenskog transformatora.

Što se tiče mogućnosti smještaja e-brodova, gotovo sve marine imaju opremu posebnim utikačima za punjenje električnih brodova, osim “Lega Navale Ischitella”. “Marina del Gargano” je ima najveću dostupnost utikača (700), a slijede “Porto San Rocco” (546) i “Rodi Garganico” (310). “Assonautica Trieste” (Italija) i Porat (Hrvatska) broje samo 18 odnosno 9 utikača (Slika 17.). Tipski prikaz utikača je prikazano na slici (Slika 18.), koje mogu služiti za punjenje električnih brodova.

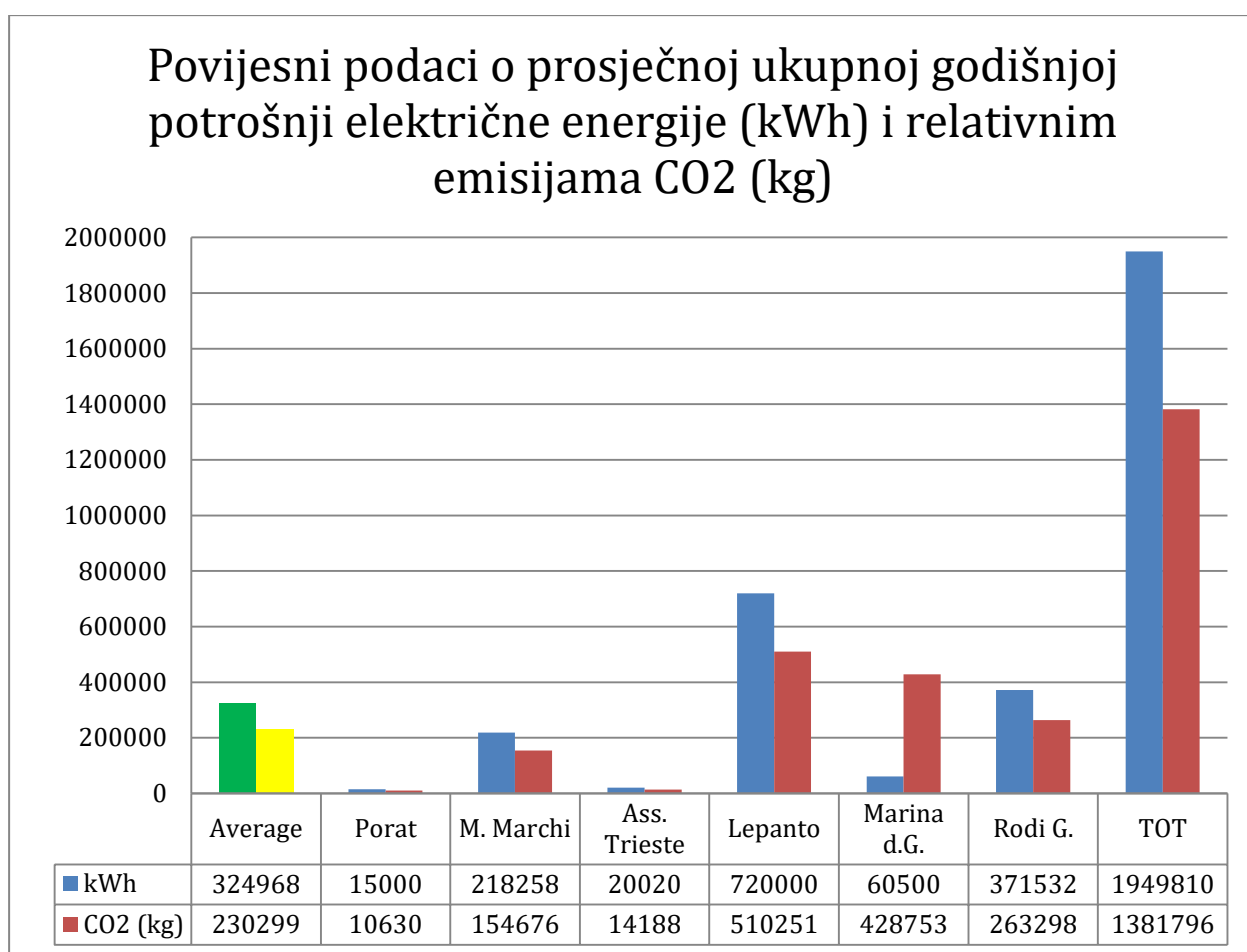


**Slika 17. Rezultati upitnika: dostupnost vezova s električnom opskrbom za e-broдове.**



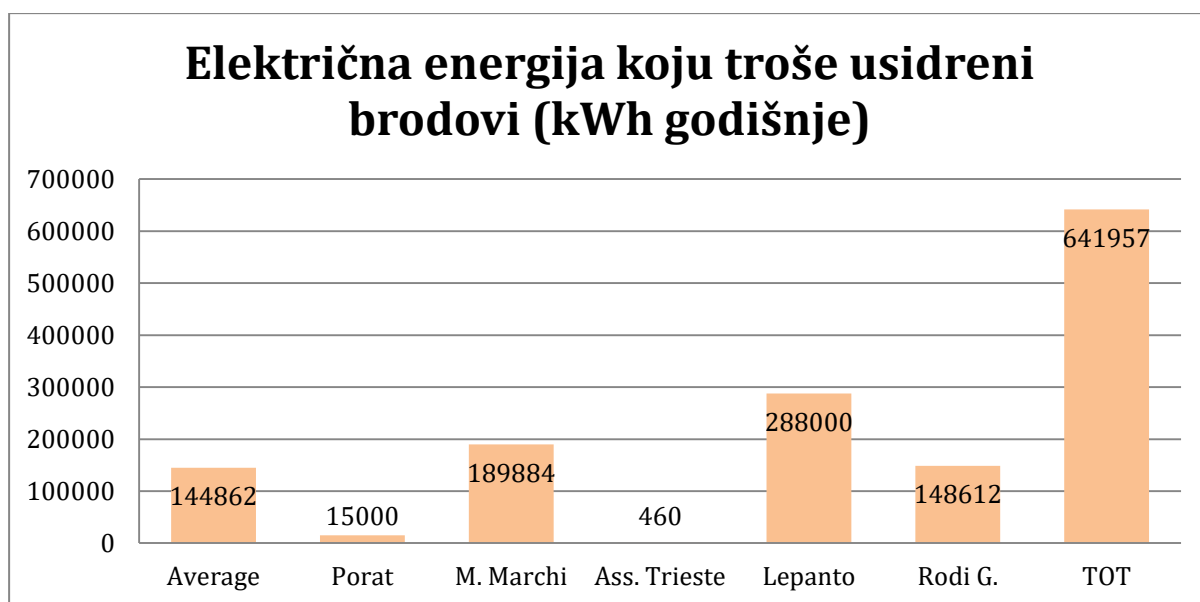
**Slika 18. Prikaz veza sa priključkom**

Povijesne podatke o prosječnoj ukupnoj potrošnji električne energije svake marine godišnje dalo je 6 od 8 lokacija, pri čemu su “Lepanto” i “Marina del Gargano” trošile ukupno 720.000 kWh odnosno 605.000 kWh godišnje. Za šest marina moglo bi se procijeniti prosječno 325.000 kWh/godišnje. Ovi podaci o potrošnji električne energije također su korišteni za izračunavanje odgovarajuće prosječne emisije CO<sub>2</sub> po svakoj marini, kao što je prikazano na (Slika 20. i Slika 21.)

