

Makroskopski model prijevozne potražnje u nautičkom turizmu sa svrhom kvantifikacije prometnih opterećenja i pritisaka na okoliš

Ukić Boljat, Helena

Doctoral thesis / Disertacija

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:995371>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

Helena Ukić Boljat

**MAKROSKOPSKI MODEL PRIJEVOZNE
POTRAŽNJE U NAUTIČKOM TURIZMU SA
SVRHOM KVANTIFIKACIJE PROMETNIH
OPTEREĆENJA I PRITISAKA NA OKOLIŠ**

DOKTORSKI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

Helena Ukić Boljat

**MAKROSKOPSKI MODEL PRIJEVOZNE
POTRAŽNJE U NAUTIČKOM TURIZMU SA
SVRHOM KVANTIFIKACIJE PROMETNIH
OPTEREĆENJA I PRITISAKA NA OKOLIŠ**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Neven Grubišić
Komentor: prof. dr. sc. Merica Slišković

Rijeka, 2024.

**UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF MARITIME STUDIES**

Helena Ukić Boljat

**MACROSCOPIC MODEL OF TRANSPORT
DEMAND IN NAUTICAL TOURISM FOR THE
PURPOSE OF QUANTIFICATION OF TRAFFIC
VOLUMES AND ENVIRONMENTAL
PRESSURES**

DOCTORAL THESIS

**Mentor: Full Prof. Neven Grubišić
Co-mentor: Full Prof. Merica Slišković**

Rijeka, 2024.

Mentor doktorskog rada: prof. dr. sc. Neven Grubišić

Komentor: prof. dr. Merica Slišković

Doktorski rad obranjen je dana 05. studenog 2024. na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci pred povjerenstvom u sastavu:

1. prof.dr.sc. Ana Perić Hadžić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
2. izv.prof.dr.sc. David Brčić, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
3. izv.prof.dr.sc. Rino Bošnjak, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet
4. izv.prof.dr.sc. Luka Novačko, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti

ZAHVALA

Ovaj doktorski rad predstavlja krunu dugotrajnog rada u sklopu mog završnog ispita na poslijediplomskom studiju na Pomorskom fakultetu u Rijeci.

Zahvaljujem članovima Povjerenstva i svim nastavnicima koji su mi dobronamjernim savjetima i susretljivim odnosom olakšali stjecanje potrebnih znanja za pisanje ovog rada.

Veliko hvala mome mentoru, prof. dr. sc. Nevenu Grubišiću koji je na samom početku naše suradnje „bacio“ malu bubu u uho idejom rada koja je velika, nova, neistražena, i čijom smo razradom dobili rezultate koji će zasigurno biti značajni u brojnim aspektima. Hvala na znanju i vremenu koje mi je svaki put udijelio.

Iznimno hvala mojoj dragoj mentorici na matičnom fakultetu, i komentorici na ovom radu, prof. dr. sc. Merici Slišković zbog koje sam tu gdje jesam. Hvala na podršci, na znanju, na vremenu, na slušanju, na stalnom govorenju:“ Hele, ti to možeš!“

Veliko, od srca hvala prof. dr. sc. Aniti Gudelj koja me svojim idejama i znanjem ohrabivala i usmjeravala, koja mi je udijelila nesebično puno vremena i još toliko znanja.

Zahvaljujem svojoj obitelji, svome dragome Niki koji je u trenucima koji su bili za mene teški i neizvjesni bio tu, čvrsto me bodreći i prateći.

Za moju Mašu i Taru.

SAŽETAK

Obalni i pomorski turizam čine najveći sektor plavog gospodarstva Europske unije u smislu bruto društvenog proizvoda i zaposlenosti, pri čemu su upravo obalna područja Europske unije izrazito tražena odredišta kako za europske, tako i za međunarodne putnike. Vrlo često, a posebno tijekom ljetnih mjeseci izražen je pritisak koji rekreacijska plovila vrše na morski okoliš. Povećana prometna potražnja po pojedinim zonama na obali često dovodi do prometnog zagušenja i pratećih negativnih posljedica, pri čemu se pretjeranim iskorištavanjem obale u prirodnom, ali i prometnom smislu narušava atraktivnost određene destinacije što je i primarni razlog zbog kojih su nautičari i odabrali određenu destinaciju. S druge pak strane, neujednačeni načini statističkog praćenja, nedostatak statističkih informacija o ukupnoj populaciji koja ostvaruje putovanja nautičkim plovilima između luka, kao i činjenica da rekreacijska plovila nisu obvezna imati AIS uređaj dodatno otežavaju mogućnost utvrđivanja dinamike kretanja plovila između luka, odnosno utvrđivanja prometnog toka plovila. Kako bi se pokušao riješiti identificirani problem, koristeći se metodologijom prometnog modeliranja te adaptacijom klasičnih metoda prometnog modeliranja ovim doktorskim radom razvijen je prometni model kojim je moguće prije svega utvrditi prijevozna potražnja u nautičkom turizmu, identificirati zone privlačenja i generiranja putovanja te u konačnici utvrditi prometne rute i količine prometnih tokova za plovila u nautičkom turizmu. Za korak koji uključuje generiranje putovanja, radom su razvijene funkcije za proračun produkcije i atrakcije putovanja, pri čemu se produkcija inicijalnih putovanja izvodi na temelju kreirane regresijske jednadžbe, a kreirane funkcije atrakcije razlikuju se u ovisnosti o vrsti putovanja. Distribucija inicijalnih putovanja, kao i putovanja između luka, napravljena je uz pomoć gravitacijskog modela, pri čemu je ključan doprinos ovog rada proračun i validacija kalibracijske konstante unutar gravitacijskog modela. Testiranjem modela na odabranom području interesa te dobivenim rezultatima dokazano je kako je razvijenim prometnim modelom, uspostavljenim matricama prometne potražnje i raspodjelom potražnje prema rutama i prometnim entitetima moguće riješiti ključan problem vezan uz nedostatak zapisa o stvarnim kretanjima plovila u nautičkom turizmu. Dodatna vrijednost modela uključuje razvijenu mogućnost za odvojeno dodjeljivanje putovanja između luka, točnije mogućnost utvrđivanja količine prometa između luka odvojeno za plovila u *charteru* te vlastita plovila. Nadalje, ovim radom istaknuti su i ekološki deskriptori u kontekstu nautičkog turizma te je predložen metodološki okvir za penalizaciju pojedinih morskih područja u skladu s kategorijom zaštite. U ovom kontekstu model predstavlja osnovnu bazu koja može poslužiti kao početni alat za upravljanje prometnim opterećenjem pojedinih makro i mikro plovnih područja, pri čemu se dobiveni rezultati mogu koristiti kod planiranja i optimizacije u kontekstu identifikacije vršnih opterećenja u prometnom i ekološkom smislu. Rezultati dobiveni ovim modelom široko su primjenjivi, a mogu služiti i kao potpora u odlučivanju svim dionicima u sektoru nautičkog turizma.

Ključne riječi: *nautički turizam; prometna mreža; prometno modeliranje; matrice prometne potražnje; rekreacijska plovila; prometni tokovi; prometno opterećenje; plovidbene rute; ekološki deskriptori; utjecaj na okoliš.*

ABSTRACT

Coastal and maritime tourism is the largest sector of the European Union's blue economy in terms of gross domestic product and employment, with the European Union's coastal areas being a highly desirable destination for both European and international travelers. Very often, especially in the summer months, recreational vessels are observed to have a major impact on the marine environment. More specifically, the increased traffic demand in certain coastal areas very often leads to traffic congestion and the associated negative consequences, whereby the excessive use of the coast in the natural, but also in the traffic sense, impairs the attractiveness of a particular destination, which was also the main reason why sailors chose a particular destination. On the other hand, the inconsistent methods of statistical monitoring, the lack of statistical information on the total population traveling by vessels between ports and the fact that recreational vessels are not obliged to have an AIS device make it difficult to determine the dynamics of vessel movements between ports, i.e. the vessel traffic flow. To solve the identified problem, by using the methodology of transport modeling and adapting classical methods of transport modelling, this dissertation developed a transport model that can be used to determine traffic demand in nautical tourism, to identify zones of attraction and generation of trips, and finally to determine traffic routes and traffic flows for vessels in nautical tourism. For the step involving the generation of trips, production and attraction functions were developed as part of the work, whereby the production of the initial trips is based on the regression equation created and the attraction functions created differ depending on the type of trip. The distribution of initial trips and port-to-port trips was done using a gravity model, with the main contribution of this thesis being the calculation and validation of the calibration constant within the gravity model. An additional value of the model is the developed possibility of separate trip assignment between ports, more precisely the possibility to determine the traffic volume between ports separately for charter vessels and privately owned vessels. By testing the model in the selected area of interest, the results obtained have proven that the developed transport model is able to solve the main problem related to the lack of records of actual vessel movements in nautical tourism through the generated traffic demand matrices and the distribution of demand among routes and traffic entities. In addition, this paper also highlighted environmental descriptors related to nautical tourism and proposed a methodological framework for sanctioning certain marine areas according to their protection category. In this context, the model represents a fundamental basis that can serve as an initial tool for the traffic flow management of individual macro and micro sailing areas. The results obtained can be used for planning and optimization in the context of determining traffic and ecological peaks. The present results are applicable and can serve as a decision-making aid for all stakeholders in the field of nautical tourism.

Keywords: *nautical tourism; transport network; transport modeling; traffic demand matrices; recreational vessels; traffic flows; traffic load; navigation routes; ecological descriptors; impact on the environment.*

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Svrha, ciljevi i zadaci istraživanja	2
1.2. Problem, predmet i objekti istraživanja.....	3
1.3. Znanstvena hipoteza	4
1.4. Znanstvene metode.....	4
1.5. Pregled dosadašnjih istraživanja	6
1.6. Obrazloženje strukture rada	9
2. METODE PROMETNOG MODELIRANJA	11
2.1. Prometno planiranje i modeliranje	11
2.2. Karakteristike prijevozne ponude i potražnje.....	13
2.3. Klasični model prijevozne potražnje.....	14
2.4. Parametri prijevozne ponude i potražnje.....	15
2.4.1. Kreiranje zona	15
2.4.2. Prometna mreža.....	15
2.4.3. Transportni sustavi	16
2.5. Podmodel generiranja putovanja	17
2.5.1. Regresijska analiza kao metoda za proračun produkcije putovanja.....	18
2.5.2. Usklađivanje generiranih i privučenih putovanja.....	22
2.6. Podmodel distribucije putovanja	23
2.6.1. Funkcija općeg troška putovanja.....	24
2.6.2. Gravitacijski model	25
2.7. Podmodel modalne razdiobe putovanja	26
2.8. Podmodel dodjeljivanja putovanja na mrežu	28
3. PROMETNA POTRAŽNJA I UTVRĐIVANJE DINAMIKE KRETANJA PLOVILA U NAUTIČKOM TURIZMU S FOKUSOM NA UTJECAJ NAUTIČKIH AKTIVNOSTI NA MORSKI OKOLIŠ.....	30
3.1. Prometna potražnja u nautičkom turizmu Republike Hrvatske.....	30
3.1.1. Analiza razvoja i stanja nautičkog turizma za razdoblje 2009. - 2023.	30
3.1.2. Analiza prometa u nautičkom <i>charteru</i>	32
3.1.3. Prostorna i sezonalna distribucija prometa u nautičkom <i>charteru</i>	34
3.2. Metode za praćenje kretanja i određivanje ruta plovila.....	35
3.2.1. Praćenje kretanja plovila koja su obvezna imati AIS.....	36
3.2.2. Praćenje kretanja plovila koja ne moraju imati AIS	37
3.2.3. Upitnik kao alat za prikupljanje podataka o rutama i preferencijama nautičara	38
3.3. Utjecaj nautičkih aktivnosti na morski okoliš	40
4. PRIKUPLJANJE I PRETHODNA OBRADA PODATAKA.....	43
4.1. Temeljne odrednice istraživanja o rutama i razlozima za odabir pojedinih ruta na području Republike Hrvatske.....	43
4.2. Programska obrada primarnih i sekundarnih podataka dobivenih s lokatora.....	44
4.2.1. Segmentacija podataka o rutama kretanja	45
4.2.2. Predprocesiranje i rekonstrukcija podataka.....	45
4.3. Ostali primarni i sekundarni podatci korišteni za izradu modela	48

5. METODOLOGIJA IZRADE MODELA	50
5.1. Dizajn prometne mreže	52
5.1.1. Definiranje atributa pojedinih zona	52
5.1.2. Prilagodba prometne mreže za rekreacijsku plovidbu	53
5.2. Segmentacija potražnje	55
5.3. Kreiranje populacije za izradu modela prometnih tokova nautičkih plovila.....	57
5.3.1. Generiranje <i>Home to Port</i> putovanja	58
5.3.2. Distribucija <i>Home to Port</i> putovanja	62
5.3.3. Transformacija broja putovanja po segmentima potražnje	65
5.4. Generiranje putovanja nautičkih turista između luka – <i>Port to Port</i> putovanja.....	68
5.4.1. Određivanje frekvencije putovanja iz pojedine zone za proračun produkcije <i>Port to Port</i> putovanja	68
5.4.2. Identifikacija i odabir varijabli koji imaju utjecaj na privlačenje putovanja.....	69
5.5. Distribucija putovanja između luka.....	71
5.5.1. Segment utjecaja na okoliš - atributi utjecaja na okoliš	72
5.6. Dodjeljivanje putovanja na mrežu.....	77
5.7. Korekcija matrice distribucije putovanja između luka korištenjem neizrazite logike .	78
5.8. Osnovne pretpostavke modela.....	82
6. TESTIRANJE RAZVIJENOG MODELA NA PRIMJERU SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE	83
6.1. Odabir područja i vremena istraživanja	83
6.1.1. Geografske značajke i opis područja istraživanja	84
6.1.2. Analiza prometa na odabranom području	86
6.2. Izrada prometne mreže odabranog područja	88
6.3. Generiranje putovanja po razvijenim stratumima potražnje	92
6.3.1. Primjena kreirane metodologije za produkciju <i>Home to Port</i> i <i>Port to Port</i> putovanja	92
6.3.2. Definiranje funkcije atrakcije kod <i>Home to Port</i> putovanja i <i>Port to Port</i> putovanja	93
6.4. Distribucija putovanja	97
6.4.1. Proračun kalibracijskog parametra u gravitacijskom modelu	97
6.4.2. Prijedlog penalizacije po pojedinoj zoni interesnog područja u skladu s definiranom metodologijom za penalizaciju	100
6.5. Proces korekcije OD matrice putovanja između luka	101
7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ANALITIČKA RAZMATRANJA	102
7.1. Izgled prometne mreže	102
7.2. Generiranje populacije za izradu modela prometnih tokova nautičkih plovila.....	103
7.2.1. Produkcija i atrakcija za kategoriju <i>Home to Port</i> putovanja	103
7.2.2. Distribucija <i>Home to Port</i> putovanja	108
7.2.3. Transformacija broja putovanja po segmentima potražnje	108
7.3. Putovanja nautičkih turista između luka.....	110
7.3.1. Produkcija i atrakcija za <i>Port to Port</i> putovanja	110
7.3.2. Distribucija <i>Port to Port</i> putovanja.....	112
7.4. Dodjeljivanje putovanja na mrežu.....	113

7.5. Primjena neizrazite logike za korekciju ishodišno-odredišne matrice	117
7.6. Usporedba dobivenih vrijednosti modelom u odnosu na dobivene vrijednosti nakon korekcije	120
8. RASPRAVA.....	125
8.1. Analiza rezultata u kontekstu postavljenih znanstvenih hipoteza	125
8.2. Očekivani znanstveni doprinos i primjena rezultata istraživanja.....	129
8.3. Ograničenja istraživanja	130
8.4. Daljnje mogućnosti razvoja modela	132
9. ZAKLJUČAK	133
POPIS SLIKA	137
POPIS GRAFIKONA	139
POPIS TABLICA.....	140
POPIS KRATICA	141
LITERATURA.....	143
PRILOZI.....	152
PRILOG 1.	152
PRILOG 2.	160
PRILOG 3.	165
PRILOG 4.	167
PRILOG 5.	174

“If one does not know to which port one is sailing, no wind is favorable.”
~ Lucius Annaeus Seneca~

1. UVOD

Nautički turizam/rekreacijska plovidba (engl. *nautical tourism/recreational boating*), predstavlja jedan od značajnijih faktora rasta i razvoja mnogih zemalja. Prema posljednjim dostupnim podacima na području Europske unije (EU) ukupno je registrirano preko 6 milijuna rekreacijskih plovila, 4500 marina te 1,75 milijuna dostupnih vezova [1]. Upravo je u posljednjih desetak godina i na području Republike Hrvatske zabilježen snažan rast i razvoj nautičkog turizma pri čemu se navodi kako bi upravo rekreacijska plovidba trebala biti jedan od glavnih kodača za ekonomski rast gospodarstva. U ovom kontekstu nautički turizam, kao i svaka djelatnost, pokazuje brojne pozitivne, ali i negativne učinke koji se reflektiraju u ekološkom, ekonomskom i društvenom aspektu. Ako se promatra ekološka komponenta, koja je uz prethodne dvije jedan od stupova održivog razvoja nautičkog turizma, činjenica je da se pretjeranim korištenjem obale i iskorištavanjem prirodnih resursa značajno narušavaju privlačnosti zbog kojih turisti nautičari i posjećuju destinaciju. Devastacija okoliša, bacanje smeća, ispuštanje fekalija, nepropisno sidrenje te općenito manjak svijesti o važnosti očuvanja i brige za očuvanjem prirodnih resursa vode k tome da je prosperitet mnogih mjesta uz obalu ugrožen toliko da utječe na njihovu autentičnost i društveno-kulturnu baštinu, a što posljedično zasigurno umanjuje privlačnost destinacije na turističkom tržištu.