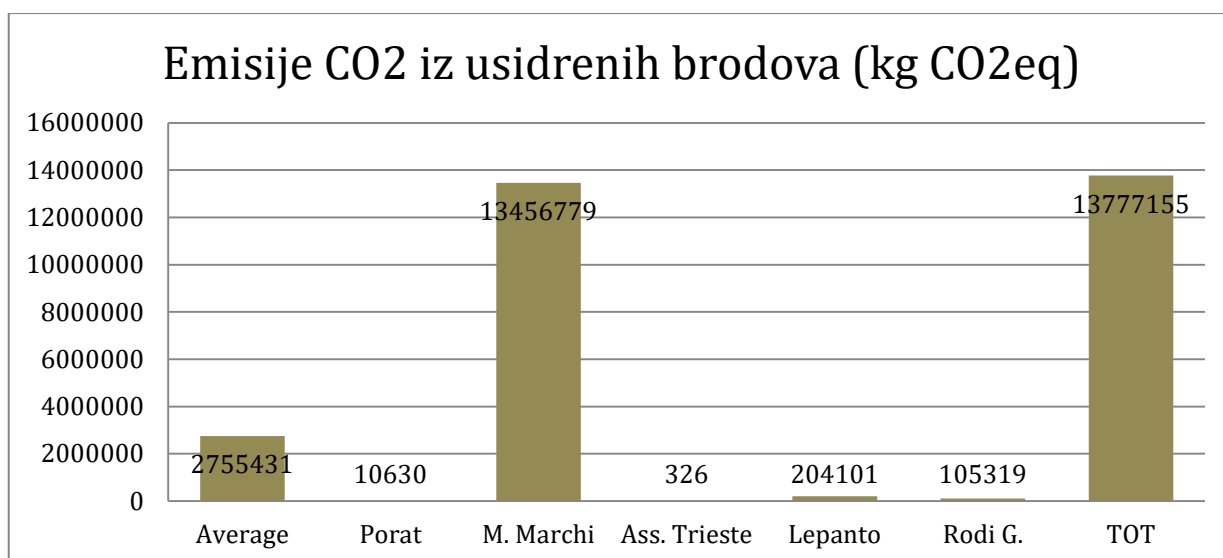


**Slika 19. Rezultati upitnika: povijesni podaci o prosječnoj ukupnoj potrošnji energije godišnje, u kWh, te pripadajuće emisije CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>eq).**

Budući da je samo 5 od 8 marina ispunilo upitnik s postotkom električne energije koju apsorbiraju usidreni brodovi i jahte, bilo je moguće procijeniti električnu energiju koju troše usidreni brodovi/jahte i pripadajuću emisiju CO<sub>2</sub> samo za ove lokacije. “Lepanto” ostaje marina s najvećom potrošnjom energije (kWh/god.), a slijede “Martinis Marchi” i “Rodi Garganico”. Ukupna energija koju troše usidreni brodovi iznosi gotovo 642.000 kWh godišnje, dok je ukupna emisija CO<sub>2</sub> za pogon tih brodova jednaka 13.777,155 tona (Slika 19.).



**Slika 20. Rezultati upitnika: električna energija potrošena u usidrenim brodovima, izražena u kWh godišnje.**



**Slika 21. Rezultati upitnika: pripadajuće emisije CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>eq) usidrenim brodova.**

Na temelju svih ovih rezultata, ukupna prosječna emisija CO<sub>2</sub> koju godišnje ispuštaju brodovi i druga vozila koja gravitiraju oko jadranskih marina „Porat“ i „Martinis Marchi“ u Hrvatskoj iznosi 2.333,58 t/god.

### 7.3. Izvješće o ublažavanju

Kako bi se smanjile emisije CO<sub>2</sub> koje nastaju prometnim tokovima koje generiraju jadranske marine, ključno je početi na konkretan način podržavati širenje e-mobilnosti i općenito energetske održivosti rješenja u obalnim područjima. U ovom trenutku električna mobilnost se oblikuje uglavnom u povećanju broja električnih vozila, a tržište nudi sve veći broj hibridnih i potpuno električnih modela automobila te, kao posljedicu, i stanica za punjenje baterija [5].

Sljedeće su navedeni primjeri potencijalnih mjera ublažavanja analiziranih projektom [5]:

- Stanice za punjenje za električna (ili hibridna) vozila i brodove/jahte na plug-in u prostorijama marina (Slika 22.)
- Stanice za punjenje i usluge iznajmljivanja e-bicikala i e-skutera unutar ili blizu nautičkog mjesta (Slika 23.)
- Usvajanje usluga i sustava dijeljenja bicikala i automobila
- Dizajn i instalacija rješenja mikro-mreže za podršku instalaciji i implementaciji tehnologija obnovljivih izvora energije u marinama, kao što su fotonaponski sustavi. (Slika 24.)

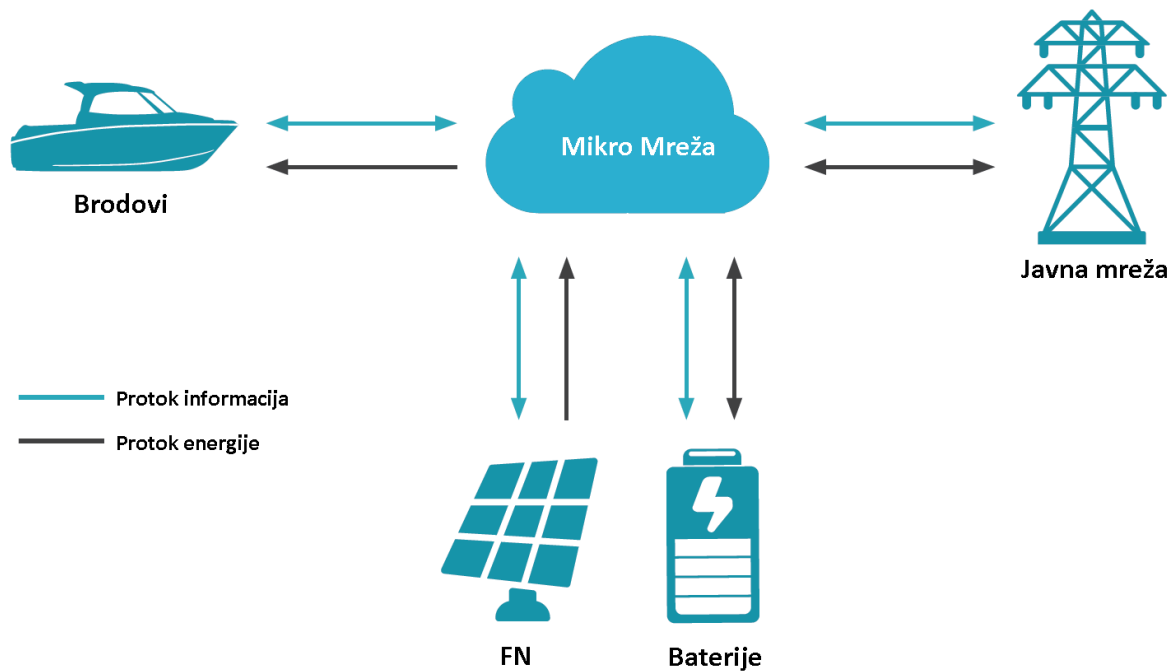


**Slika 22. Primjer stanice za punjenje za električna vozila**





Slika 23. Primjer usluga dijeljenja e-bicikala



Slika 24. Primjer rješenja mikro-mreže

Mikromreža (Slika 24.) je samodostatni energetski sustav koji služi diskretan zemljopisni otisak, kao što je kampus, bolnički kompleks ili u ovom slučaju nautička marina. Unutar mikromreža nalazi se jedna ili više vrsta distribuirane energije (solarni paneli, vjetroturbine, kombinirana toplinska i električna energija, generatori) koje proizvode njezinu snagu. Osim toga, mnoge novije mikromreže sadrže pohranu energije u baterijama i sadrže stanice za punjenje električnih vozila. Osnovna karakteristika mikromreža jest da su “pametne“ tj, sve njezine komponente su informacijski spojene i međusobno komuniciraju, te ima inteligentan spoj na javnom mrežom. S time može optimizirati najnižu cijenu, najčišću energiju, najveću električnu pouzdanost ili neki drugi ishod. Kada sustav nije spojen na javnu mrežu onda je to izvanmrežni sustav, ali u svakom slučaju može nezavisno funkcionirati, što je odlično svojstvo kada dođu zamračenja javne mreže.

Zajednička mobilnost je sustav prijevoza u kojem putnici dijele vozilo bilo istovremeno kao grupa ili tijekom vremena kao osobni najam, a u tom procesu dijele troškove putovanja, stvarajući tako hibrid između privatnog korištenja vozila i masovnog javnog prijevoza. To je strategija prijevoza koja korisnicima omogućuje pristup uslugama prijevoza prema potrebi. Ti sustavi su npr. dijeljenje automobila, dijeljenje e-skutera i e-bicikala (Slika 23.). Beneficije ovog sustava jest što smanjuje broj potrebnih vozila u urbanom području, čime pomaže u smanjenju stakleničkih plinova i drugih emisija iz sektora prometa.

Prema anketi za vlasnike marina, izgleda da ni jedna marina nije opremljena punionicama za e-bicikle i e-motore, ni uslugama najma e-bicikala ili e-skutera. Što se tiče e-brodova, samo je turistička luka Rodi Garganico (Italija) izjavila da ima posebne utikače za punjenje električnih brodova i jahti, s ukupnim brojem od 300 utikača. Uz to, s obzirom na odgovore korisnika marina “Porat” i “Martinis Marchi”, velika većina ispitanika izjasnila se da je zainteresirana za mogućnost dijeljenja e-bicikala i e-skutera. Ovi rezultati ističu potrebu da jadranske marine počnu ulagati u rješenja i tehnologije održive mobilnosti, počevši od razvoja osnovnih usluga za korisnike marina, poput usluga dijeljenja električnih bicikala, automobila ili motora.

Ako gledamo rezultate znanstvenog članka [7], koji govori da su brodovi za rekreaciju na domaćim područjima povećali su CO<sub>2</sub> emisije za 24% u razdoblju od 1990. do 2005. te stoga možemo zaključiti da su povećanja od 2005. do 2020. jednaka ako ne i veća (zbog turizma i prirodnog rasta). Studija je pokazala da urbane CO<sub>2</sub> kupole pogoršaju lokalno onečišćenje zraka, što čini još važnije kvantificirati emisiju na lokalnoj razini. Akcije za smanjenje emisija su bitne da se provode što hitnije.

Također trebalo bi se poticati da korisnici brodova umjesto plavog dizela ili teškog loživog ulja mogu koristiti brodsko dizelsko ulje ili ukapljeni prirodni plin (LNG), od kojih oba proizvode manje emisije CO<sub>2</sub> po jedinici energije ili niskougljičnim biogorivom ili možda čak vodikom. Solarne ćelije mogle bi naći primjenu u kompenziranju dijela brodskih potrebe za pomoćnom snagom ali su ograničeni površinom na brodovima za stvaranje dovoljno energije. Poboljšanje učinkovitost kroz dizajn novih brodova i pogonskih sustava nudi potencijalno značajne, iako neizvjesnije, srednjoročna (2025.) do dugoročna (2050.) smanjenja stakleničkih plinova. Optimizacija trupa i propelera, dostupna za nove brodove, može smanjiti emisiju CO<sub>2</sub>. Fleksibilniji dizajn koji koristi serije manjih dizel-električnih motora, svaki optimiziran za jednu brzinu, koji pokreće električni pogon dovesti će do veće učinkovitosti.

Dostupne su tehnološke opcije ublažavanja za postojeću flotu: ugradnje motora sa većom energetsom učinkovitosti i novi premaz trupa za smanjenje trenja s morem. Povećanje učinkovitosti postojećih motora moglo bi smanjiti njihovu energetska potrošnju do 7 %. Konačno, povećana nacionalna potrošnja na infrastrukturu također bi mogla igrati ulogu u ublažavanju emisija stakleničkih plinova, uz uvođenje mogućih propisa, istraživanja i razvoja. To su učinkoviti pokretači inovacija, posebno onih koje su usmjerene ka temeljnim istraživanjima korisnima mnogim industrijama.



## **8. PRIMJENA VIŠEKRITERIJALNE ANALIZE U UPRAVLJANJU „ZELENIM NAUTIČKIM LUKAMA“: PROCJENA ENERGETSKI UČINKOVITE MOBILNOSTI U NAUTIČKIM LUKAMA**

Prema dobivenim rezultatima upitnika može se utvrditi da vlasnici marina trebaju početi ulagati u usluge i sredstva kojima će se smanjiti emisije CO<sub>2</sub>. Investitori imaju na raspolaganju ograničena financijska sredstva i zbog toga moraju voditi aktivnu politiku odabira i realizacije onih investicija koje imaju najbolje pokazatelje [9]. S obzirom na složenost izbora i nemogućnost brzog mjerenja efekata i uspoređivanja investicija, investicijske odluke se često donose na bazi intuicije. Kao što postoje razni čimbenici koja firma gleda pri odabiru novog dobavljača, koji su veoma raznovrsni, tako postoje kriteriji i više alternativa za investiranje projekata koje neke treba maksimizirati, a neke minimizirati, što znači da se odluke donose u konfliktnim uvjetima i potrebne su višekriterijalne metode za rangiranje alternativa. Jedna od višekriterijalnih metoda koja se nameće kao adekvatan izbor za ocjenu e-mobilnih usluga je TOPSIS metoda [8] te je za provedbu analize potrebno i mišljenje stručnjaka što je kao instrument fleksibilnije od strogo matematičkih tehnika čiste optimizacije. Stručno mišljenje određeno je kao kompleksno mišljenje višeg reda koje se zasniva na dubinskim strukturama i modelima znanja. Potrebno je integrirati sve aktivnosti koje bi utjecale na poboljšanje investicije, i to kroz smanjenje troškova, poboljšanje kvalitete proizvoda i smanjenje rokova isporuke radova što su najčešće korišteni čimbenici.

Najprije je potrebno utvrditi u koje e-mobilne usluge vlasnici marina žele investirati. Nakon toga definira se set kriterija prema kojima će se definirane usluge ocijeniti. Izračun se nadalje provodi TOPSIS metodom. Svrha višekriterijalne analize je pokazati mogućnosti i rješenja za poboljšanje koncepta upravljanja zelenim lukama, a ne odabrati samo jedno rješenje s najboljim rezultatom. Ovaj rad analizira predložene usluge najprikladnije za dva odabrana područja a to su marina Porat i Martinis Marchi marina.

Izraz "zelena luka" odnosi se na održivost u kontekstu pomorske industrije i sinonim je za odgovorno ponašanje svih dionika u lučkom poslovanju, od pojedinih zaposlenika, upravitelja luka, korisnika luka i lokalnog stanovništva. Jedno od ključnih pitanja ovog koncepta je energetska učinkovitost, odnosno proces prelaska s fosilnih goriva prema čistim izvorima goriva i obnovljivim izvorima energije. Za poboljšanje ekoloških i energetskih učinaka u lukama, Europska organizacija morskih luka (ESPO) postavila je strukturirani okvir "5E" koji uključuje

sljedeće [10]: exemplifying (davanje dobrog primjera u lučkoj zajednici kada se upravlja vlastitim operacijama); enabling (pružanje uvjeta za olakšavanje korisnika luka i poboljšanje ekološkog učinka unutar lučkog područja); encouraging (pružanje poticaja za zelenije korisnike luka); engaging (dijeljenje znanja, sredstva i vještine između korisnika luke i/ili nadležnih tijela); enforcing (koristiti mehanizme za primjenjivanje učinkovite ekološke prakse korisnika i osiguranje povinovanja istih).