Određivanje svrhe i količine pojedinačnih putovanja ciljanih plovila te prometnih tokova ključno je u području prostornog planiranja morskog područja (engl. *marine spatial planning*), posebno kada postoje određena područja koja su osjetljiva ili se planiraju u drugu svrhu [2]. Budući da plovila u nautičkom turizmu nisu obvezna imati sustav za automatsku identifikaciju (engl. *Automatic Identification System-AIS*) obrazac kretanja plovila između marina i luka nije zabilježen, niti poznat. Razlozi zbog kojih pojedino plovilo (rekreacijsko, izletničko) odabire određeno mjesto i što utječe na pojedinačni izbor putovanja zasigurno ovisi o nizu različitih čimbenika. Poznavanje prometnih tokova pomaže pri razumijevanju sezonskih promjena u prometnim obrascima. Kada se utvrde rute, uz procjenu gustoće prometa, poznavanje svake pojedine rute pruža korisne informacije o obrascima kretanja plovila i vremena u tranzitu/stajanju, a koja se mogu razlikovati ovisno o vrsti plovila [3].

Nadalje, upravo je segment prometno-prostornog planiranja ključan u realizaciji nautičko-turističkih usluga, s obzirom na činjenicu da je za realizaciju usluga u nautičkom turizmu potrebna interakcija različitih sektora. Ako se sagledava turizam općenito, njegov učinak na promet odražava se u konstantnom zahtjevu rastućih i diversificiranih prijevoznih kapaciteta, kao i u povećanju kvalitete usluga prijevoza. Činjenica je da upravo količina i kvaliteta prometne i komunikacijske infrastrukture mogu imati odlučujući utjecaj na odabir zemlje ili mjesta koju će turisti posjetiti. Sezonsko povećanje ukupne potražnje u turizmu zajedno s načinom prijevoza koji koriste turisti određuje strukturu potražnje za prijevozom na tržištu. Na ovaj se način sektor prometa suočava s ogromnim izazovom zadovoljavanja i uravnoteženja sezonskih i sektorskih distorzija prometne ponude i potražnje. Upravo prijevoz mora učinkovito odgovoriti na postavljene izazove, u protivnom dolazi do urušavanja segmenta turističke ponude ili pak samog proizvoda [4].

1.1. Svrha, ciljevi i zadaci istraživanja

Svrha je istraživanja ovog rada **istražiti mogućnost adaptacije standardnih prometnih modela radi utvrđivanja raspodjele prometnih opterećenja u pomorskom prometu, poglavito plovila u nautičkom turizmu te identificirati ekološke atribute koji opisuju zonu i pomažu u identifikaciji područja izraženih pritisaka na okoliš.**

Osnovnom svrhom istraživanja ostvaren je bitan preduvjet da se razvijeni model može koristiti za planiranje hipotetskih scenarija prometne potražnje i procjenu mogućih utjecaja na morska područja.

Svrha rada ostvaruje se sljedećim pratećim ciljevima:

- Služeći se metodologijom prometnog modeliranja razviti model prijevozne potražnje u nautičkom turizmu.
 - Istražiti primjenjivost često korištenih metoda prometnog modeliranja u segmentu pomorskog prometa - nautičkog turizma.
 - Identificirati zone stvaranja i privlačenja putovanja.
 - Kreirati prometnu mrežu u računalnom razvojnom okruženju s objektima i njihovim atributima koji su ključni za funkcionalnost prilagođenog modela za pomorski promet - segment nautičkog turizma.
 - Otkriti osnovne informacije o prometnoj potražnji i rutama kretanja u nautičkom turizmu na području Republike Hrvatske.
 - Identificirati ekološke deskriptore, točnije negativne učinke rekreacijske plovidbe.
 - Utvrditi funkciju impedancije na elementima prometne mreže.
 - Osmisliti metodologiju za penalizaciju utjecaja na okoliš.
 - Provesti korekciju izvorišno-odredišne matrice distribucije putovanja služeći se podacima o evidenciji uplovljavanja na prilaznim linkovima.

Kako bi se ostvarila svrha rada i prateći ciljevi, temeljni zadaci ovog istraživanja uključuju:

- Na temelju dostupne literature utvrditi osnovne karakteristike pojedinih prometnih modela te istaknuti specifičnosti pojedinih prometnih modela.
 - Kreirati upitnik i provesti istraživanje o rutama kretanja turista nautičara, razlozima za odabir pojedine rute te utvrditi komponente koje se vežu uz utjecaj na okoliš (vrsta goriva, potrošnja, broj osoba na brodu, trajanje putovanja, postojanje sanitarnog čvora na brodu).
 - Prikupiti podatke o rutama za plovila koja imaju globalni sustav za određivanje položaja (engl. *Global Positioning System* – GPS, u daljnjem tekstu GPS lokatori). Testirati jednu skupinu podataka za kreiranje zona / razgraničenje područja interesa.
 - Konsolidirati i kategorizirati podatke prikupljene anketama i GPS lokatorima kao i dostupne statističke podatke u cilju identifikacije objekata i atributa koji čine prometnu mrežu i za određivanje količine dnevno generiranih putovanja u ishodištima i dnevno privučenih putovanja u odredištima.
 - Sustavnim pregledom literature utvrditi ekološke deskriptore koji predstavljaju prijatnu morskou okolišu u segmentu rekreacijske plovidbe.

1.2. Problem, predmet i objekti istraživanja

Nautički turizam važan je podsektor unutar obalnog i pomorskog turizma, a ujedno i značajan izvor zapošljavanja i generiranja financijske moći. Važnost obalnog i pomorskog turizma kao ključnog podsektora plave ekonomije (engl. *Blue Economy*) prepoznata je i u sljedećim strateškim dokumentima Europske unije: Strategija Plavog rasta (engl. *Blue Growth strategy*), Strategija obalnog i pomorskog turizma, Europska strategija za veći rast i radna mjesta u obalnom i pomorskom turizmu.

Ekonomska je važnost nautičkog turizma neupitna, ali mora se naglasiti da se daljnji razvoj nautičkog turizma mora temeljiti na principima održivog razvoja. Kao što navodi Europski gospodarski i socijalni odbor u svome mišljenju, a vezano za Strategiju diversifikacije nautičkog i pomorskog turizma ... *održivost se mora temeljiti na operativnom i mjerljivom modelu kojim bi se uspostavio sustav pokazatelja radi praćenja i evidentiranja aktivnosti i razvoja u pomorskom turizmu, posebno u otočnim državama i regijama. Odredišta također trebaju razmotriti utvrđivanje granica turističkog opterećenja koje će, ako se premaše, dovesti do niza problema koji će negativno utjecati na ovaj sektor i njegovu dugoročnu održivost* [5].

Vrlo se često zamjećuje navedeno turističko opterećenje koje je posebno izraženo u ljetnim mjesecima, a posljedica je više različitih čimbenika uključujući izrazitu sezonalnost, manjak statističkih informacija o boravcima u lukama kao i neujednačen način praćenja kretanja turista nautičara. Sigurno je da tijekom ljetnih mjeseci u obalnim područjima dolazi do povećane prometne potražnje koja vrlo često dovodi do zagušenja i pratećih negativnih posljedica. Ako se povuče paralela s cestovnim prometom, rješenje se može pronaći u poticanju korisnika prometnih sustava na promjene obrazaca i vremena putovanja. Kako bi se uopće mogla predložiti potencijalna promjena rute od iznimne je važnosti poznavati prometni tok na odabranom području, točnije uočiti potencijalne točke zagušenja. U ovom kontekstu ogleđa se značaj prometnih modela koji mogu predvidjeti nastanak zagušenja i utjecaj zagušenja na cijelu mrežu.

Sustavnim pregledom literature uočeno je kako je upravo modeliranje rekreacijske plovidbe / nautičkog turizma vrlo oskudno [6] te da je prvi rad koji uključuje model kretanja plovila u nautičkom turizmu i njihovom štetnom učinku objavljen 2020. godine i to za područje Baltičkog mora [7].

Uz kontekst modeliranja rekreacijske plovidbe, vodeći se principom održivosti, važno je naglasiti i ekološku komponentu, odnosno negativne utjecaje nautičkog turizma na okoliš [8]. Negativni utjecaji mogu se raščlaniti u tri skupine čimbenika, a uključuju sljedeće: fizičke (aktivnosti sidrenja i privezivanja, sudari i smetnje, smeće i otpaci, ispiranje); kemijske (sredstva protiv obraštanja, emisije štetnih plinova, ugljikovodici, održavanje plovila, crne vode, teški metali u tragovima); i biotičke čimbenike (invazivne vrste, onečišćenje svjetlom) [9]. Iako pregled literature [6] ističe kako je većina dosadašnjih istraživanja usmjerena na istraživanje negativnih učinaka rekreacijske plovidbe na okoliš, važno je istaknuti da je većina prepoznatih ekoloških deskriptora još uvijek neistražena, a pojedini su se tek počeli istraživati. Analiza radova pokazala je da od obrađenih radova jedino rad autora [7] daje sažeti prikaz i kvantificira nekoliko negativnih učinaka (emisiju ispušnih plinova i protuobraštajne boje) nautičkog turizma na okoliš pri čemu je geografsko područje istraživanja Baltičko more.

Uzevši u obzir navedeno razvidno je kako su nedostatna istraživanja u pogledu modeliranja prometnih tokova i procjene/analize kretanja plovila u nautičkom turizmu te kako nije provedeno istraživanje koje uključuje analizu prometnog opterećenja. Shodno tome određen je **znanstveni problem istraživanja** kojim se iskazuje potreba za kreiranjem prometnog modela kojim bi se kvantificirala prometna opterećenja i prometni tok te odredio pritisak na morski okoliš za segment rekreacijske plovidbe.

Iz navedenog se formulira sljedeći **predmet znanstvenog istraživanja** koji uključuje identifikaciju obrazaca mobilnosti nautičkih turista i njihov utjecaj na okoliš. Nastavno se naslanja i potreba za preispitivanjem, odabirom i usporedbom metoda za prikupljanje podataka o rutama plovila u nautičkom turizmu.

Objekt su istraživanja u ovom radu rekreacijska plovila u *charteru* (domaćem i stranom) te osobna plovila (u vlasništvu i suvlasništvu) pri čemu je plovidba *charter* plovilima najčešći način putovanja u nautičkom turizmu.

1.3. Znanstvena hipoteza

Na temelju definiranog problema, predmeta i objekta istraživanja postavlja se osnovna znanstvena hipoteza:

Prometna opterećenja i pritisci na okoliš u domeni nautičkog turizma kvantificiraju se ovisno o raspodjeli prijevozne potražnje među zonama stvaranja i privlačenja putovanja primjenom prilagođenog prometnog modela.

U svrhu dokazivanja osnovne hipoteze istraživanja postavljene su i pomoćne hipoteze istraživanja:

Hipoteza 1: Metode koje se koriste u prometnom modeliranju velikim dijelom primjenjive su i na pomorski promet - segment nautičkog turizma.

Hipoteza 2: Transformacijom broja putovanja po segmentima potražnje i načinima prijevoza te njihovim objedinjavanjem u jedan mod, može se dobiti podatak o ukupnoj populaciji koja sudjeluje u putovanjima između luka.

Hipoteza 3: Atraktivnost lokacija predstavlja dominantan kriterij za odabir destinacije putovanja u odnosu na udaljenost ili vrijeme putovanja.

Hipoteza 4: Nedostatak zapisa o stvarnim kretanjima plovila u nautičkom turizmu može se nadomjestiti razvijenim prometnim modelom, uspostavljenim matricama prometne potražnje i raspodjelu potražnje prema rutama i prometnim entitetima.

1.4. Znanstvene metode

U uvodnom dijelu rada prilikom definiranja predmeta, problema i ciljeva istraživanja te naposljetku hipoteze korištena je metoda indukcije i deskripcije. Jednako tako, uz navedene, u pregledu dosadašnjih istraživanja korištena je metoda kompilacije te metode analize i sinteze.

U drugom dijelu rada koji uključuje analizu prometnog modeliranja, uz opis pojedinih prometnih modela pri čemu je poseban fokus stavljen na analizu klasičnog četverostupanjskog modela, korištene su metode deskripcije, metoda analize i sinteze te metoda kompilacije.

Nadalje, treći dio rada donosi analizu prometne potražnje u nautičkom turizmu pri čemu su detaljno analizirani statistički podatci vezani uz nautički turizam od 2009. do 2022. Za

navedeno korištene su metode analize i sinteze te metode kompilacije i komparacije. U drugom dijelu ovog poglavlja za predstavljanje načina praćenja plovila te metoda za određivanje ruta plovila korištena je deskriptivna metoda te metoda kompilacije. U ovom segmentu, s obzirom na to da je upitnik, odnosno provođenje ankete jedan od načina za identifikaciju zona, odnosno ishodišta i odredišta putovanja te otkrivanje razloga za odabir pojedine rute korištena je metoda anketiranja. Uz navedeno, sustavnim pregledom literature, a uz pomoć metode komparacije identificirani su ekološki deskriptori značajni za nautički turizam.

U dijelu rada koji uključuje „Prikupljanje i prethodnu obradu podataka“ prije svega su metodom analize, sinteze i kompilacije prikazani svi izvori podataka koji se koriste za izradu ovog rada. Nadalje, metodom analize i sinteze predstavljeni su rezultati provedenog kvalitativnog istraživanja o rutama i razlozima za odabir pojedine rute. Kod dijela koji uključuje analizu i programsku obradu podataka, njihovo predprocesiranje i segmentaciju korišteno je programsko razvojno okruženje R.

Nadalje, u dijelu rada naziva „Metodologija izrade modela“, u kojem su predstavljene metodološke odrednice istraživanja, korištena je kombinacija više znanstvenih metoda. Niže slijede pojedini segmenti ovog poglavlja povezani s korištenom znanstvenom metodom:

- U dijelu definiranja parametara prijevozne ponude, kao i značajki putovanja, metodom analize, sinteze, komparacije i deskripcije predstavljeni su elementi koji čine prijevoznu ponudu u nautičkom turizmu.