Provedba različitih ekoloških inicijativa pokazala se korisnim za daljnji razvoj luka. Neke od inicijativa se lako usvajaju, a neke zahtijevaju značajna ulaganja, ali sve se inicijative mogu podijeliti u sljedeće skupine [10]:

- Zelena plovidba, uz korištenje zelenih brodova
- Potrošnja energije i procesi recikliranja
- Kvaliteta vode i zemljišta
- Održiva i čista manipulacija unutarnjeg prijevoza
- Održivi promet u zaleđu
- Održive popratne radnje u razvoju luke, kao što su jaružanje, održavanje itd.
- Poboljšanja u zajednici i okolišu.

Treba pojasniti da su sve postavljene propozicije poboljšanja luke u „zelenu luku“ odlične opcije, i bilo bi najbolje kad bi upravitelji marina u sve opcije investirali. Ali ako moramo odabrati neke investicije i posložiti ih hijerarhijski redoslijedom, onda će nam ova analiza dati točno to. Ukratko, višekriterijska analiza se može definirati kao model koji sadrži; Skup različitih odluka (varijante koju stručnjaci rangiraju), set kriterija (sastoji od višedimenzionalnih kriterija koji se samo mogu mjeriti i ocjenjivati u različitim jedinicama), skup mjera učinka (predstavlja bodove za svaku opciju odluke protiv svake kriterij).

Za provedbu energetski učinkovitih akcija, marine zahtijevaju jasnu, definiranu strategiju i razvojni scenarij je potreban. Kao dio planiranja za održivi razvoj energetske mobilnosti potrebno je procijeniti utjecaje svake akcije koje bi trebalo provesti. U okviru projekta DEEP-SEA, ove su akcije definirane tijekom pilot testiranja na licu mjesta i odabrane su sljedeće četiri aktivnosti za višekriterijsku analizu:

1. Električne punionice (ECS) za brodove.
2. Električne punionice (ECS) za automobile.
3. Usluge e-mobilnosti i dijeljenja.
4. Mikromrežni sustavi.

Ove akcije su podijeljene u četiri tematske skupine koje su podijeljene na manje složene komponente ili podkriterije. Tematske skupine kriterija i potkriterija za evaluaciju, prikazane su u tablici 6. Kao što se vidi, podijeljena su na četiri skupine kriterija ili područja utjecaja: ekološki, ekonomski, tehnički i društveni. Ekološki i tehnički kriterij se sastoje od tri podkriterija, dok ekonomski i društveni imaju dva podkriterija. Opis i objašnjenje za svaki od podkriterija su također prikazani u tablici 5.

**Tabela 5. Prikaz kriterija i objašnjenje podkriterija**

| Kriterij  | Potkriteriji                 | Oznaka | Deskripcija   | Težinski cilj |
|-----------|------------------------------|--------|---|---------------|
| Ekološki  | Smanjenje emisija CO2        | K1     | Kriterij se odražava na potencijalno smanjenje emisija CO2 kao rezultat provedba određene akcije. Analizira razliku u razini emisija prije a nakon provedene akcije.  | MAX           |
|           | Smanjenje potrošnje energije | K2     | Kriterij smatra smanjenje potrošnje energije kao rezultat akcije, uglavnom kao rezultat implementacije novog izvora energije ili uštede proizašle iz implementacija novih tehnologija u proizvodnji energije.                                       | MAX           |
|           | Prostorni utjecaj            | K3     | Kriterij izražava utjecaj aktivnosti na korištenje zemljišta, zahtjeve rasporeda zauzetosti, ograničenost prostora, sukob s drugim aktivnostima i slični problemi koji mogu zakomplicirati provedbu akcije. Gradiranje (1-5): 1-najgori, 5-najbolji | MIN           |
| Ekonomski | Trošak opreme                | K4     | Kriterij razmatra ukupne troškove potrebne za izgradnju i provedbu konkretnih akcija. Usredotočuje se na razine troškova koje treba procijeniti prema očekivanjima i složenost investicije.   | MIN           |
|           | Razvoj poslovnih aktivnosti  | K5     | Kriterij izražava mogućnost širenja gospodarskih djelatnosti u obližnjoj zoni kao rezultat utjecaja akcije. Gradiranje (1-5): 1-najgori, 5-najbolji   | MAX           |
| Tehnički  | Izvodljivost                 | K6     | Kriterij razmatra tehničke aspekte akcije, gdje se pretpostavlja da je izvedivost u korelaciji sa složenošću investicije, manje složena akcija znači veća tehnička izvodljivost. Gradiranje (1-5): 1-najgore, 5-najbolje                            | MAX           |
|           | Provedivost                  | K7     | Kriteriji se odnose na kapacitete dionika uključenih u provedbu akcije. Razmatra potencijalne poteškoće, prepreke ili sukobe koji se mogu pojaviti tijekom provedbe akcije. Gradiranje (1-5): 1-najlakše, 5-najteže                                 | MIN           |
|           | Mobilne prednosti            | K8     | Kriterij mjeri prednosti poboljšanja mobilnosti koja proizlazi iz akcije. Moglo bi biti poboljšano uvođenjem novih usluga ili olakšavanjem kretanja prometa. Gradiranje (1-5): 1-najgore, 5-najbolje  | MAX           |
| Društveni | Lokalni/regionalni razvoj    | K9     | Kriterij se usredotočuje na učinak lokalne i regionalne društveno-ekonomske životne aktivnosti. Cilj je promjena dinamike i potencijalno povećanje društveno-ekonomskog rasta u budućnosti. Gradiranje (1-5): 1-najgore, 5-najbolje                 | MAX           |
|           | Društvena svijest            | K10    | Kriteriji mjeri mogućnost promjene društvene svijesti prema energetske učinkovitosti i e-usluge koje proizlaze iz akcije. Gradiranje (1-5): 1-najgore, 5-najbolje   | MAX           |

Definirani e-mobilne usluge ocjenjuju stručnjaci za upravljanje nautičkim lukama. Stručnjaci tako rješavaju važnost tematskih kriterija i podkriterija grupe dodjeljivanjem težinskih koeficijenata. Ocjenjivač koristi kvalitativnu skalu pokazatelja s ocjenama od 1 do 5, gdje je 1 najniža vrijednost, a 5 najviša vrijednost, što je preciznije definirano u tablici 5.

U nastavku slijedi objašnjenje TOPSIS metode s kojom ćemo raditi analizu.

## 8.1. Višekriterijalna metoda TOPSIS

TOPSIS metodu (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) [8] su razvili Ching-Lai Hwang i Yoon 1981. godine i zasniva se na konceptu da odabrana alternativa treba imati najkraću udaljenost od pozitivnoga idealnog rješenja i najdužu udaljenost od negativnoga idealnog rješenja. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom pozitivnom rješenju.

Postupak računanja TOPSIS metode započinje formiranjem matrice odlučivanja koja se može predstaviti na sljedeći način [8]:

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \cdots & C_m \\ w_1 & w_2 & \cdots & w_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2)$$

Korak 1. Normaliziranje matrice - Prvi korak računanja TOPSIS metode počinje normalizacijom podataka da bi se dobila matrica u kojoj su svi elementi bezdimenzionalne veličine.

Korak 2. Množenje normalizirane matrice težinskim koeficijentima - Normalizirana matrica množi s jediničnom matricom težinskih koeficijenata.

Korak 3. Određivanje idealnih rješenja. - Pozitivno idealno rješenje ( $A^*$ ) i negativno idealno rješenje ( $A^-$ ) određuju se pomoću relacija:

$$A^* = (\max_{j \in V} n_{ij}, (\min_{j \in V} n_{ij})) \quad (3)$$

$$A^- = (\min_{j \in V} n_{ij}, (\max_{j \in V} n_{ij})) \quad (4)$$

gdje je:  $V = (j = 1, 2, \dots, m \mid j \text{ pripada kriterijima koji se maksimaliziraju})$  te  $V' = (j = 1, 2, \dots, m \mid j \text{ pripada kriterijima koji se minimaliziraju})$ . Najbolje su alternative koje imaju najveće  $n_{ij}$  u odnosu na kriterije koji se maksimaliziraju i imaju najmanje  $n_{ij}$  u odnosu na kriterije koji se minimaliziraju.  $A^*$  ukazuje na najbolju alternativu idealnoga pozitivnog rješenja, a  $A^-$  ukazuje na idealno negativno rješenje.

Korak 4. Određivanje rastojanja alternativa od idealnih rješenja - U ovom koraku se pomoću relacija izračunavaju  $n$ -dimenzionalna Euklidska rastojanja svih alternativa, idealno pozitivnog i idealno negativnog rješenja.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - n_j^*)^2} \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (n_{ij} - n_j^-)^2} \quad (6)$$

Korak 5. Određivanje relativne blizine alternativa idealnom rješenju. Za svaku alternativu određuje se relativno rastojanje.

$$Q_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad (7)$$

gdje je  $0 \leq Q_i^* \leq 1$ , a pri tome alternativa  $A_i$  je bliža idealnom rješenju ako je  $Q_i^*$  bliža vrijednosti 1.

Korak 6. Rangiranje alternativa - Alternative se rangiraju po opadajućim vrijednostima  $Q_i^*$ . Najbolja alternativa je ona koja je najbliže ili čak zauzima vrijednost jedan, a ostale alternative rangiraju se po opadajućim vrijednostima.

## 8.2. Provedba višekriterijalne analize za marine Martinis Marchi i Porat

Investitor će se odlučiti za realizaciju onih investicijskih projekata za koje postoje realne mogućnosti da bi mogli u najvećoj mjeri da doprinesu ostvarenju ciljeva. Rješavanje ovakvog problema svodi se na ekonomsku analizu, utvrđivanje ekonomskih pokazatelja i njihovo poređenje [9].

Slijedi proračun. Kao što je prije rečeno radit će se analiza za Martinis Marchi i Porat marinu gdje je glavni cilj energetska učinkovitost mobilnosti. Rezultati intervjua pokazuju da oboje marine daju najveći utjecaj na ekonomsku skupinu kriterija (50% za Martinis Marchi i 45% za Porat marinu), te na drugom mjestu skupina ekoloških kriterija (vrijednost od 30%), te

na kraju slijede tehnički i društveni kriterij (oko 10%). Ovo pokazuje da je privatno lučki operateri daju većinu važnosti ekonomskom utjecaju. U tablici 6. i 7. prikazane su ti kriteriji marina s konačnim težinama koje će se koristiti u koraku 2 TOPSIS metode.

**Tabela 6. Kriterij i konačne težine za Martinis Marchi**

| Martinis Marchi |  | Upravitelji<br>marine (%) | Korisnici<br>marine (%) | Prosjek | Konačne težine |
|-----------------|--|---------------------------|-------------------------|---------|----------------|
| Podciljevi      | Kriteriji  |                           |                         |         |                |
| Ekološki (35%)  | K1- Smanjenje emisija CO2 (max) (kg ili t)       | 12,5                      | 15                      | 13,75   | 0,1375         |
|                 | K2- Smanjenje potrošnje energije (max) (kWh/god) | 12,5                      | 15                      | 13,75   | 0,1375         |
|                 | K3- Prostorni utjecaj (min) (1-5)                | 10                        | 5                       | 7,5     | 0,075          |
| Ekonomski (50%) | K4- Trošak opreme (min) (EUR)                    | 30                        | 25                      | 27,5    | 0,275          |
|                 | K5- Razvoj poslovnih aktivnosti (max) (1-5)      | 20                        | 25                      | 22,5    | 0,225          |
| Tehnički (5%)   | K6- Izvodljivost (max) (1-5)                     | 2                         | 1                       | 1,5     | 0,015          |
|                 | K7- Provedivost (min) (1-5)                      | 2                         | 2                       | 2       | 0,02           |
|                 | K8- Mobilne prednosti (max) (1-5)                | 1                         | 2                       | 1,5     | 0,015          |
| Društveni (10%) | K9- Lokalni/regionalni razvoj (max) (1-5)        | 5                         | 2                       | 3,5     | 0,035          |
|                 | K10- Društvena svijest (max) (1-5)               | 5                         | 8                       | 6,5     | 0,065          |
|                 |  |                           |                         | sum=100 | 1              |

**Tabela 7. Kriterij i konačne težine za Porat**

| Porat           |  | Upravitelji<br>marine (%) | Korisnici<br>marine (%) | Prosjek | Konačne težine |
|-----------------|--|---------------------------|-------------------------|---------|----------------|
| Podciljevi      | Kriteriji  |                           |                         |         |                |
| Ekološki (35%)  | K1- Smanjenje emisija CO2 (max) (kg ili t)       | 12,5                      | 15                      | 13,75   | 0,1375         |
|                 | K2- Smanjenje potrošnje energije (max) (kWh/god) | 12,5                      | 10                      | 11,25   | 0,1125         |
|                 | K3- Prostorni utjecaj (min) (1-5)                | 10                        | 10                      | 10      | 0,1            |
| Ekonomski (45%) | K4- Trošak opreme (min) (EUR)                    | 20                        | 22,5                    | 21,25   | 0,2125         |
|                 | K5- Razvoj poslovnih aktivnosti (max) (1-5)      | 25                        | 22,5                    | 23,75   | 0,2375         |
| Tehnički (10%)  | K6- Izvodljivost (max) (1-5)                     | 5                         | 2                       | 3,5     | 0,035          |
|                 | K7- Provedivost (min) (1-5)                      | 3                         | 4                       | 3,5     | 0,035          |
|                 | K8- Mobilne prednosti (max) (1-5)                | 2                         | 4                       | 3       | 0,03           |
| Društveni (10%) | K9- Lokalni/regionalni razvoj (max) (1-5)        | 5                         | 5                       | 5       | 0,05           |
|                 | K10- Društvena svijest (max) (1-5)               | 5                         | 5                       | 5       | 0,05           |
|                 |  |                           |                         | sum=100 | 1              |

U sljedećim koracima prikazana je matrica odlučivanja gdje se sumiraju kriteriji kako bi smo mogli izračunati normaliziranu matricu. Normalizirana matrica se množi s konačnim težinama te dobijemo težinsku normaliziranu matricu. Sa njom se određuje pozitivno i negativno idealno rješenje, a nakon toga izračuna se Euklidska udaljenost svih alternativa od pozitivno i

negativno idealnog rješenja. Za kraj se odredi relativne blizine alternativa idealnom rješenju. S time se mogu rangirati e-mobilne usluge. Prvo slijedi izračun za Martinis Marchi.