- Za prilagodbu prometne mreže na kontekst pomorskog prometa - segment rekreacijske plovidbe korištena je metoda analize i sinteze te metoda komparacije i kompilacije.

- Za kalibraciju brzine na vezama, odnosno *linkovima* korišteni su podatci s AIS uređaja instaliranog na Pomorskom fakultetu u Splitu pri čemu je za obradu i predprocesiranje podataka korišteno programsko razvojno okruženje R.

- Kod generiranja putovanja, za produkciju putovanja korištene su kvantitativne metode, odnosno regresijska analiza. Stavljanjem ukupnog broja turista u primorskim županijama u odnos s dolascima *charter* gostiju za razdoblje 2012. - 2023., regresijskom jednadžbom utvrđen je ukupan broj turista nautičara. Uz navedene kvantitativne metode u ovom dijelu korištene su metode deskripcije, analize i sinteze.

- Za definiranje kriterija za odabir destinacije, odnosno određivanje atraktivnosti područja korišteno je nekoliko različitih metoda, između ostalog metoda deskripcije, analize, sinteze, kompilacije i komparacije. Prethodno spomenutim metodama definirani su svi potrebni ulazni podatci koji se koriste za definiranje atributa koji utječu na atraktivnost područja. Nakon definiranja i selekcije pet najvažnijih atributa koji potencijalno imaju utjecaj na odabir lokacije, atributi su stavljani u korelaciju s brojem noćenja turista nautičara u pojedinim zonama. Vrijednostima korelacije, uz pomoć analitičkog hijerarhijskog procesa (engl. *Analytical Hierarchy Process – AHP*) i *Saatijeve* skale dobivene su težine, odnosno vrijednosti svakog pojedinog atributa.

- Unutar modela generiranja putovanja, kod stavke određivanja frekvencije putovanja, a s obzirom na to da se koristi odvojeni set dostupnih podataka (parni dani) za pripremu, obradu i analizu podataka uz pivot tablice korišteno je i programsko razvojno okruženje R.

- Kod distribucije i razdiobe putovanja korištene su kvantitativne metode, točnije gravitacijski model [10]. Jednako tako, u ovom dijelu korištene su metode modeliranja i simulacije uz pomoć softverskih rješenja (PTV VISUM).

- Za distribuciju putovanja korišten je gravitacijski model unutar kojeg je bilo potrebno definirati vrijednost kalibracijske konstante β . Za kalibraciju navedene konstante korištena su dva pristupa. Prvi je pristup uključivao proračun vrijednosti β za podatke koje generira model uz pomoć kvantitativne metode (*Hymanove metode*), a drugi je pristup uključivao testiranje dobivene vrijednosti β uz pomoć stvarnih podataka dobivenih iz GPS lokatora.

- Za definiranje metodologije za penalizaciju određenih zaštićenih zona korištene su metode analize, sinteze, komparacije i kompilacije.

- Za korekciju ishodišno-odredišne matrice potražnje korištena je neizrazita logika (engl. *Fuzzy logic*) te GEH test.

Šesti dio rada odnosi se na testiranje razvijene metodologije na odabrano područje interesa. Svaki od prethodno razvijenih metodoloških koraka primjenjuje se, odnosno kreira u računalnom programu PTV VISUM.

Za prikaz rezultata istraživanja korištene su različite statističke metode, programsko razvojno okruženje R te dostupna vizualizacija programom PTV VISUM. Odstupanja u modeliranim i korigiranim vrijednostima na vezama te između parova zona prikazana su funkcijom regresije.

U posljednjem dijelu rada služeći se rezultatima istraživanja, metodama indukcije i dedukcije diskutirano je o dobivenim rezultatima te su istaknuti osnovni zaključci kojima se dokazuju postavljene hipoteze. Ujedno su predstavljene i daljnje mogućnosti razvoja i primjene modela.

1.5. Pregled dosadašnjih istraživanja

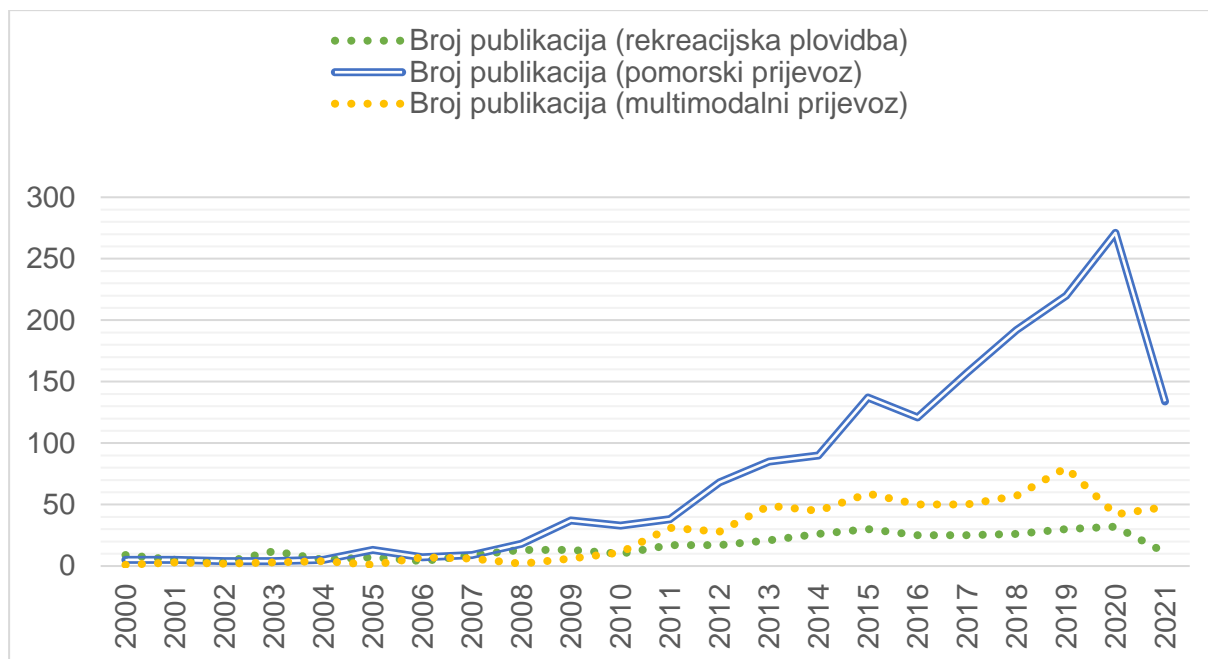
Sustavni pregled literature napravljen je u tri koraka [6]:

- 1) strukturni pregled literature pretragom ključnih riječi u sažecima i naslovima znanstvenih radova objavljenim u *Web of Science Core Collection* (WoS). Ključne su riječi uključivale: *leisure boating/recreational boating* i *model/modelling*.

- 2) detaljnu analizu odabranih znanstvenih radova pronađenih pretragom *Web of Science Core Collection* u razdoblju 2010. – 2021.

- 3) detaljnu analizu i pregled odabranih znanstvenih radova i izvještaja publiciranih na temu procjene kretanja/trajektorija/ruta velikih plovila koji su obvezni imati AIS sustav. (Navedena analiza detaljno je prikazana u dijelu 3.2.1. Praćenje kretanja plovila koja su obvezna imati AIS sustav.)

Pregledom znanstvenih publikacija u *Web of Science Core Collection* bazi koje obrađuju tematiku modeliranja pomorskog/morskog prijevoza/transporta, multimodalnog prijevoza/transporta i rekreacijske plovidbe može se primijetiti da se broj objavljenih radova povećao tijekom posljednjeg desetljeća (Slika 1.). Pretraga je uključivala sljedeće parametre: naslov, sažetak, ključne riječi i ključne riječi plus. Na slici 1. jasno je vidljivo kako je broj znanstvenih publikacija koje se bave modeliranjem rekreacijske plovidbe još uvijek neznatan (većina istraživanja je u razdoblju 2010. - 2021.).

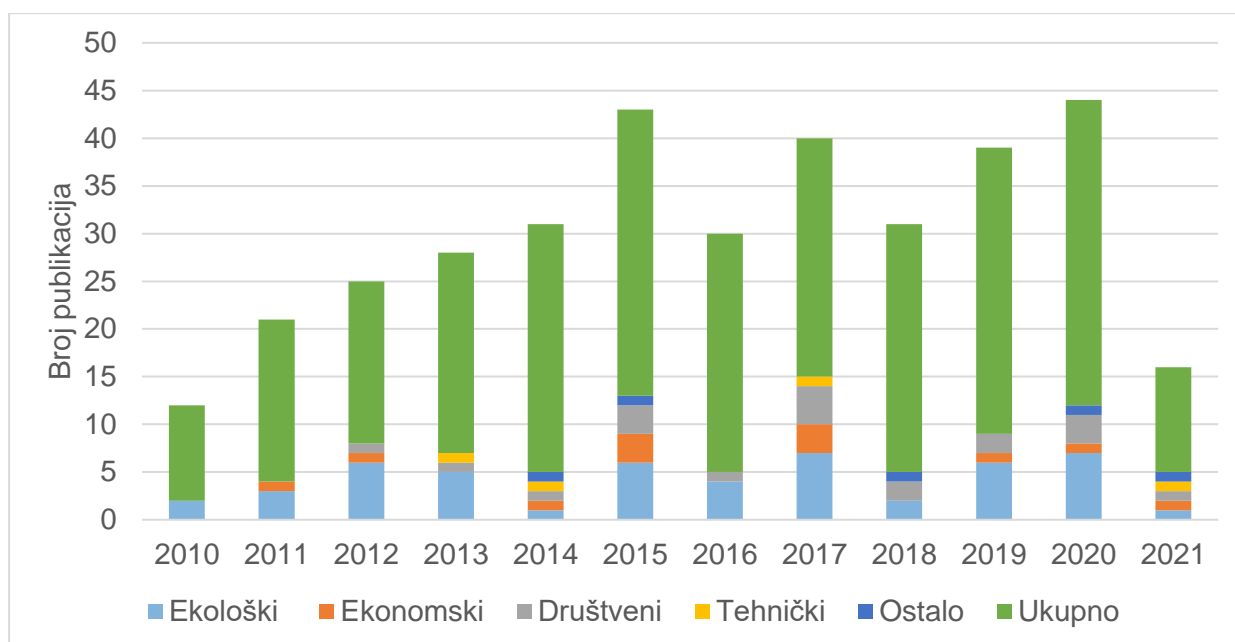


Slika 1: Usporedba objavljenih publikacija u WoS - u koje se bave modeliranjem rekreacijske plovidbe, pomorskog prijevoza i multimodalnog prijevoza za razdoblje 2000.-2021. [6]

Ključ pretrage je uključivao sljedeće: TOPIC search: 1) (TS=("boating" or "lei-sure boating" or "leisure boat" or "recreational boating" or "recreational boat*")) AND TS=("model*" or "modelling"); 2) TS=("maritime transport" or "maritime transportation" or "marine transport" or "marine transportation" or "maritime traffic" or "marine traffic") AND TS=("model*" or "modelling"); 3) TS=("multimodal transport" or "multimodal transportation") AND TS=("model*" or "modelling")*

S obzirom na to da je glavnina istraživanja koja se bave modeliranjem rekreacijske plovidbe i potencijalnog utjecaja rekreacijske plovidbe na okoliš objavljena od 2010. do 2021. daljnja analiza napravljena je za navedene radove. Relevantni radovi (njih 67) podijeljeni su u 5 kategorija: tehnički, ekonomski, društveni, ekološki i ostalo. Uz navedene kategorije, promatralo se i područje istraživanja, geografsko područje te korištena metodologija. Ukupni rezultati navedene analize prikazani su u radu [6].

Većina objavljenih radova bavila se ispitivanjem utjecaja rekreacijske plovidbe na okoliš i to 50 radova (slika 2.). Neki su radovi razmatrali dvije ili tri kategorije potencijalnih učinaka (obično kombinacija društvenog i ekološkog/okolišnog aspekta). Broj i odnos objavljenih radova prema učinku u odnosu na ukupno objavljene radove prikazani su na slici 2.



Slika 2: Pregled proučavanih učinaka u odnosu na ukupan broj objavljenih radova za odabrane studije u razdoblju 2010. - 2021. [6]

Shodno navedenom potrebno je istaknuti nekoliko ključnih stavki: pregled prethodnih istraživanja pokazuje da su neki od ekoloških deskriptora uglavnom pojedinačno analizirani i da nijedan rad nije istražio/uključivao utjecaj crnih voda (engl. *sewage*) koji je u kontekstu nautičkog turizma zasigurno jedan od značajnijih onečišćivača (posebno duž obale). Nadalje, kako bi se utvrdile rute kretanja nautičara i utvrdili razlozi za odabir pojedine destinacije korištene su metode upitnika i intervjua. Navedene su metode zaista vremenski i novčano neisplative te uvelike ovise o sjećanju/znanju pojedinog nautičara da definira/iscrta rutu na kojoj je posljednji put bio. S druge strane, te su metode jedini način za utvrđivanje prioriteta i razloga zbog kojih određeni turist nautičar odabire taj put i zašto je zainteresiran za to odredište (više o ovoj problematici i upitniku kao jednom od temeljnih alata u poglavlju 3.2.). Cjelokupni rezultati vezani uz analizu dosadašnjih istraživanja na navedenu problematiku prikazani su u [6].

S obzirom na činjenicu da je pregled literature objavljen 2021. godine važno je istaknuti kako je napravljen kratki pregled (engl. *screening*) objavljenih radova u WoS- u od 1. rujna 2021. do 1. rujna 2024. Ključ pretrage je uključivao sljedeće: *TOPIC search: 1) (TS=("boating" or "leisure boating" or "leisure boat*" or "recreational boating" or "recreational boat*") AND TS=("model*" or "modelling"))*. Napravljen je pregled naslova, sažetaka i ključnih riječi. U navedenom razdoblju objavljeno je 48 radova pri čemu je iščitavanjem sažetaka utvrđeno ukupno 14 radova koji nemaju doticaja s područjem istraživanja. Od preostalih objavljenih radova, a služeći se prethodnom metodologijom, radovi su razvrstani u predložene kategorije ovisno o tematici koju proučavaju. Ukupno je 17 radova pridruženo kategoriji ekoloških čimbenika, 10 radova proučava tehnički aspekt, 4 rada pridružena su kategoriji ostalo. Dva rada proučavaju kombinaciju društvenog i ekološkog aspekta, dok jedan rad proučava kombinaciju tehničkog i ekološkog aspekta. Od pregledanih radova, potrebno je istaknuti dva rada pridružena tehničkom aspektu proučavanja plovila u nautičkom turizmu [11], [12]. Nakon

analize navedenih radova potrebno je istaknuti kako je riječ o seriji radova ponavljajućih autora [11], [12] koji koriste podatke s digitalnih kamera kako bi modelirali klimatske i vremenske uvjete na promet brodova. Iako radovi ne obrađuju tematiku u smislu određivanja tokova i prometnog opterećenja rekreacijskih plovila, metode koje su korištene u radovima kako za prikupljanje podataka, tako i način obrade prikupljenih podataka s kamera pružaju korisne spoznaje koje mogu biti primjenjive kod prikupljanja i analize podataka o rutama rekreacijskih plovila.

1.6. Obrazloženje strukture rada

U uvodnom dijelu rada argumentira se problem i predmet istraživanja pri čemu se detaljno obrazlaže tema istraživanja s obzirom na osnovne ciljeve, svrhu i zadatke istraživanja. Posebno se definira problem istraživanja, objekt, znanstvena hipoteza te pregled dosadašnjih istraživanja.