**Tabela 8. Matrica odlučivanja za Martinis Marchi**

| Martinis Marchi                    | E-mobilne usluge u natučkoj marini          |  |                                  |                     |          |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|----------|
| Kriteriji                          | Električne punionice (ECS) za brodove/čamce | Električne punionice (ECS) za automobile | Usluge e-mobilnosti i dijeljenja | Mikromrežni sustavi | $\Sigma$ |
| Smanjenje emisija CO2 (max)        | 1462049                                     | 26621                                    | 280954                           | 154676              | 462251   |
| Smanjenje potrošnje energije (max) | 0   | 0  | 0                                | 218258              | 218258   |
| Prostorni utjecaj (min)            | 2   | 3  | 1                                | 4                   | 10       |
| Trošak opreme (min)                | 655880                                      | 98382                                    | 1180584                          | 653256              | 2588102  |
| Razvoj poslovnih aktivnosti (max)  | 4   | 4  | 5                                | 5                   | 18       |
| Izvodljivost (max)                 | 3   | 4  | 5                                | 2                   | 14       |
| Provedivost (min)                  | 2   | 2  | 1                                | 3                   | 8        |
| Mobilne prednosti (max)            | 5   | 5  | 5                                | 5                   | 20       |
| Lokalni/regionalni razvoj (max)    | 4   | 4  | 5                                | 5                   | 18       |
| Društvena svjest (max)             | 5   | 5  | 5                                | 5                   | 20       |

**Tabela 9. Normalizirana matrica za Martinis Marchi**

| Martinis Marchi                    | E-mobilne usluge u natučkoj marini          |  |                                  |                     |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|
| Kriteriji                          | Električne punionice (ECS) za brodove/čamce | Električne punionice (ECS) za automobile | Usluge e-mobilnosti i dijeljenja | Mikromrežni sustavi |
| Smanjenje emisija CO2 (max)        | 3,1628898                                   | 0,057589924                              | 0,607795332                      | 0,334614744         |
| Smanjenje potrošnje energije (max) | 0   | 0  | 0                                | 1                   |
| Prostorni utjecaj (min)            | 0,2   | 0,3                                      | 0,1                              | 0,4                 |
| Trošak opreme (min)                | 0,253421233                                 | 0,038013185                              | 0,456158219                      | 0,252407363         |
| Razvoj poslovnih aktivnosti (max)  | 0,222222222                                 | 0,222222222                              | 0,277777778                      | 0,277777778         |
| Izvodljivost (max)                 | 0,214285714                                 | 0,285714286                              | 0,357142857                      | 0,142857143         |
| Provedivost (min)                  | 0,25  | 0,25                                     | 0,125                            | 0,375               |
| Mobilne prednosti (max)            | 0,25  | 0,25                                     | 0,25                             | 0,25                |
| Lokalni/regionalni razvoj (max)    | 0,222222222                                 | 0,222222222                              | 0,277777778                      | 0,277777778         |
| Društvena svjest (max)             | 0,25  | 0,25                                     | 0,25                             | 0,25                |

**Tabela 10. Težinska normalizirana matrica sa određivanjem idealnog rješenja - Martinis**

| Martinis Marchi                    | E-mobilne usluge u natučkoj marini          |  |                                  |                     |          |          |  |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|----------|----------|--|
| Kriteriji                          | Električne punionice (ECS) za brodove/čamce | Električne punionice (ECS) za automobile | Usluge e-mobilnosti i dijeljenja | Mikromrežni sustavi | A*       | A-       |  |
| Smanjenje emisija CO2 (max)        | 0,434897348                                 | 0,007918615                              | 0,083571858                      | 0,046009527         | 0,434897 | 0,007919 |  |
| Smanjenje potrošnje energije (max) | 0   | 0  | 0                                | 0,1375              | 0,1375   | 0        |  |
| Prostorni utjecaj (min)            | 0,015                                       | 0,0225                                   | 0,0075                           | 0,03                | 0,0075   | 0,03     |  |
| Trošak opreme (min)                | 0,069690839                                 | 0,010453626                              | 0,12544351                       | 0,069412025         | 0,010454 | 0,125444 |  |
| Razvoj poslovnih aktivnosti (max)  | 0,05  | 0,05                                     | 0,0625                           | 0,0625              | 0,0625   | 0,05     |  |
| Izvodljivost (max)                 | 0,003214286                                 | 0,004285714                              | 0,005357143                      | 0,002142857         | 0,005357 | 0,002143 |  |
| Provedivost (min)                  | 0,005                                       | 0,005                                    | 0,0025                           | 0,0075              | 0,0025   | 0,0075   |  |
| Mobilne prednosti (max)            | 0,00375                                     | 0,00375                                  | 0,00375                          | 0,00375             | 0,00375  | 0,00375  |  |
| Lokalni/regionalni razvoj (max)    | 0,007777778                                 | 0,007777778                              | 0,009722222                      | 0,009722222         | 0,009722 | 0,007778 |  |
| Društvena svjest (max)             | 0,01625                                     | 0,01625                                  | 0,01625                          | 0,01625             | 0,01625  | 0,01625  |  |
| S*i                                | 0,150473985                                 | 0,449009485                              | 0,394409081                      | 0,394019557         |          |          |  |
| S-i                                | 0,430873063                                 | 0,115321899                              | 0,080156258                      | 0,153807431         |          |          |  |
| Qi                                 | 0,741163243                                 | 0,204351383                              | 0,168904578                      | 0,280759135         |          |          |  |

Iz tablice 10. može se utvrditi rang najidealnih rješenja za Martinis Marchi:

1. Električne punionice (ECS) za brodove/čamce
2. Mikromrežni sustavi
3. Električne punionice (ECS) za automobile
4. Usluge e-mobilnosti i dijeljenja

Slijedi proračun za marinu Porat.

**Tabela 11. Matrica odlučivanja za Porat**

| Porat                              | E-mobilne usluge u natučkoj marini          |  |                                  |                     |         |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|---------|
| Kriteriji                          | Električne punionice (ECS) za brodove/čamce | Električne punionice (ECS) za automobile | Usluge e-mobilnosti i dijeljenja | Mikromrežni sustavi | Σ       |
| Smanjenje emisija CO2 (max)        | 55701                                       | 1602                                     | 845                              | 10630               | 68778   |
| Smanjenje potrošnje energije (max) | 0   | 0  | 0                                | 15000               | 15000   |
| Prostorni utjecaj (min)            | 3   | 3  | 2                                | 4                   | 12      |
| Trošak opreme (min)                | 623086                                      | 118058                                   | 688674                           | 44862               | 1474680 |
| Razvoj poslovnih aktivnosti (max)  | 4   | 3  | 5                                | 4                   | 16      |
| Izvodljivost (max)                 | 3   | 3  | 5                                | 2                   | 13      |
| Provedivost (min)                  | 1   | 2  | 1                                | 3                   | 7       |
| Mobilne prednosti (max)            | 4   | 4  | 5                                | 4                   | 17      |
| Lokalni/regionalni razvoj (max)    | 5   | 5  | 5                                | 5                   | 20      |
| Društvena svjest (max)             | 5   | 5  | 5                                | 5                   | 20      |



**Tabela 12. Normalizirana matrica za Porat**

| Porat                              | E-mobilne usluge u natučkoj marini          |  |                                  |                     |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|
|                                    | Električne punionice (ECS) za brodove/čamce | Električne punionice (ECS) za automobile | Usluge e-mobilnosti i dijeljenja | Mikromrežni sustavi |
| Smanjenje emisija CO2 (max)        | 0,809866527                                 | 0,023292332                              | 0,01228591                       | 0,154555236         |
| Smanjenje potrošnje energije (max) | 0   | 0  | 0                                | 1                   |
| Prostorni utjecaj (min)            | 0,25  | 0,25                                     | 0,16666667                       | 0,333333333         |
| Trošak opreme (min)                | 0,422522852                                 | 0,08005669                               | 0,46699894                       | 0,030421515         |
| Razvoj poslovnih aktivnosti (max)  | 0,25  | 0,1875                                   | 0,3125                           | 0,25                |
| Izvodljivost (max)                 | 0,230769231                                 | 0,230769231                              | 0,38461538                       | 0,153846154         |
| Provedivost (min)                  | 0,142857143                                 | 0,285714286                              | 0,14285714                       | 0,428571429         |
| Mobilne prednosti (max)            | 0,235294118                                 | 0,235294118                              | 0,29411765                       | 0,235294118         |
| Lokalni/regionalni razvoj (max)    | 0,25  | 0,25                                     | 0,25                             | 0,25                |
| Društvena svjest (max)             | 0,25  | 0,25                                     | 0,25                             | 0,25                |