Drugi dio rada odnosi se na glavna obilježja prometnog modeliranja s obzirom na to da se ista metodologija primjenjuje na kontekst pomorskog prometa - segment rekreacijske plovidbe. Uz analizu strukture klasičnih transportnih modela, ističu se i specifičnosti pojedinih prometnih modela. Unutar ovog poglavlja predstavljaju se karakteristike vezane uz prijevoznu ponudu i potražnju pri čemu se detaljnije ističu činjenice vezane uz podmodele generiranja putovanja, distribucije putovanja, modalne razdiobe te u konačnici dodjeljivanja putovanja na mrežu.

U trećem dijelu rada pod nazivom „Prometna potražnja i utvrđivanje dinamike kretanja plovila u nautičkom turizmu s fokusom na utjecaj nautičkih aktivnosti na morski okoliš“ iznose se i analiziraju relevantne činjenice o nautičkom turizmu, uključivši analizu prometa nautičkog turizma te njegovu prostornu i sezonalnu distribuciju. Nadalje, analiziraju se metode koje se koriste za praćenje kretanja i određivanje ruta plovila. Prikazuju se načini prikupljanja podataka u rekreacijskoj plovidbi, uključivši i upitnik kao instrument za prikupljanje podataka o rutama i preferencijama nautičara. U posljednjoj temi ovog poglavlja analizira se utjecaj nautičkih aktivnosti na morski okoliš te se opisuju identificirani ekološki deskriptori.

S obzirom na specifičnosti praćenja podataka i velike količine sekundarnih podataka koji se koriste pri prometnom modeliranju, kao i činjenicu da se metodologija prometnog modeliranja prvi put primjenjuje na aspekt pomorskog prometa - segment rekreacijske plovidbe u četvrtom poglavlju identificiraju se referentni izvori podatka koji se koriste za izradu modela. Okosnicu ovog poglavlja čini priprema ulaznih podataka za izradu modela, točnije filtriranje i kategoriziranje podataka koji su prikupljeni iz anketa i lokatora, kao i dostupnih statističkih podataka u cilju identifikacije objekata i atributa koji čine prometnu mrežu, kao i za određivanje količine dnevno generiranih putovanja u ishodištima i dnevno privučenih putovanja u odredištima. Uz navedeno predstavljeni su i rezultati provedenog kvalitativnog istraživanja o rutama plovidbe turista nautičara i razlozima za odabir pojedine rute.

U petom poglavlju, koji čini okosnicu samog rada, prikazuje se metodologija koja je razvijena ovim radom. Navedeno je poglavlje najopsežnije, odnosno sastoji se od nekoliko potpoglavlja koji ujedno predstavljaju i korake izrade samog modela. Prvi dio uključuje kreiranje elemenata mreže, *linkova* i čvorova, kao i zona generiranja i zona privlačenja putovanja. Važno je istaknuti kako se zapravo pri kreiranju elemenata prometne mreže radi prilagodba prometne mreže na segment rekreacijske plovidbe. Najznačajniji segment

prilagodbe ogleda se u kreiranju veza i njihovih atributa pri čemu je određivanje brzine na *linkovima* najznačajniji aspekt prilagodbe prometne mreže. Nadalje, u ovom se dijelu definiraju značajke putovanja, kao i identificiraju atributi pojedinih zona. Kod generiranja putovanja potrebno je odrediti funkcije produkcije i atrakcije. U ovom se dijelu prikazuje i definira jednadžba regresije za proračun produkcije putovanja. Jednako tako, usporedno se za definiranje funkcije atrakcije identificiraju i odabiru varijable koje imaju utjecaj na privlačenje putovanja. U ovom kontekstu razvija se metodološki pristup za određivanje težina za kriterije koji imaju utjecaj na privlačenje putovanja. Identificiraju se varijable koje imaju utjecaj na privlačenje te se stavljaju u korelaciju s brojem noćenja po pojedinim zonama. Po dobivenim vrijednostima korelacije AHP metodom dobivaju se težinske vrijednosti (koeficijenti) pojedinih varijabli koje imaju utjecaj na privlačenje putovanja u određenu zonu. Sljedeće potpoglavlje uključuje distribuciju putovanja, odnosno kreiranje matrica distribucije putovanja na temelju prethodnih podataka. Za distribuciju putovanja koristi se gravitacijska metoda. Temeljni doprinos ovog potpoglavlja uključuje dvije komponente. Prva se komponenta odnosi na utvrđivanje funkcije impedancije, dok druga komponenta uključuje izračun vrijednosti kalibracijske konstante unutar gravitacijskog modela. Za proračun i validaciju kalibracijske konstante koriste se dva pristupa, prvi pristup uključuje proračun konstante uz pomoć *Hymanove* metode na temelju podataka koje generira model. Drugi pristup, tzv. naivni pristup uključuje testiranje dobivene vrijednosti na podacima dobivenim s lokatora. Ukupna populacija koja sudjeluje u putovanjima između luka dobiva se transformacijom matrica distribucije inicijalnih putovanja na temelju faktora popunjenosti i njihovim objedinjivanjem u jedan način prijevoza. U ovom dijelu se jednako tako predlaže metodološki okvir za penalizaciju pojedine zone na temelju atributa utjecaja na okoliš. U posljednjem dijelu ovog poglavlja radi se dodjeljivanje putovanja na mrežu. Po dodjeljivanju putovanja na mrežu radi se korekcija OD matrice uz pomoć neizrazite logike i GEH testa.

U šestom dijelu rada razvijeni metodološki okvir po svim koracima implementira se na odabrano područje istraživanja, točnije radi se testiranje razvijenog modela.

U sedmom dijelu rada koji uključuje rezultate istraživanja i analitička razmatranja predstavljaju se rezultati istraživanja. Na temelju provedene simulacije, utvrđuje se količina prometnih tokova, kao i prometna opterećenja po pojedinim zonama.

U osmom poglavlju diskutira se o dobivenim rezultatima pri čemu se posebno analiziraju rezultati u okviru postavljenih znanstvenih hipoteza. Ističu se prepoznata ograničenja istraživanja, doprinos istraživanja u teorijskom i aplikativnom smislu. Jednako tako, daju se daljnje preporuke, odnosno mogućnosti razvoja modela.

U zaključku iznose se završna razmatranja u vezi s postavljenom glavnom, ali i pomoćnim hipotezama rada, i u konačnici iznose ideje i preporuke za buduća istraživanja.

2. METODE PROMETNOG MODELIRANJA

Sustavno istraživanje prometa potaknuto je naglim napretkom tehnologije s obzirom na to da se s razvojem gradova povećavao i broj prijevoznih sredstava, a samim time je došlo i do potrebe za značajnijim ulaganjima u prometnu infrastrukturu [13]. Činjenica je da su se u posljednjih nekoliko desetljeća brzo izmijenila prostorna i prometna obilježja mnogih gradova. Vrlo često se prometni problemi rješavaju stihijski - bez sagledavanja cjelokupne slike i mogućih dugoročnih posljedica [14].

Prometni sustav ima dva suprotstavljena cilja koji uključuju potrebu za visokom razinom mobilnosti i dostupnosti s jedne strane, te potrebu za minimalizacijom negativnih učinaka sustava. Negativni utjecaji prometnog sustava očituju se u kvaliteti zraka i vode; buci; potrošnji goriva; zauzimanju prostora; izvanrednim događajima (prometne nezgode sa svojim ekonomskim i ekološkim posljedicama); prometnim gužvama; gubitcima vremena i dr. [15].

2.1. Prometno planiranje i modeliranje

Ključan je segment procesa prometnog planiranja sveobuhvatnost, točnije od iznimne je važnosti u prometnu analizu uključiti sve socijalno–demografske, kao i ekonomske faktore koji utječu na veličinu, odnosno određuju smjerove kretanja ljudi i roba pri čemu treba voditi računa da procjene buduće prijevozne potražnje budu izrađene za sve vrste prijevoza (javni i privatni; osobe i robe; kao i za različite vidove prometa: cestovni, željeznički...). Nadalje, kod prometnog planiranja važno je fokus staviti na interakciju između prometnog sustava i njegova okruženja, s obzirom na to da upravo ovaj odnos ima utjecaj na veličinu i razmještaj buduće prijevozne potražnje, i načina podmirjenja iste [13].

Prvi, temeljni korak, procesa planiranja uključuje analizu problema u kojoj se željeno stanje definira postavljenim ciljevima razvoja, a nedostaci su određeni na temelju analize postojećeg stanja. Navedenom analizom utvrđuju se čimbenici koji utječu na stvaranje putovanja te se procjenjuje broj putovanja koja će započeti i koja će završiti u određenoj zoni / promatranom području. Od iznimne je važnosti napraviti dobru, odnosno točnu procjenu ostvarivanja budućih putovanja s obzirom na to da valjanost kasnijih faza projekcije (distribucija, podjele i pripisivanje putovanja) ovisi o podacima iz faze stvaranja putovanja [16].

Nadalje, kod određivanja broja putovanja, odnosno čimbenika koji utječu na stvaranje putovanja, vodi se premisom da postoji jaka veza između veličine gradskih aktivnosti i broja putovanja. Točnije, različite aktivnosti generiraju različit broj putovanja te se u skladu s tim, primjenom odgovarajućih parametra za svaku od aktivnosti može predvidjeti i broj/veličina pratećih putovanja. Pri iskazivanju veličine gradskih aktivnosti u obzir se uzima primjerice: broj kućanstava, broj zaposlenih, veličina dohotka. Osim same veličine aktivnosti, kako bi se napravila projekcija putovanja, ključna su i obilježja te aktivnosti. Drugim riječima, kućanstva s nižim dohotkom ili manjim brojem članova kućanstva ostvaruju manje putovanja, i obratno [16].

Podrška prometnom planiranju jest prometno modeliranje koje se primjenjuje u svim područjima prometnog inženjerstva te ima velik značaj u predviđanju stanja u prometu. Model

je pojednostavljen prikaz dijela stvarnog svijeta (sustava interesa) koji se fokusira na određene elemente koji se smatraju važnima s određenog stajališta [10].

Model prometa predstavlja pojednostavljeni prikaz stvarnog stanja prometa koji daje uvid u kompleksne odnose stvarnih pojava. Model služi za donošenje zaključaka o izgledu prometne mreže i potencijalnim promjenama na mreži ako dođe do promjena uvjeta u kojima se odvija promet [17]. Nadalje, prikladnost modela vezana je za kontekst u kojem se navedeni model koristi. Upravo je sposobnost odabira i prilagodbe modela unutar pojedinog konteksta jedan od ključnih elemenata cjelokupnog alata za planiranje [10].

S obzirom na kompleksnost mnogih transportnih problema i velik broj mogućih rješenja, modeliranjem se daje mogućnost procjene utjecaja pojedinog rješenja na cjelokupni prometni sustav. Upravo prometno modeliranje daje mogućnost provjere niza mogućih rješenja, a sve kako bi se u konačnici izabralo ono najbolje [17].

Uz pomoć prometnih modela može se prikazati utjecaj primjene, analiza uspješnosti te kvantificirati posljedice primjene pojedine mjere na prometni sustav. Jednako tako, modeli pružaju uvid u složenost odnosa te pružaju mogućnost utvrđivanja osjetljivosti odnosno promjena zavisnih varijabli u odnosu na nezavisne [18].

Važnost se prometnog planiranja i modeliranja, osim u kontekstu poboljšanja kvalitete i sigurnosti odvijanja prometnih tokova, kao i smanjenju troškova, ogleda u činjenici da se optimalnim rješenjem prometne povezanosti i korištenja prijevoznih sredstava značajno utječe i na ekološku komponentu (smanjenje buke, poboljšanje kvalitete zraka i vode, očuvanje krajolika) [13].

S obzirom na razinu detaljnosti i područje obuhvata prometni modeli mogu se podijeliti na [18]:

- 1) mikroskopske
- 2) mezoskopske
- 3) makroskopske.

Mikroskopski prometni modeli simuliraju ponašanje svakog pojedinačnog prometnog entiteta u određenom vremenskom intervalu te se koriste za analizu dinamike kretanja. Zbog kompleksnosti odnosa u okruženju i međusobne interakcije primjenjivi su u ograničenom prostornom obuhvatu. Osim uobičajenih agregiranih rezultata koji uključuju volumen prometa i vrijeme putovanja, mikrosimulacijski modeli daju i animacije područja istraživanja [19].

Makroskopski model izračunava sveukupne karakteristike prometnog toka uzimajući u obzir osnovne parametre prometnog toka (brzina, protok, gustoća) i njihove međusobne odnose prema jednadžbi prometnog toka. Makroskopski modeli koriste se za modeliranje prometne potražnje i kod dugoročnog planiranja [15], [18].

Mezoskopski modeli objedinjuju značajke mikroskopskih i makroskopskih modela. Mezoskopski modeli simuliraju kretanje pojedinačnih vozila pri čemu se njihovo kretanje i interakcije modeliraju prema zakonitostima makroskopskog modeliranja [15], [18]. Ono što je karakteristično za makroskopske i mezoskopske modele jest činjenica da je za njih potrebno manje *inputa*. Jednako tako, alati za modeliranje zahtijevaju manje kompjutorske memorije, stoga se oni primjenjuju za modeliranje većih prometnih mreža [15].

2.2. Karakteristike prijevozne ponude i potražnje

Činjenica je da su problemi uzrokovani prijevozom počeli imati sve značajni utjecaj na život ljudi, a upravo zemlje u razvoju bilježe veliko generiranje prijevozne potražnje koja nadmašuje kapacitete ponude. Rast prijevozne potražnje (engl. *Transportation Demand*) vodi k povećanju zagušenja, rezultira čestim kašnjenjima, pratećim nezgodama i zasigurno utječe na zagađenje okoliša. Duga razdoblja nedovoljnog investiranja u prijevoznu ponudu (engl. *Transportation Supply*) uvjetuju slom ponude ako dođe do odmaka od prosječnih uvjeta. Prijevozna potražnja i ponuda odlikuju se jakim dinamičkim elementima. Veći dio potražnje velikim je dijelom često koncentriran na samo nekoliko sati u danu (vršni sati) te se zbog toga vrlo često i događa urušavanje prometnog sustava u vršnim satima, s obzirom na to da je prometni sustav dizajniran za prosječnu potražnju [18].

Nadalje, prijevozna ponuda i potražnja imaju recipročnu, ali i asimetričnu vezu. Prijevozna potražnja ne može egzistirati bez odgovarajuće prijevozne ponude, dok s druge strane prijevozna ponuda može bez prijevozne potražnje. Ovo se jasno očituje u infrastrukturi koja je vrlo često dovoljna da zadovolji potrebnu potražnju. Kako bi se ustanovila prijevozna potražnja važno je analizirati samu potrebu za kretanjem. Prijevozna potražnja predstavlja količinu i tip putovanja koji bi ljudi odabrali/poduzeli u specifičnim okolnostima uzimajući u obzir čimbenike kao što su dostupne opcije prijevoza i cijena. Uz navedeno, brojni čimbenici mogu utjecati na prijevoznu potražnju, uključujući demografska obilježja, kvalitetu pratećih postrojenja, kvalitetu i cijenu alternativa. Upravo promjene nekih od navedenih čimbenika mogu utjecati na aktivnost samog putovanja, a samim time mogu stvoriti dodatne troškove i probleme kao što su zagušenost, nesreće i onečišćenje [20].

Prijevozna potražnja vrlo je diferencirana. Točnije, razlikuje se veliki broj prijevoznih potražnji koje se mogu razdijeliti prema određenom razdoblju u danu, određenom danu/ima u tjednu, svrsi putovanja, tipu robe koja se prevozi itd. [18].

Koliko će se mijenjati obrazac putovanja ovisi o čimbenicima kvalitete alternativnih vidova prijevoza, cijenama kao i upotrebi (namjeni) zemljišta. Primjerice, ako se povećava bogatstvo ljudi, njihova osobna potreba za mobilnošću sada je osjetljivija u kontekstu kvalitativnih čimbenika, kao što su sigurnost i zdravlje i samim time oni će birati one opcije putovanja, ali i mjesta stanovanja koje bolje odgovaraju njihovim sklonostima. Primjerice, mnogi bogati ljudi biraju kuće u urbanim dijelovima grada zbog toga što će radije odabrati mogućnost šetanja, bicikliranja, kao i upotrebe visoko kvalitetnog javnog prijevoza za dijelove svoga putovanja, nego u potpunosti biti ovisni isključivo o automobilu kao prijevoznom sredstvu.

Nadalje, kod prijevozne potražnje važno je istaknuti prostornu komponentu, s obzirom na to da prijevozna potražnja predstavlja distribuciju aktivnosti u određenom prostoru. Kako bi se inkorporirala prostorna komponenta u prometni model, ključan je korak predmetno prometno područje podijeliti na zone s odgovarajućom prometnom mrežom. Upravo navedena prostorna komponenta prijevozne potražnje vrlo često zna dovesti do gubitka ravnoteže (ekvilibrija) između potražnje i ponude [18].

Temeljna specifičnost koja se veže uz prijevoznu ponudu jest da je ona usluga, a ne dobro, te je u skladu s tim nije moguće skladištiti i iskoristiti u trenutku povećanja potražnje. Usluga prijevoza konzumira se u trenutku proizvodnje, inače gubi svoju vrijednost. U ovom kontekstu,

a u cilju efikasne raspodjele resursa prijevozne ponude, od iznimne je važnosti točno procijeniti potražnju [18].

Prijevozna ponuda predstavlja količinu dostupne prometne mobilne i fiksne infrastrukture koja se nudi na određenom prometnom tržištu, u određeno vrijeme i po određenoj cijeni [21]. Prijevozna ponuda načelno se može podijeliti s obzirom na dostupnu ponudu kapaciteta prometne infrastrukture te s obzirom na dostupnu ponudu kapaciteta prijevoznih sredstava.

Dakle, prijevozna ponuda termin je iskazan infrastrukturom (njen kapacitet), uslugom (frekvencija) i mrežom. Ponuda prometne mreže uključuje poveznice i čvorove s njihovim odgovarajućim troškovima koji proizlaze iz njihovih atributa (propusna moć, brzina, duljina) [17], [22].

2.3. Klasični model prijevozne potražnje

Struktura klasičnog modela prijevozne potražnje razvijena je 1960.-ih godina. Bez obzira na značajan napredak u tehnikama modeliranja, struktura modela ostala je više-manje nepromijenjena od tada. Model je razvijen sa svrhom procjene kretanja ljudi i dobara na promatranoj prometnoj mreži te u cilju prognoze budućih kretanja [10].

Opći oblik modela čine četiri temeljna koraka, odnosno sastoji se od četiri osnovna (pod)modela [10]:

- 1) model generiranja ili nastajanja putovanja (engl. *trip generation*)
- 2) model distribucije ili prostorne raspodjele putovanja (engl. *trip distribution*)
- 3) model modalne raspodjele putovanja ili raspodjele po načinima prijevoza (engl. *mode choice*)
- 4) model asignacije ili dodjeljivanja putovanja na prometnu mrežu (engl. *trip assignment*).

Temeljni preduvjeti za izradu modela uključuju:

- 1) definiranje elemenata prometne mreže sa svim atributima: veze/linkovi (engl. *links*), čvorovi (engl. *nodes*), zone, centriodi, konektori (engl. *connectors*)
- 2) prikupljanje podataka (društvenih, ekonomskih i prometnih podataka) za kalibriranje i validaciju modela i predviđanje buduće prometne potražnje.

Upravo segment koji uključuje prikupljanje i izradu baze ulaznih podataka vrlo često predstavlja jednu od temeljnih prepreka razvoju prometnih modela.

Pristup započinje definiranjem granica zona i prometne mreže. Nakon što se prikupe i kodiraju podaci za baznu godinu za različite tipove populacija, njihovim ekonomskim aktivnostima te namjeni površine svake zone prikupljenih podataka o broju stanovnika (podijeljenih u homogene grupe) kreće se u izradu podmodela ukupnog broja generiranih i privučenih putovanja prema svakoj zoni odabranog područja istraživanja. Zatim se pristupa sljedećem koraku koji uključuje dodjeljivanje navedenih putovanja prema određenom odredištu, točnije njihovu distribuciju u prostoru. Ovaj korak rezultira stvaranjem tzv. ishodišno-odredišne matrice putovanja (engl. *Origin – Destination Matrix*, u daljnjem tekstu *OD* matrica). Treća faza odnosi se na modeliranje izbora načina prijevoza, odnosno raspodjelu putovanja u matrici na različite načine. Posljednja faza u klasičnom modelu predstavlja transformaciju putovanja u prometne entitete i njihovo raspoređivanje po rutama, odnosno

elementima promatrane prometne mreže i to prema vrstama prijevoza - privatni (osobni) i javni [10].

2.4. Parametri prijevozne ponude i potražnje

2.4.1. Kreiranje zona

Zoniranje, odnosno raspodjela područja analize na prometne zone koristi se u cilju okrupnjivanja pojedinih kućanstava i drugih prostora. Zone zapravo predstavljaju geografska područja za koja se određuje i proračunava broj putovanja [18].

Temeljne dvije dimenzije sustava zoniranja jesu broj zona i njihova površina, odnosno što je veći broj zona, to će one površinom biti manje kako bi pokrile promatrano područje. Prvi korak u određivanju sustava zoniranja uključuje prostorno razgraničenje analiziranog područja od ostatka područja. Pri definiranju navedenih granica korisno je služiti se sljedećim smjernicama [10], [18]:

- Granice se definiraju u okviru konteksta donošenja odluka, točnije scenarija za koje će se raditi modeliranje, kao i vrsta putovanja koja se analiziraju.
- Poželjno je da većina putovanja ima izvorište i odredište svojeg putovanja u području analize.
- Kako bi se mogla testirati različita rješenja i scenariji, područje analiziranja bi trebalo biti prostorno veće od stvarno utvrđenih granica pojedinog mjesta.

Nakon utvrđivanja područja analize ono se dijeli na unutarnje zone, pri čemu određivanje broja unutarnjih zona ovisi o samoj veličini/površini područja, broju stanovnika, kao i izlaznom rezultatu koji se želi dobiti iz prometnog modela. Dijelovi koji se nalaze izvan analiziranog područja istraživanja obično se dijele na nekoliko vanjskih, odnosno eksternih zona.

Zone se u računalnim alatima, odnosno modelima prikazuju tako da se njihove značajke, kao i svojstva koncentriraju u jednoj točki koja se naziva centroid. Centroid se zapravo ne nalazi na točno određenoj fizičkoj lokaciji unutar zone, već ga je pravilnije zamisliti kao točku koja lebdi poviše samog područja zone. Lokacija centroida predstavlja centar gravitacije same zone, pri čemu se vrijeme i udaljenost putovanja između pojedinih zona računa između centroida zona. Svaki od centroida priključuje se na prometnu mrežu preko konektora koji predstavljaju prosječan trošak (vrijeme, udaljenost) pridruživanja nekog putovanja u transportni sustav. Konektori se vežu na čvorišta u blizini pristupnih i izlaznih točaka zone [18].

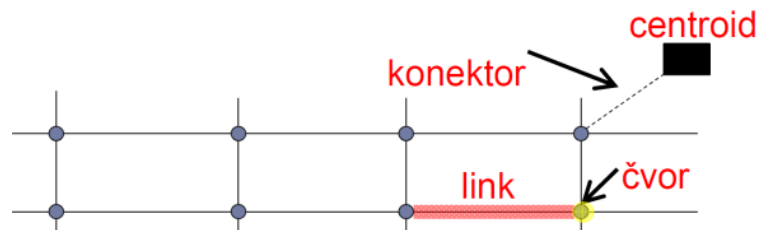
2.4.2. Prometna mreža

Prijevoznu ponudu pojedinog prometnog modela čini prometna mreža koja se prikazuje kao sustav čvorova (raskrižja) međusobno povezanih *linkovima* (prometnicama). Svaki *link*, odnosno veza ima svoje atribute koji ga opisuju kao primjerice kapacitet, duljina, broj traka i sl. [18].

Čvorišta predstavljaju temeljni element prometne mreže kojima su označene lokacije raskrižja na mreži te ujedno predstavljaju početnu i završnu točku pojedine veze, odnosno *linka*. Osim same lokacije čvora, a u cilju izračuna propusne moći nužno je definirati način upravljanja prometnim tokom, kao i dopuštene smjerove kretanja. Upravo je određivanje propusne moći

pojedinih *veza/linkova* ključno u uvjetima gradskog prometnog opterećenja s obzirom na činjenicu da oni predstavljaju najveće troškove (otpore) putovanja na pojedinoj ruti kretanja. Trošak putovanja, odnosno otpor može se promatrati kao prijeđena udaljenost ili kao vrijeme putovanja ili pak novčani trošak putovanja. U svakom slučaju troškovi putovanja (otpori) ne razmatraju se zasebno već se moraju svesti na zajedničku mjernu jedinicu [18].

Veze, odnosno *linkovi* predstavljaju elemente prometne mreže koji opisuju prometnice, točnije spajaju susjedne čvorove pri čemu je potrebno definirati smjer svake pojedine veze. Uz navedeno, na pojedinoj vezi potrebno je definirati i transportne sustave kojima je dopušteno prometovanje na navedenom *linku*, odnosno vezi. Upravo jedan od prvih koraka u izradi prometnog modela uključuje klasifikaciju *veza/linkova* i utvrđivanje propusne moći pojedine veze. Zasižno je važno istaknuti značaj ovog koraka jer upravo propusna moć utječe na proračun vremena putovanja na *linkovima*. Više o klasifikaciji *linkova* i njihovim obilježjima te proračunu propusne moći dostupno je u [18]. Osnovni elementi koji čine prometnu mrežu prikazani su na slici 3.



Slika 3: Osnovni elementi prometne mreže [18]

2.4.3. Transportni sustavi

Prijevoznu ponudu čine transportni sustavi, a u cestovnom prometu razlikuje se pet osnovnih transportnih sustava kojima putnik može ići od izvorišta do odredišta putovanja, a to su [18]:

- privatni motorizirani prijevoz – vrijeme putovanja ovog transportnog sustava ovisi o mogućim brzinama koji može ostvariti pojedinu vrstu prijevoza, kao i o zakonski reguliranoj brzini na pojedinoj prometnici te propusnoj moći pojedinog *linka* (veze)
- javni prijevoz – za ovaj transportni sustav, krucijalni podatci uključuju definirani vozni red, kao i potrebno vrijeme za izmjenu putnika na stajalištima
 - pješaćenje
 - vožnja biciklom
 - kombinacije prethodnih prijevoznih sustava.

Svaka vrsta prijevoza mora imati odgovarajuću ishodišno-odredišnu matricu kako bi se povezale prijevozna ponuda i potražnja. Osim prijevoznih sustava potrebno je definirati i vrste prijevoza koji pripadaju svakom od tih sustava: osobni automobil, tramvaj, vlak, podzemna željeznica. Kako bi se povezala prijevozna ponuda i potražnja svakom je modu potrebno dodijeliti odgovarajuću *OD* matricu.

2.5. Podmodel generiranja putovanja

Prethodno je istaknuto kako opći oblik modela čine četiri temeljna podmodela, pri čemu prvi korak uključuje generiranje (produkciju) putovanja. Prvim korakom procjenjuje se broj putovanja koje generira i privuče pojedina zona. Točnije, procjenjuje se broj putovanja koji se generiraju, odnosno započinju u određenom ishodištu O_i (engl. *Origin*) kao i broj putovanja koji završava u odredištu D_j (engl. *Destination*) analiziranog područja. Procjena ukupnog broja putovanja može se dobiti na različite načine. Primjerice, analiziranjem putovanja pojedinaca ili kućanstava unutar pojedine zone te iz atributa svake pojedine zone (populacija, zaposlenost, broj automobila) [17].

U metodologiji planiranja razlikuje se nekoliko tipova putovanja, primjerice putovanja čije je polazište ili odredište u mjestu stanovanja (engl. *Home-based Trip*, HB), putovanja čije polazište, a ni odredište nije mjesto stanovanja (engl. *Non-home-based Trip*, NHB). U prvom kontekstu kod HB putovanja kućanstvo predstavlja ili ishodište ili odredište putovanja, dok kod NHB putovanja niti početak niti završetak putovanja ne predstavlja kućanstvo putnika. Svako putovanje može imati određenu svrhu, primjerice: odlazak na posao, odlazak u školu ili fakultet, kupnja, rekreacijsko putovanje, ostala putovanja. Vrlo se često osim svrhe samog putovanja promatra i doba dana kada se pojedino putovanje odvija, točnije putovanja se dijele na putovanja u vršnom periodu i izvan vršnom periodu.

Nadalje, ako se promatra područje obuhvata pojedinog putovanja, tada se mogu razlikovati unutarnja i vanjska putovanja. Unutarnja putovanja uključuju sva putovanja koja se događaju unutar analiziranog područja, a mogu biti između pojedinih zona ili pak unutar same zone. S druge pak strane vanjska putovanja uključuju putovanja kojima je bar jedan segment putovanja (njegovo izvorište ili odredište) izvan analiziranog područja. Takva se putovanja mogu razdijeliti na tranzitna, ulazna i izlazna [17].

Proračun produkcije putovanja može se raditi na više načina, između ostalog i korištenjem regresijske analize te kategorijske analize. Regresijska analiza koristi se kako bi se ustanovila statistička povezanost između ostvarenih putovanja, karakteristika pojedinaca, zone i prometne mreže. Regresijskom analizom uz pomoć prikupljenih podataka kreira se regresijski model, odnosno jednadžbom se prikazuje ukupan broj putovanja određene zone. S druge pak strane kategorijska analiza jedna je od najučestalije korištenih metoda za utvrđivanje produkcije putovanja, s obzirom na to da se često javlja problem nelinearnosti između pojedinih varijabli pri upotrebi regresijske analize. Kategorijska analiza temelji se na procjeni broja putovanja koja se stvaraju ili privlače u ovisnosti o obilježjima pojedinog kućanstva. Glavna pretpostavka uključuje činjenicu da je stopa generiranja putovanja relativno stabilna tijekom vremena za pojedine grupe kućanstva. Podatci se prikupljaju anketiranjem kućanstava, i to tako da osobe iz kućanstva u anketni upitnik upisuju svako prethodno obavljeno putovanje (izvorište putovanja, odredište putovanja i njegova svrha, te vrijeme putovanja). Na temelju velikog broja prikupljenih podataka iz anketnih istraživanja empirijski se određuju stope generiranja putovanja za svaki određeni tip kućanstva [17].

Postoje i druge metode koje se mogu koristiti za proračun produkcije putovanja, kao što je primjerice procjena najveće vjerojatnosti (engl. *Maximum Likelihood Estimation* - MLE). Kao što je prethodno istaknuto u ovom se radu za proračun produkcije putovanja koristi regresijska analiza (engl. *Regression Analysis* - RA).

2.5.1. Regresijska analiza kao metoda za proračun produkcije putovanja

Linearna regresijska analiza statistička je metoda koja se koristi za ispitivanje odnosa među pojavama. Uz pomoć regresijske analize pouzdano se može utvrditi koja varijabla ima veći, odnosno manji utjecaj na određenu pojavu, kao i kakav je međusobni utjecaj pojedinih varijabli. U ovom kontekstu važno je razlučiti dvije vrste varijabli, zavisne i nezavisne. Točnije, varijabla čije se varijacije objašnjavaju pomoću drugih naziva se zavisnom varijablom (Y), dok se varijable kojima se objašnjava varijacija zavisne varijable nazivaju nezavisnim varijablama (X) [23].