**Tabela 13. Težinska normalizirana matrica sa određivanjem idealnog rješenja - Porat**

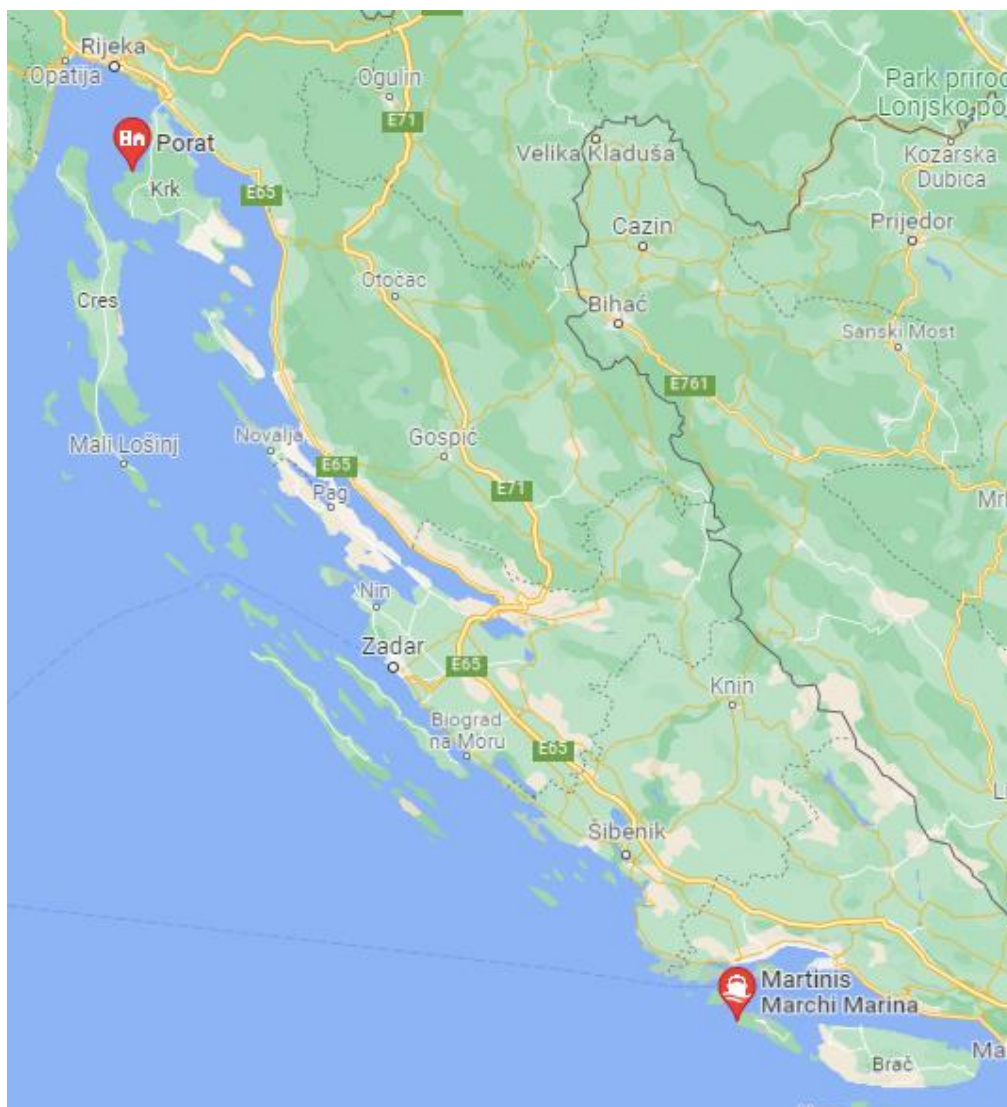
| Porat                              | E-mobilne usluge u natučkoj marini          |  |                                  |                     | A*       | A-       |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|---------------------|----------|----------|
|                                    | Električne punionice (ECS) za brodove/čamce | Električne punionice (ECS) za automobile | Usluge e-mobilnosti i dijeljenja | Mikromrežni sustavi |          |          |
| Smanjenje emisija CO2 (max)        | 0,111356647                                 | 0,003202696                              | 0,00168931                       | 0,021251345         | 0,111357 | 0,001689 |
| Smanjenje potrošnje energije (max) | 0   | 0  | 0                                | 0,1125              | 0,1125   | 0        |
| Prostorni utjecaj (min)            | 0,025                                       | 0,025                                    | 0,01666667                       | 0,033333333         | 0,016667 | 0,033333 |
| Trošak opreme (min)                | 0,089786106                                 | 0,017012047                              | 0,09923728                       | 0,006464572         | 0,006465 | 0,099237 |
| Razvoj poslovnih aktivnosti (max)  | 0,059375                                    | 0,04453125                               | 0,07421875                       | 0,059375            | 0,074219 | 0,044531 |
| Izvodljivost (max)                 | 0,008076923                                 | 0,008076923                              | 0,01346154                       | 0,005384615         | 0,013462 | 0,005385 |
| Provedivost (min)                  | 0,005                                       | 0,01                                     | 0,005                            | 0,015               | 0,005    | 0,015    |
| Mobilne prednosti (max)            | 0,007058824                                 | 0,007058824                              | 0,00882353                       | 0,007058824         | 0,008824 | 0,007059 |
| Lokalni/regionalni razvoj (max)    | 0,0125                                      | 0,0125                                   | 0,0125                           | 0,0125              | 0,0125   | 0,0125   |
| Društvena svjest (max)             | 0,0125                                      | 0,0125                                   | 0,0125                           | 0,0125              | 0,0125   | 0,0125   |
| S* <sub>i</sub>                    | 0,141140418                                 | 0,159601619                              | 0,18245533                       | 0,093730631         |          |          |
| S <sub>-i</sub>                    | 0,111862768                                 | 0,08313654                               | 0,03643455                       | 0,147871683         |          |          |
| Q <sub>i</sub>                     | 0,442139761                                 | 0,342494729                              | 0,1664515                        | 0,612045806         |          |          |

Iz tablice 13. može se utvrditi rang najidealnih rješenja za Porat:

1. Mikromrežni sustavi
2. Električne punionice (ECS) za brodove/čamce
3. Električne punionice (ECS) za automobile
4. Usluge e-mobilnosti i dijeljenja

## 9. ZAKLJUČAK

Kako su marine odlučujuće u svom cilju da postanu “zelene marine”, daljnja ulaganja u uštedi energije i zaštita okoliša su potrebna. Za pravilno ulaganje u energetske učinkovite rješenja potrebno je procijeniti njezin utjecaj. Kao dio ovoga, evaluacija energetski učinkovitih mobilnosti može se obaviti pomoću višekriterijske analize, kao što je potvrđeno u ovom radu. Definirane skupine kriterija za višekriterijsku analiznu procjenu su napravljeni na temelju informacije prikupljene za razmatrane marine Porat i Martinis Marchi, uključujući od predstavnika tih marina, stručnjaka, znanstveni istraživača i druge relevantne dionike u industriji marina. Analizirajući dobivene rezultate, Martinis Marchi daje prednost električnim stanicama za punjenje brodova (ECS), dok Porat daje prednost mikromreži. Što govori kako geografska pozicija (Slika 25.) samih marina dosta utječe na rezultate.



Slika 25. Pozicije marine Porat i Martinis marchi

Porat iako se nalazi na otoku kao i Martinis Marchi, ima cestovnu povezanost s kopnom, dok kod Martinis Marchi svi putnici dolaze sa mora sa brodovima/čamcima i točno za njih najviše treba investirat da se smanje staklenički plinovi. Porat je manjeg kapaciteta i manjih veličina brodova te je dovoljno dobro da se sa lokanom proizvodnjom električne energije pokriju emisije.

Ovi rezultati ne sadrže više ekonomske kriterija u razvijenom model koji uključuje isplativost, razvoj poslovnih aktivnosti, razine profitabilnosti, mogućnosti financiranja, ulaganja i poslovanje, razina troškova i razmatranja sezonske ovisnosti. Zapravo pruža karakterističan scenarij za privatne lučke operatore; koji daju veliku važnost ekonomskom aspektu upravljanja zelenim lukama. Može se primijeniti na drugim nautičkim lukama gdje su potrebna nova poboljšanja energetske učinkovitosti i usluga mobilnosti. Ovaj model može pomoći donositeljima odluka u nautičkim marinama planiranjem i pronalaženjem najboljeg scenarija za razvoj energetske učinkovitih sustava i usluga. Ali ne mora biti strikna smjernica jer se može investirati odjenom u više projekata e-mobilnosti, što upravitelji marina moraju sami odlučiti sa agendama koje sebi zadavaju. U konačnom smislu sve opcije su dobre i treba podizati svijest da se investira u zelenu tehnologiju, pogotovo ako se želi pratiti smjernica SECAP-a da se smanje stakleničke emisije za 55% do 2030 godine jer marine imaju i svoju ulogu u borbi protiv klimatskih promjena.

**POPIS LITERATURE**

[1] Bertoldi, P. (2018) Guidebook 'How to develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)'

[2] Covenant initiative (Online) Dostupno od: <https://www.eumayors.eu/about/covenant-initiative/objectives-and-scope.html>

[3] Baseline Emission Inventory (BEI) (Online) Dostupno od: <https://www.com-east.eu/en/faq-3/itemlist/category/46-baseline-emission-inventory-bei/>

[4] What is an emission factor? (Online) Dostupno od: <https://www.climfoot-project.eu/en/what-emission-factor>

[5] Analiza trenutnog stanja mobilnih usluga marina Jadranskog mora i povezana potrošnja energije

[6] Marina Červar Porat (Online) Dostupno od: [https://marinas.com/view/marina/eyc33v5\\_Marina\\_Cervar\\_Porat\\_Istria\\_-\\_Porec\\_Croatia](https://marinas.com/view/marina/eyc33v5_Marina_Cervar_Porat_Istria_-_Porec_Croatia)

[7] McCollum, David L (2010) Greenhouse Gas Emissions from Aviation and Marine Transportation: Mitigation Potential and Policies

[8] Adis Puška (2011) Rangiranje čimbenika za odabir dobavljača putem TOPSIS metode

[9] Adis Puška (2015) PRIMJENA „TOPSIS“ METODE U ODREĐIVANJU RANG LISTE INVESTICIONIH PROJEKATA

[10] Ukić Boljat, H., Vilke, S., Grubišić, N. & Maglić, L. (2021) Application of multi-criteria analysis for the introduction of green port management practices: an evaluation of energy efficient mobility in nautical ports. Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie 65 (137), 72–83.

**POPIS SLIKA**

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Pristup obračuna emisija stakleničkih plinova u prometu .....   | 6  |
| Slika 2. Koraci ciklusa prilagodbe .....   | 12 |
| Slika 3. Raspored marina .....   | 14 |
| Slika 4. Prikaz područja koja analiza uključuje. Marina Cervar-Porat [6] .....   | 16 |
| Slika 5. Vrste marina .....  | 18 |
| Slika 6. Rezultati upitnika za vlasnike marina: vrsta prijevoza kojim se dolazi do marine.<br>.....  | 19 |
| Slika 7. Rezultati upitnika za korisnike marina: vrsta prijevoza kojim se dolazi do marine.<br>.....   | 20 |
| Slika 8. Rezultati upitnika dostavljenog marinama: udaljenost od mjesta polaska putnika.   | 21 |
| Slika 9. Rezultati anketa dostavljenog marinama: porijeklo putnika .....   | 21 |
| Slika 10. Rezultati upitnika za korisnike marina: vrsta goriva za dolazak u marinu.....  | 22 |
| Slika 11. Rezultati upitnika za vlasnike marina: mobilnost na licu mjesta. ....  | 23 |
| Slika 12. Rezultati upitnika za korisnike marina: mobilnost na licu mjesta.....  | 24 |
| Slika 13. Rezultati upitnika obavljenog u marinama: broj putnika po danu.....  | 25 |
| Slika 14. Rezultati upitnika: broj putnika godišnje.....   | 25 |
| Slika 15. Rezultati upitnika: broj brodova godišnje. ....  | 26 |
| Slika 16. Rezultati upitnika: nazivna snaga i napon priključka na električnu mrežu. ....   | 27 |
| Slika 17. Rezultati upitnika: dostupnost vezova s električnom opskrbom za e-brodove....  | 28 |
| Slika 18. Prikaz veza sa priključkom.....  | 28 |
| Slika 19. Rezultati upitnika: povijesni podaci o prosječnoj ukupnoj potrošnji energije<br>godišnje, u kWh, te pripadajuće emisije CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> eq)..... | 29 |
| Slika 20. Rezultati upitnika: električna energija potrošena u usidrenim brodovima, izražena<br>u kWh godišnje.....   | 30 |
| Slika 21. Rezultati upitnika: pripadajuće emisije CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> eq) usidrenim brodova.....   | 30 |

|   |    |
|---|----|
| Slika 22. Primjer stanice za punjenje za električna vozila..... | 31 |
| Slika 23. Primjer usluga dijeljenja e-bicikala .....            | 32 |
| Slika 24. Primjer rješenja mikro-mreže .....                    | 32 |
| Slika 25. Pozicije marine Porat i Martinis marchi .....         | 44 |

**POPIS TABLICA**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Popis marina s njihovim lokacijama, pilot područjem i vrsti marine. ....           | 13 |
| Tabela 2. Emisije CO2 putovanjem do marina. ....   | 22 |
| Tabela 3. Emisije CO2 kretanjem unutar marina. ....  | 24 |
| Tabela 4. Emisije CO2 putovanju po moru. ....  | 26 |
| Tabela 5. Prikaz kriterija i objašnjenje podkriterija.....                                   | 37 |
| Tabela 6. Kriterij i konačne težine za Martinis Marchi .....                                 | 40 |
| Tabela 7. Kriterij i konačne težine za Porat.....  | 40 |
| Tabela 8. Matrica odlučivanja za Martinis Marchi.....  | 41 |
| Tabela 9. Normalizirana matrica za Martinis Marchi.....                                      | 41 |
| Tabela 10. Težinska normalizirana matrica sa određivanjem idealnog rješenja - Martinis. .... | 41 |
| Tabela 11. Matrica odlučivanja za Porat .....  | 42 |
| Tabela 12. Normalizirana matrica za Porat .....  | 43 |
| Tabela 13. Težinska normalizirana matrica sa određivanjem idealnog rješenja - Porat.....     | 43 |