Upravo se metoda regresijske analize najčešće koristi u kontekstu prometnog modeliranja za određivanje statističke zavisnosti između ostvarenih putovanja i značajki pojedinaca, zone i prometne mreže [18].

Linearni regresijski model za analizu uzima stvarne vrijednosti varijabli pri čemu sam postupak regresije započinje prikupljanjem podataka o pojavi od interesa u određenom vremenskom razdoblju. Model jednostavne regresije promatra jednu zavisnu i jednu nezavisnu varijablu i to tako da se na grafikonu ucrtavaju parovi vrijednosti određenih pojava unutar istog vremenskog intervala. Tada se vrijednost varijable koja se objašnjava mjeri po vodoravnoj osi x , a podatak vezan uz zavisnu varijablu mjeri se po okomitoj osi y grafikona. Dijagram kojim se prikazuju navedeni odnosi među varijablama naziva se dijagram rasipanja [24].

Ako se pretpostavi da je odnos između pojava približno linearan, tada se takav odnos može procijeniti ucrtanim pravcem koji će se najbolje prilagoditi točkama koje prikazuju podatke o pojavama.

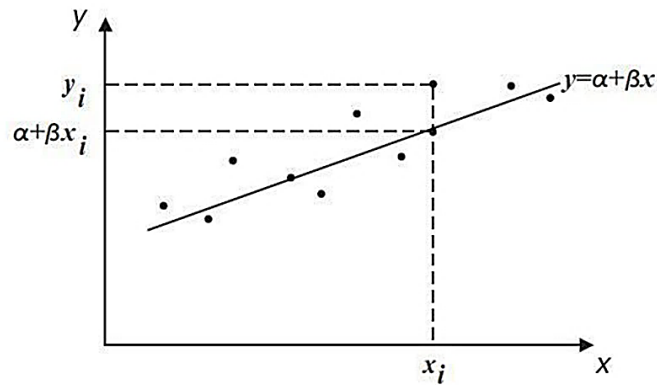
Jednadžba takvog pravca je [23]:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

pri čemu je:

a - odsječak na okomitoj osi; parametar koji služi za procjenu vrijednosti od Y ako je $X=0$,
 b - koeficijent nagiba pravca; parametar koji služi za procjenu povećanja ili smanjenja u Y koje je posljedica svakog pojedinog povećanja ili smanjenja u X .

Regresijski pravac najčešće se dobiva metodom najmanjih kvadrata, točnije minimalizacijom sume kvadriranih okomitih odstupanja svake točke od pravca regresije. Za rješenje problema procjene nepoznatih parametara α i β radi se procjena nepoznatog regresijskog pravca. Na slici 4. prikazan je dijagram raspršenja u okviru kojeg je nacrtan proizvoljan pravac $y = \alpha + \beta x$. Iz dijagrama se vidi da za x_i nezavisne varijable x , zavisna varijabla y_i poprima vrijednost $\alpha + \beta x_i$ [24].



Slika 4: Dijagram raspršenja [24]

Modeli za utvrđivanje zavisnosti između varijabli mogu se podijeliti na temelju dva kriterija [25]:

- Prema broju nezavisnih varijabli dijele se na jednostavne (engl. *simple*) i višestruke (engl. *multiple*) regresijske modele.
- Prema odnosu između varijabli dijele se na linearne i nelinearne regresijske modele.

Jednostavnom regresijskom analizom izražava se odnos među pojavama za koje je svojstveno da pri svakom jediničnom porastu jedne od varijabli postoji približno jednaka linearna promjena druge varijable.

Često korištena matematička funkcija kojom se aproksimira linearna zavisnost između dviju varijabli jednadžba je pravca [25]:

$$f(x) = y = b_0 + b_1x + e \quad (2)$$

gdje je:

y - zavisna varijabla

x - nezavisna varijabla

b_0 i b_1 - regresijski koeficijenti

e - rezidualne vrijednosti ili greške prognoze.

Regresijski koeficijent b_0 predstavlja konstantnu vrijednost koja je jednaka odsječku na osi zavisne varijable, a regresijski koeficijent b_1 određuje nagib pravca, odnosno pokazuje prosječnu linearnu promjenu vrijednosti zavisne varijable za jedinični porast vrijednosti nezavisne varijable [25].

Rezidualni vektor e dobiva se uz pomoć formule:

$$e = y - \hat{y} = y - Xb \quad (3)$$

Elementi vektora e predstavljaju odstupanja izmjerenih vrijednosti zavisne varijable y_i od prognoziranih vrijednosti \hat{y}_i [25]. Navedeni se vektor naziva i slučajno odstupanje, slučajna pogreška, odnosno *rezidual*. Slučajno odstupanje može poprimiti pozitivne ili negativne vrijednosti i ono zapravo preuzima na sebe, odnosno sadrži vrijednosti svih onih varijabli koje

su izostavljene iz modela, a imaju utjecaj na ponašanje zavisne varijable y i greške koje se pojave zbog pogrešne funkcionalne forme [26].

Prilagodba krivulje (engl. *curve fitting*) uobičajena je tehnika koja se koristi za predviđanje nedostupne vrijednosti korištenjem postojećih podataka, bilo metodom interpolacije ili regresije. Tehnika interpolacije provodi se ako postoji dobar uzorak dostupnih podataka, dok se metoda linearne regresije obično koristi za proračun produkcije putovanja. Linearna regresija može biti u obliku višestruke regresijske formule, ili pak jednostavne regresijske formule, a mogućnost korištenja jednog od ovih pristupa ovisi o rezultatu koji analitičar želi dobiti.

2.5.1.1. Koeficijent determinacije (R^2)

Kako bi se dobili najbolji rezultati regresije, mora se zadovoljiti vrijednost statističkog kriterija R^2 - koeficijenta determinacije (engl. *Multiple R-squared*) pri čemu koeficijent determinacije ima vrijednost između 0 i 1 ($0 < R^2 < 1$) gdje 0 ukazuje na to da regresijski model ne objašnjava varijabilnost u podacima, a 1 ukazuje na to da se modelom savršeno može objasniti varijabilnost u podacima.

Koeficijent determinacije statistička je mjera kojom se pokazuje koliko se varijance uzorka yy objašnjava modelom pri čemu se R^2 matematički definira kao:

$$R^2 = \frac{SSR}{SS_{yy}} \quad (4)$$

$$R^2 = \frac{Var(y^{\wedge})}{Var(y)} = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(y_i - \bar{Y})^2} \quad (5)$$

gdje je:

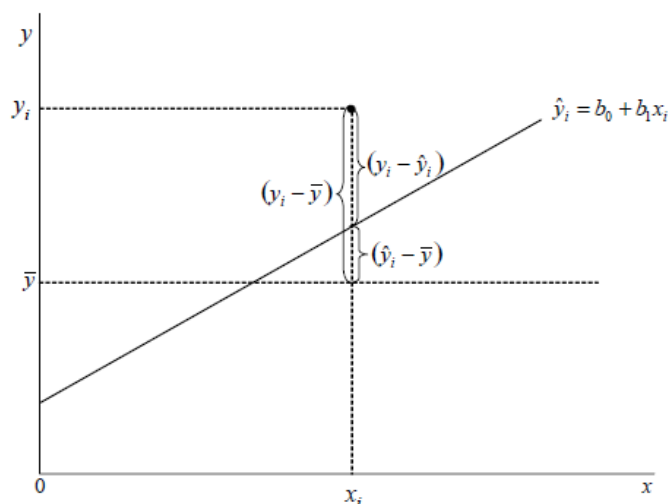
SSR (engl. *sum of squared regression*) – suma kvadrata razlike između \hat{y} i \bar{Y} , odnosno navedeno su odstupanja koja predstavljaju sve varijacije koje su objašnjene nezavisnom varijablom.

SS_{yy} – suma kvadrata između y i \bar{Y} , odnosno ukupno odstupanje y od njegove sredine.

Iz navedenog slijedi da se R^2 računa kao proporcija varijance koja se objašnjava modelom ($\sum(\hat{y}_i - \bar{Y})$) i ukupne varijacije u podacima ($\sum(y_i - \bar{Y})^2$). Točnije, nakon skraćivanja, koeficijent determinacije regresijskog modela pokazuje dio ukupne varijance y koja je obuhvaćena regresijskim modelom [26].

Na slici 5. za ukupnu vrijednost x_i prikazano je [26]:

- ukupno odstupanje y od svoje sredine ($y_i - \bar{Y}$)
- odstupanje y koje je objašnjeno regresijskim pravcem ($\hat{y}_i - \bar{Y}$)
- regresijskim pravcem neobjašnjeno odstupanje, odnosno *rezidual* e_i ($y_i - \hat{y}_i$).



Slika 5: Ukupno, objašnjeno i neobjašnjeno odstupanje y od svoje sredine [26]

Važno je istaknuti da kada se govori o tumačenju koeficijenta determinacije u kontekstu kvalitete, odnosno reprezentativnosti regresijskog modela, svaka vrijednost koja je visoka, odnosno blizu 1 ukazuje da dobiveni model dobro odgovara podacima. Točnije, što je veći R^2 , to model bolje objašnjava varijabilnost u ciljnoj (zavisnoj) varijabli. U suprotnome, kada su vrijednosti niske (blizu 0), tada se da zaključiti kako se modelom ne mogu dobro objasniti vrijednosti, odnosno varijabilnost zavisne varijable. U pojedinim slučajevima kada je vrijednost koeficijenta determinacije 0,5 ili manja, regresijski model može se smatrati prihvatljivim, ali to strogo ovisi o kontekstu (primjerice u društvenim i humanističkim znanostima gdje mogu biti jako visoke varijabilnosti zavisne varijable) [27].

Jednako tako, u kontekstu podmodela generiranja putovanja, može se kazati kako zadovoljavajući koeficijent determinacije jest onaj koji je veći od 0,75 ($R^2 > 0,75$) [17].

2.5.1.2. Točna razina značajnosti testa – p vrijednost

Točna razina značajnosti testa, odnosno p - vrijednost (engl. *probability*) predstavlja ključnu statističku mjeru koja se upotrebljava kako bi se procijenila statistička značajnost dobivenih rezultata. P vrijednost povezana je s pogreškom tipa I, odnosno odbacivanjem točne nulte hipoteze (može se protumačiti kao vjerojatnost da će se učiniti pogreška ako se odbaci nulta hipoteza) [26], [27].

Kako bi se testirala statistička značajnost u istraživanju, obično se formuliraju sljedeće statističke hipoteze:

- Nulta hipoteza (H_0) kojom se tvrdi kako nema statistički značajne linearne veze između zavisne i nezavisne varijable, odnosno skupova podataka. Točnije bilo koji promatrani učinak nije statistički značajan.

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = 0 \quad (6)$$

- Alternativna hipoteza (H_1) kojom se tvrdi kako postoji statistički značajna linearna veza između zavisne i nezavisne varijable.

$$H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0 \quad (7)$$

Kako bi se procijenila statistička značajnost i prikladnost regresijskog modela, vrlo često koriste se različiti statistički testovi kao što su: F test (testiranje ukupne statističke značajnosti modela), testiranje koeficijenta odsjeka, testiranje koeficijenta nagiba, testiranje normalnosti ostatka.

Provođenjem F testa i pripadajuće p vrijednosti donosi se odluka o nultoj hipotezi regresijskog modela. Ono što je uobičajeno za p vrijednost jest da se postavlja prag, odnosno „razina značajnosti“. Navedeni prag označava se s α i najčešće je riječ o vrijednosti 0,05 ili 0,01. Ako je dobivena p vrijednost manja od postavljenog praga, tada se nulta hipoteza odbacuje u korist alternativne hipoteze. Odnosno, ako je p vrijednost mala (manja od 0,01 ili 0,05) to bi značilo da su dobiveni rezultati vjerojatno povezani s nekim efektom ili razlikom u stvarnosti te se nulta hipoteza odbacuje. Ako se dobije velika p vrijednost, to ukazuje na to da su rezultati vjerojatno posljedica slučajnosti i tada se nulta hipoteza ne odbacuje, ali se istovremeno model odbacuje [27].

Kada se radi statističko testiranje hipoteza moguće je napraviti dvije vrste pogrešaka. Prva uključuje odbacivanje hipoteze koja je istinita, i to je greška tipa I, dok druga uključuje ne odbacivanje hipoteze koja je pogrešna, i ona se naziva greškom tipa II. Upravo je istraživač onaj koji neposredno vrši kontrolu vjerojatnosti nastanka greške tipa I i to proizvoljnim odabirom razine značajnosti, odnosno α . Najčešće se postavlja prag od 0,05, odnosno testira se s vjerojatnošću greške I. tipa od 5 %.

2.5.2. Usklađivanje generiranih i privučenih putovanja

Bez obzira na to koji se model koristi za proračun produkcije putovanja (model dobiven regresijskom analizom ili pak kategorijskom analizom), niti jedan od njih ne uvjetuje da će zbroj svih putovanja koja nastanu u zonama (O_i) biti jednak ukupnom broju putovanja koja su privučena u zone. Drugim riječima, pri kreiranju ishodišno-odredišne matrice, sva putovanja koja nastanu u određenoj zoni moraju ujedno i završiti u drugim zonama, točnije ne mogu nestati iz analiziranog područja. Jednadžbom iskazana navedena tvrdnja glasi:

$$\sum_i O_i = \sum_j D_j \quad (8)$$

Pri čemu u gore definiranoj jednadžbi (8), O_i označava ukupnu produkciju, odnosno ukupan broj putovanja koji nastaju u odabranom području, a D_j atrakciju, odnosno ukupan broj putovanja koja su privučena u promatrano područje. Naime, ova jednadžba izravno je povezana sa sljedećim korakom, odnosno distribucijom putovanja, unutar kojeg zapravo nije moguće imati OD matricu unutar koje se ukupan broj generiranih putovanja razlikuje od ukupnog broja privučenih putovanja [10].

S obzirom na to da je produkciju jednostavnije procijeniti od atrakcije i to zato što se temelji na demografskim i socioekonomskim karakteristikama populacije, vrijedi pravilo da se atrakcija prilagođava produkciji. Normalizacija se radi pomoću sljedeće jednadžbe (9) pri čemu koeficijent f predstavlja faktor povećanja produkcije [10].

$$f = \frac{\sum_i O_i}{\sum_j D_j} \quad (9)$$

2.6. Podmodel distribucije putovanja

Ishodišta i odredišta putovanja te broj putovanja između pojedinih zona u određenom periodu prikazuju se ishodišno–odredišnom matricom putovanja, tzv. *OD* matricom. Ovisno o karakteristikama pojedinih društvenih skupina (tzv. *person* grupa) razlikuje se i svrha svakog pojedinog putovanja. Svrha je putovanja pak povezana s pojedinom aktivnošću koja se obavlja, kao i vrstom prijevoznog sredstva koje se koristi za obavljanje navedene aktivnosti. U skladu s navedenim, identifikacijom svrhe putovanja i pratećih aktivnosti, pridruživanjem određene *person* grupe pojedinoj grupi putovanja (aktivnosti) formira se uređen par koji se naziva stratum potražnje. Samim time, *OD* matrica može poprimati više različitih oblika ovisno o kojem se stratumu potražnje radi [10], [18].

U tablici 1. prikazan je opći oblik *OD* matrice koja se sastoji od:

T_{ij} – broj putovanja između izvorišne zone „ i “ i odredišne zone „ j “

T – ukupan broj putovanja između svih zona

O_i – ukupan broj putovanja koja nastaju u zoni „ i “

D_j – ukupan broj putovanja koja su privučena u zonu „ j “.

Tablica 1: Prikaz općeg oblika ishodišno-odredišne matrice (*OD* matrice) [10]

		Odredišta putovanja					
		1	2	3	...	j	$\sum_j T_{ij}$
Izvorišta putovanja	1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	...	T_{1j}	O_1
	2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	...	T_{2j}	O_2
	3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	...	T_{3j}	O_3

	i	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	...	T_{ij}	O_i
	$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	...	D_j	$\sum_i T_{ij}$

Promatrajući putovanja u pojedinom retku *OD* matrice ukupan zbroj putovanja po pojedinom retku mora odgovarati ukupnom broju putovanja koja nastanu u toj zoni. Jednako vrijedi i za stupce, odnosno ukupan zbroj putovanja u pojedinom stupcu mora odgovarati broju putovanja koje je ta zona privukla.

Razlikuje se nekoliko modela za utvrđivanje distribucije putovanja između zona, a to su [18]:

- 1) metode faktora rasta
- 2) gravitacijski model
- 3) model maksimizacije entropije.

2.6.1. Funkcija općeg troška putovanja

Kod modela distribucije putovanja potrebno je istaknuti element općeg troška putovanja, pri čemu opći trošak putovanja predstavlja sveobuhvatni trošak povezan s putovanjem od ishodišta do odredišta. U ovom kontekstu treba razlučiti pojmove vezane uz funkciju korisnosti/privlačnosti (engl. *utility*) te funkciju otpornosti koje imaju ključnu ulogu u razumijevanju ponašanja putnika, kao i predviđanju njihove razdiobe na različite rute i vrste prijevoza.

Funkcijom korisnosti kvantificiraju se pozitivni aspekti putovanja (primjerice vrijeme, trošak, udobnost, sigurnost). Točnije, iskazuje se mjera koristi, odnosno zadovoljstva koju putnik ima (dobiva) korištenjem određene rute ili vrste prijevoza. Veća korisnost podrazumijeva da je putovanje poželjnije za putnika. S druge pak strane, kroz impedanciju (otpor) iskazuju se prepreke povezane s putovanjem, odnosno negativni aspekti putovanja (dulje vrijeme putovanja, troškovi putovanja, presjedanje). Funkcijom otpora kvantificiraju se troškovi i drugi atributi povezani s nekorisnošću, odnosno otporom odabranog putovanja. Veća otpornost podrazumijeva manju želju za putovanjem. Odnos funkcije impedancije i korisnosti je recipročan, točnije funkcija korisnosti predstavlja recipročnu vrijednost funkcije otpornosti.

Osnovni oblik funkcije općeg troška putovanja kod standardnih prometnih modela jest vrijeme putovanja, odnosno udaljenost. Navedena je funkcija u pravilu linearna, što bi značilo da predstavlja impedanciju, odnosno otpornost pri realizaciji samog putovanja. Slijedom navedenog funkcija općeg troška putovanja jest linearna funkcija atributa putovanja ponderirana koeficijentima koji predstavljaju njihovu relativnu važnost iz perspektive putnika. Može se iskazati u novcu, vremenu ili drugoj mjernoj jedinici [10].

Nekoliko komponenti čini trošak putovanja, a vežu se uz [10]:

- vrijeme putovanja (vrijeme provedeno u putovanju, uključujući pješaćenje, čekanje i presjedanje između različitih vrsta prijevoza)
- monetarni izdatak (trošak goriva, cestarine, cijena karte za javni prijevoz, parking,...)
- sigurnost, pouzdanost i udobnost (čimbenici koji uključuju razinu udobnosti pojedine vrste prijevoza, učestalost usluga; dosljednost vremena putovanja - vjerojatnost kašnjenja)
- ekološki aspekt: trošak emisije stakleničkih plinova, buka,...

Funkcija općeg troška putovanja (C_{ij}) može se prikazati na sljedeći način [18]:

$$C_{ij} = f(T_{ij}, M_{ij}, S_{ij}, E_{ij}, \delta) \quad (10)$$

gdje je:

T_{ij} - vrijeme putovanja od ishodišta do odredišta

M_{ij} - novčani izdaci povezani s putovanjem

S_{ij} - čimbenici sigurnosti, pouzdanosti i udobnosti

E_{ij} - ekološki troškovi

δ - parametar koji prezentira sve ostale attribute koji nisu uključeni u prethodne kategorije.

2.6.2. Gravitacijski model

Za predviđanje putovanja između pojedinih zona najčešće se upotrebljava gravitacijski model (engl. *Gravity model*) koji proizlazi iz analogije *Newtonovog* zakona gravitacije (sila privlačenja dvaju tijela proporcionalna je masama navedenih tijela, a obrnuto proporcionalna kvadratu udaljenosti među njima). Kada se navedeno primjeni na kontekst prometnog modeliranja vrijedi da interakcija dviju zona ovisi o potencijalu zone da generira, odnosno privuče putovanja te udaljenosti koju je potrebno savladati kako bi se putovanje realiziralo (vremenu putovanja).

Općim oblikom gravitacijskog modela definirano je kako je broj putovanja između ishodišne i odredišne zone proporcionalan s mogućnostima produkcije putovanja ishodišne zone, mogućnošću atrakcije/privlačenja odredišne zone te faktorom koji je povezan, odnosno ovisi o troškovima putovanja između navedenih zona [18].

Najjednostavniji je oblik gravitacijskog modela [10]:

$$T_{ij} = \frac{\alpha P_i P_j}{d_{ij}^2} \quad (11)$$

gdje je:

T_{ij} – broj putovanja između izvorišne zone „i“ i odredišne zone „j“

A – kalibracijska konstanta

P_i, P_j – populacije zone „i“, odnosno „j“, stanovnika

d_{ij} – udaljenost zona „i“ i „j“, km.

Ubrzo se utvrdilo kako je ovaj oblik gravitacijskog modela prejednostavan te se predlaže uključivanje ukupnog broja putovanja koja nastanu u zoni O_i i ukupnog broja putovanja koji privuče zona D_j umjesto ukupnog broja stanovništva. Jednako tako, s obzirom na specifičnosti putovanja za svako određeno područje uočeno je kako uključivanje samo troškova putovanja nije najbolje rješenje, stoga se model još više generalizira i to tako da se koristi distribucijska funkcija kojom se zapravo prikazuje otpor putnika prema putovanju povećanjem troškova putovanja (npr. udaljenost, vrijeme putovanja) [10]. Može se prikazati sljedećom formulom [18]:

$$T_{ij} = \alpha O_i D_j f(c_{ij}) \quad (12)$$

gdje je:

c_{ij} – opći trošak putovanja

O_i – ukupan broj putovanja koja nastaju u zoni i

D_j – ukupan broj putovanja koja su privučena u zonu j .

Funkcija $f(c_{ij})$ sadrži jedan ili više parametara koji zahtijevaju kalibraciju, a može se pojaviti u nekoliko oblika i to kao [10]:

1) eksponencijalna funkcija: $f(c_{ij}) = e^{-\beta c_{ij}}$ (13)

2) funkcija potencije: $f(c_{ij}) = c_{ij}^{-n}$ (14)

3) kombinirana ili *Tannerova* funkcija: $f(c_{ij}) = a c_{ij}^n e^{\beta c_{ij}}$ (15)

Svaka od navedenih funkcija sadrži određena obilježja. Primjerice, kod eksponencijalne funkcije vrijedi da apsolutnim porastom vremena putovanja dolazi do relativnog pada želje za putovanjem. Nadalje, funkcija potencije vrlo se rijetko koristi u praksi. Uglavnom se primjenjuje za velike udaljenosti i velike generalizirane troškove putovanja. Kombinirana ili *Tannerova* funkcija ne uzima u obzir uvjet da mora biti monotono padajuća te se najčešće koristi kada je dostupan samo jedan način prijevoza, odnosno kod *unimodalne* raspodjele putovanja [18].

U praksi se najčešće primjenjuje oblik gravitacijskog modela koji je uravnotežen po produkciji te se primjenom simulacijskih alata kroz više iteracije radi njegovo uravnoteženje i po atrakciji:

$$T_{ij} = \frac{O_i D_j f(c_{ij})}{\sum_{j=1}^n D_j f(c_{ij})} \quad (16)$$

2.7. Podmodel modalne razdiobe putovanja

Treći je korak proces odlučivanja kojim se određuje koji će se način prijevoza koristiti za određeno putovanje na temelju prethodno definirane funkcije korisnosti. Točnije, ovim korakom procjenjuju se udjeli putnika (ili drugih entiteta) koji će koristiti neka od raspoloživih načina prijevoza [10].

Odabir načina prijevoza prije svega ovisi o njihovoj dostupnosti, kao i ukupnim troškovima putovanja. Postoji nekoliko čimbenika koji imaju utjecaj na izbor načina putovanja, a povezane su sa značajkama putnika (posjedovanje osobnog automobila; posjedovanje vozačke dozvole; dohodak; gustoća stambenih jedinica), značajkama putovanja, (svrha putovanja; dio dana u kojem se ostvaruje putovanje) te značajkama prometnog sustava (komponente vremena putovanja: vrijeme u vozilu, vrijeme čekanja i vrijeme pješaćenja do svakog načina prijevoza;

komponente novčanih troškova: prijevozna karta, cestarina, troškovi goriva, dostupnost i troškovi parkiranja; pouzdanost vremena putovanja; sigurnost; praktičnost) [18].

Raspodjela putovanja uobičajeno se obrađuje na sljedeći način [16]:

- 1) metodama entropije
- 2) krivuljama razdvajanja
- 3) modelom diskretnog odabira
- 4) metodama elastičnosti.

Najčešće su korišteni diskretni modeli izbora (engl. *discrete choice models*) pri čemu kod analize diskretnog odabira osnovni problem jest modeliranje izbora između skupa različitih alternativa, pri čemu se kao rješenje uzima maksimizacija korisnosti. Točnije, donositelj odluke odabire onu alternativu koja će mu tijekom određenog vremenskog razdoblja donijeti najveću korisnost. Operativni aspekt modela uključuje kreiranje parametarske funkcije korisnosti koja ovisi o skupu neovisnih varijabli i nepoznatim parametrima koji se procjenjuju iz uzorka. Vjerojatnost da pojedinac odabere određenu alternativu određuje se na temelju vjerojatnosti da ta opcija ima najveću korisnost u usporedbi s ostalim dostupnim alternativama [28].

Proces donošenja odluka može se opisati kao više stupanjski postupak koji uključuje nekoliko koraka [28]: 1) definicija problema izbora; 2) generiranje alternativa; 3) procjena atributa pojedinih alternativa; 4) odabir alternative; 5) implementacija.

Teorija izbora uključuje skup postupaka koji se sastoji od sljedećih elemenata: (1) donositelj odluke, (2) alternative, (3) atributi alternativa, (4) pravilo odlučivanja. Naime, treba istaknuti kako nije svako ponašanje u odabiru nužno opisano ovim procesom donošenja odluka. Pojedinac može odabrati način prijevoza prema navici ili pak intuiciji. Takvo ponašanje prikazano je kao proces donošenja odluka u kojem donositelj odluke generira samo jednu alternativu. Od modela diskretnog odabira ističu se: binarni Logit model (engl. *Binary Logit Model*-BLM), multinomijalni Logit model (engl. *Multinomial Logit Model*-MNL) te ugniježđeni Logit model (engl. *Nested Logit Model*-NL) [10], [28].

Binarni Logit model

Binarni Logit model koristi se kod donošenja odluke kada postoje dva načina prijevoza pri čemu putnik dodjeljuje određenu vrijednost korisnosti svakom načinu prijevoza.

Vjerojatnost za pojedini način prijevoza računa se sljedećom formulom [28]:

$$P_n(i) = \frac{e^{\mu V_{in}}}{e^{\mu V_{in}} + e^{\mu V_{jn}}} \quad (17)$$

gdje je:

$P_n(i)$ – vjerojatnost za pojedini način prijevoza

μ – kalibracijski parametar

V_{in} – korisnost pojedinog načina prijevoza.

Multinomijalni Logit model

Multinomijalni Logit modeli podrazumijevaju veći skup alternativa u konačnom skupu podataka (npr. alternative mogu biti vozač automobila, zajednička vožnja, taksi, bicikl, hodanje, autobus, tramvaj, vlak). Vjerojatnost izbora pojedinog načina prijevoza multinomijalnim Logit modelom može se iskazati kao [10]:

$$P_n(i) = \frac{e^{\mu V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{\mu V_{jn}}} \quad (18)$$

gdje je:

$P_n(i)$ – vjerojatnost za pojedini način prijevoza

μ – kalibracijski parametar

V_{in} - korisnost pojedinog načina prijevoza.

Ugniježdeni Logit model

Ugniježdeni Logit modeli za razliku od multinomijalnih modela sadrže skup sličnih alternativa grupiranih u „gnijezda“ pri čemu svaka alternativa pripada samo jednom gnijezdu. Primjerice, gnijezdu javnog prometa može pripadati autobus, tramvaj, vlak, a drugo gnijezdo može predstavljati privatni prijevoz. Unutar svakog gnijezda alternative mogu biti povezane, dok između gnijezda postoji manja ovisnost. Vjerojatnost odabira načina kod ugniježđenog Logit modela računa se kao kombinacija vjerojatnosti odabira gnijezda i vjerojatnosti odabira načina unutar tog gnijezda [10], [28].

2.8. Podmodel dodjeljivanja putovanja na mrežu

Završni korak klasičnog četverostupanjskog modela zapravo spaja, tj. povezuje prijevoznu potražnju utvrđenu u prethodnim koracima i prijevoznu ponudu (*linkovi* i čvorovi s odgovarajućim troškovima i atributima). U situacijama kada je između pojedinih ishodišta i odredišta putovanja moguće izabrati više ruta putovanja treba odabrati onu rutu koja ima najmanji trošak putovanja.

Četvrtim korakom dodjeljivanja putovanja, prometna potražnja preslikava se u promet te se pridružuje prometnim entitetima pri čemu se stvara prometni tok. Iz navedenog slijedi da se u posljednjem koraku zapravo daje odgovor na pitanja koje su to temeljne rute kojima se odvijaju putovanja, kao i koliko je prometno opterećenje na pojedinoj ruti. Krajnji *output*, odnosno reprezentativnost izlaznih podataka prije svega ovisi o ulaznim podacima, njihovoj kvaliteti, ali i kvantiteti.

Nadalje, za dodjeljivanje putovanja na prometnu mrežu koriste se podatci iz ishodišno-odredišne matrice putovanja za svaki segment prometne potražnje pri čemu treba istaknuti kako prije dodjeljivanja putovanja na mrežu treba pretvoriti prijevoznu potražnju u prometne entitete na temelju faktora popunjenosti [18].

Za dodjeljivanje putovanja na mrežu najčešće se koriste [10]:

- 1) metoda dodjeljivanja putovanja „sve ili ništa“
- 2) stohastička metoda
- 3) ekvilibrirana metoda
- 4) metoda dinamičkog dodjeljivanja putovanja.

Metoda dodjeljivanja putovanja „sve ili ništa“ (engl. *All or Nothing* – AON) zapravo predstavlja najjednostavniju metodu s obzirom na to da je osnovna pretpostavka kako na promatranoj mreži nema prometnih zagušenja te da svi vozači na jednak način uočavaju trošak putovanja na različitim rutama između izvorišta i odredišta. U ovom kontekstu izostanak prometnoga zagušenja zapravo fiksira generalizirani trošak *linkova*, a identično poimanje vozača o troškovima *linkova* zapravo znači da svi vozači koriste istu rutu od *i* prema *j*.

Korištenjem AON metode radi se dodjela prometnog opterećenja na *linkove*, a da se ne uzme u obzir propusna moć *linkova* i njihova trenutačna zagušenost. Iz navedenog proizlazi da se ova metoda može koristiti jedino na nezagušenoj prometnoj mreži na kojoj postoji mali broj varijantnih ruta koje imaju različite troškove. Glavna je zamjerka navedene metode vrlo visoka razina nestabilnosti modela, s obzirom na to da male promjene na prometnoj mreži mogu prouzrokovati vrlo velike promjene u *outputu*, odnosno prometnom opterećenju *linkova* [18].

Stohastička metoda zasniva se na varijabilnosti vozačevih uočavanja troškova putovanja pri čemu u obzir uzima i druge rute putovanja između izvorišta i odredišta kojih može biti mnogo. U stohastičkoj metodi dodjeljivanja putovanja ističu se simulacijska i proporcionalna, pri čemu simulacijska stohastička metoda primjenjuje ideje iz Monte Carlo simulacijske metode. Proporcionalna stohastička metoda dodjeljuje prometne tokove na varijantne rute proporcionalno rezultatima koji su dobiveni korištenjem najčešće LOGIT i *Kirchhoff* modela [10], [18].

Prema ekvilibriranoj metodi dodjeljivanja putovanja, ekvilibrij (ravnoteža) je postignut onda kada putnici više ne mogu pronaći rutu između izvorišta i odredišta putovanja koja je troškovno povoljnija od one koju trenutačno koriste. Ova se metoda vrlo često koristi u situacijama vrlo zagušene prometne mreže u urbanim sredinama, a bazira se na ograničenom kapacitetu *linkova* prometne mreže kao i na funkciji trošak – prometni tok. Ovu je metodu prvi predstavio *J. G. Wardrop* 1952. godine i temelji se na *Wardropovom* prvom principu (ekvilibriju) koji glasi: *U uvjetima ekvilibrija promet se raspoređuje po linkovima zagušene prometne mreže tako da sve iskorištene rute između OD parova imaju iste minimalne troškove, dok neiskorištene rute imaju veće ili iste troškove* [10]. Detaljnije o samoj metodi i matematičkoj ekspresiji iste dostupno u [10].

U statičkim metodama dodjeljivanja putovanja vrijedi osnovna pretpostavka kako prijevozna ponuda i potražnja ne ovise o vremenu dok je kod dinamičkih modela navedena pretpostavka realističnija, odnosno ponuda, potražnja i značajke *linkova* promjenjivi su u promatranom vremenu. Dinamičko dodjeljivanje putovanja koristi se u vrlo velikim prometnim mrežama i prikladno je za izrazito zagušene gradske prometne mreže; za prometne mreže gdje se primjenjuje dinamičko upravljanje prometnim tokovima; kao i za simulaciju incidentnih događaja i evakuacijskih planova [18].

3. PROMETNA POTRAŽNJA I UTVRĐIVANJE DINAMIKE KRETANJA PLOVILA U NAUTIČKOM TURIZMU S FOKUSOM NA UTJECAJ NAUTIČKIH AKTIVNOSTI NA MORSKI OKOLIŠ

Hrvatska ima jednu od najrazvedenijih obala u Europi i ukupno broji 1 244 otoka, hridi i grebena pri čemu se među mnoštvom otočića i obalnih gradova smjestilo oko 140 luka nautičkog turizma [29], [30]. Za nepovoljnih vremenskih prilika luke nautičkog turizma postaju sigurna utočišta za nautičare i njihova plovila, kao i mjesta gdje se nakon sezonskih mjeseci plovila mogu ostaviti na održavanje i servisiranje.

Upravo zbog atraktivnosti obale, kvalitetne prateće turističke infrastrukture te izvrsnih mogućnosti za jedrenje tijekom većeg dijela godine, Hrvatska bilježi snažan razvoj ponude nautičkog turizma te se pozicionira kao jedna od top destinacija za nautičare [31].

Prema Zakonu o pružanju usluga u turizmu *NN 130/17, 25/19, 98/19, 42/20, 70/21Z* nautički turizam definiran je kao plovidba i boravak turista nautičara na plovnim objektima kao što su jahte, brodice, jedrilice, kao i boravak u lukama nautičkog turizma i u nautičkom dijelu luka otvorenih za javni promet radi odmora, rekreacije i krstarenja [32].

Nautički turizam uključuje širok spektar aktivnosti s obzirom na to da ono što karakterizira turiste nautičare jest njihova mobilnost. Nautički turizam uključuje razne usluge karakteristične za plovidbu turista nautičara kojemu je motiv putovanja odmor i razonoda pri čemu turist nautičar može samostalno unajmiti plovilo (*charter, yachting*) ili uplatiti putovanje (*cruising*).

3.1. Prometna potražnja u nautičkom turizmu Republike Hrvatske

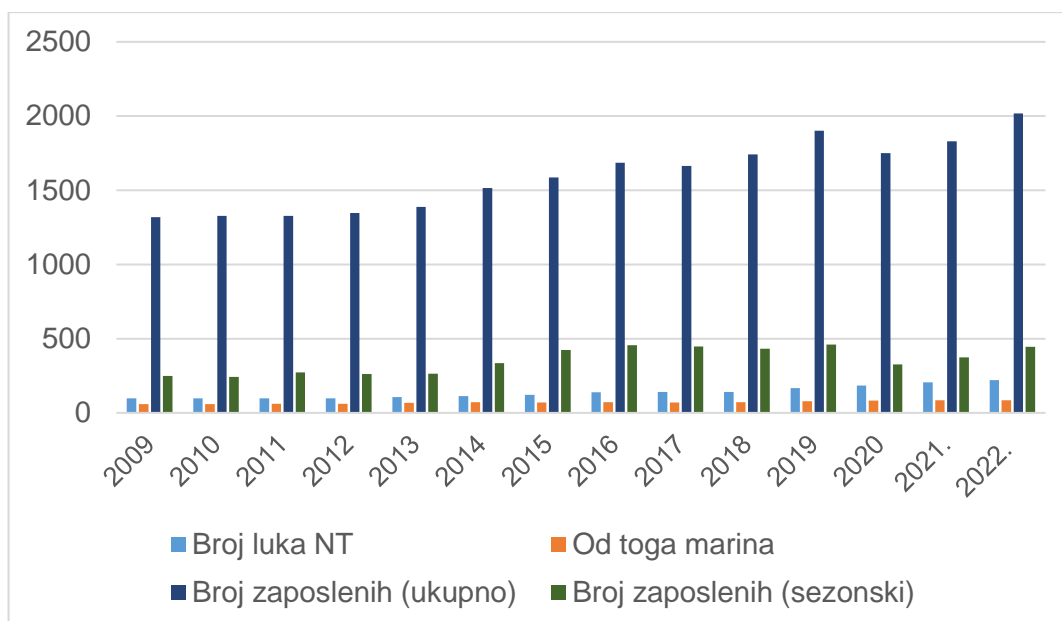
Republika Hrvatska pokazala je veliki potencijal u nautičkom turizmu. Ako se promatra ostvareni prihod luka nautičkog turizma, on je u 2022. godini iznosio 1,1 milijardu kuna bez PDV-a. Ako se radi usporedba u odnosu na 2021. godinu, radi se o 14,4 % većem prihodu [33]. Ako se promatra temeljni izvor prihoda za 2022. godinu, tada treba istaknuti kako je najviše prihoda zabilježeno od iznajmljivanja vezova (70 % ukupnog prihoda otpada na prihode od iznajmljivanja vezova).

Nadalje, ključni čimbenik u nautičkom turizmu upravo su luke nautičkog turizma, odnosno njihov kapacitet. Činjenica je da su rast i razvoj nautičkog turizma direktno utjecali na povećanu potražnju za vezovima, čime je i prateći prostor za ispunjenje tih nautičkih usluga „potrošen“. Upravo nedostatak prostora i druge standardne funkcije luka vode do zagušenosti, kao i tzv. prometnih konflikata u vrijeme vršnog opterećenja [34].

3.1.1. Analiza razvoja i stanja nautičkog turizma za razdoblje 2009. - 2023.

Prema dostupnim sekundarnim podacima Državnog zavoda za statistiku u sljedećim grafovima prikazani su statistički podatci vezani uz povećanje korištene površine akvatorija, broja luka, broja dostupnih vezova, kao i broja plovila koji utječu na gustoću pomorskog prometa i time stavljaju dodatni pritisak na more (morsko područje).

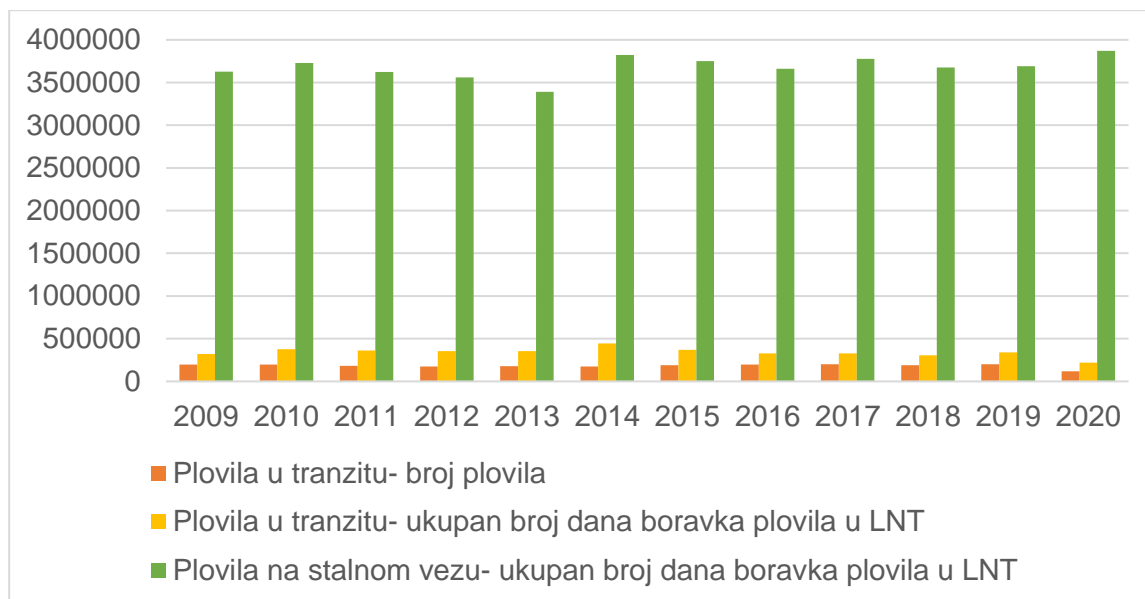
Na grafikonu 1. prikazani su podatci vezani uz broj luka nautičkog turizma te ukupan broj zaposlenih u navedenim lukama tijekom razdoblja 2009. - 2021.



Grafikon 1: Prikaz broja luka nautičkog turizma i broja zaposlenih u razdoblju 2009. - 2022.
Izvor: autorica prema [30]

Iz grafikona 1. vidljivo je kako je broj luka nautičkog turizma koji je obuhvaćen u izvještajima Državnog zavoda za statistiku konstantno rastao, i to s početnih 98 luka u 2009. godini na ukupno 220 u 2022. godini. Jednako vrijedi i za broj zaposlenih pri čemu se veći skok u broju zaposlenih bilježi 2014. godine.

S obzirom na činjenicu da je glavnina ostvarenog prihoda u lukama nautičkog turizma prihod od veza, zanimljivo je prikazati analitiku vezanu za broj plovila u tranzitu kao i broja dana koji su provedeni u lukama nautičkog turizma. Na sljedećem grafikonu (grafikon 2.) prikazana je usporedba plovila u tranzitu i plovila na stalnom vezu.



Grafikon 2: Pregled provedenih dana u lukama nautičkog turizma za plovila na stalnom vezu u odnosu na plovila u tranzitu u razdoblju 2009. - 2020.

Izvor: autorica prema [30]

Važno je napomenuti kako nije dostupan podatak o broju plovila na stalnom vezu, već samo o broju dana na stalnom vezu. Za plovila u tranzitu dostupan je podatak za oboje (dane u lukama nautičkog turizma i plovila). Podatci nisu dostupni za razdoblje 2021. - 2024. godine.

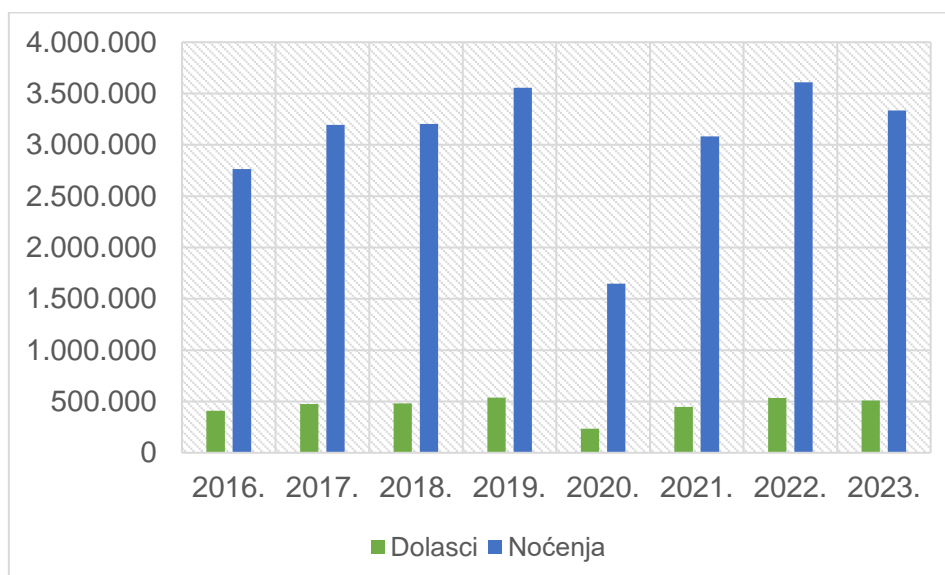
3.1.2. Analiza prometa u nautičkom *charteru*

Što se tiče statističkog praćenja u nautičkom turizmu važno je istaknuti kako postojeći registri, evidencije i statistike vrlo često ne razlikuju dovoljno dobro *cruising*, *yachting* i izletnički turizam. Točnije, Hrvatska turistička zajednica u svojim izvještajima vezano uz nautički turizam paušalno koristi naziv "nautički *charter*" pri čemu navedeni izvještaji ne prepoznaju dobro različite skupine plovila koja uključuje: putničke brodove za kružna putovanja, putničke brodove za jednodnevne izlete, jahte s profesionalnom posadom, jahte u *charteru*, razne brodove i brodice za povremeni prijevoz putnika (*taxi boat*, *rent a boat* i sl.) te ostali domaći i strani nekomercijalni promet (brojne privatne jedrilice, jahte i sl.) [35]. U ovom je kontekstu upravo važno napomenuti kako nekomercijalni boravci turista nautičara (boravci nautičara na vlastitim plovilima) nisu statistički popraćeni, već se prati samo dio komercijalnog prometa. Sustav *eCrew* Ministarstva za pomorstvo, promet i infrastrukturu prati dio nautičkog *chartera*. Kao što je prethodno navedeno, turistička zajednica u izvješća za nautički *charter* objedinjuje podatke vezane uz boravak turista nautičara na iznajmljenim plovilima (*charter*) te podatke koje se vežu uz turističke i izletničke brodove (*cruising*). Dakle, način praćenja nije ujednačen, posebno stoga što se podatci vode u zasebnim sustavima (*ecrew* i *evistor*) pri čemu podatke unosi posada broda. Kako Hrvatska turistička zajednica i navodi u svojim izvještajima kad je riječ o pokazateljima u nautičkom turizmu, oni su iskazani prijavama u lukama ukrajca.

Točnije, s obzirom na to da nije uspostavljen način dinamičkog praćenja plovila uz pomoć koje bi se mogla identificirati stvarna prostorna dinamika svakog putovanja, svako registrirano putovanje pripisuje se luci ukrcaja, a ostalo se računa noćenjima [31].

Promatrajući prvu kategoriju - turiste koji borave na svojim i na iznajmljenim plovilima i s obzirom na činjenicu da turisti nautičari tijekom svog putovanja posjete nekoliko destinacija, i to 3 prema podacima istraživanja vezanim uz stavove i potrošnju turista nautičara [36], vrlo je teško točno procijeniti prometno opterećenje u pojedinoj destinaciji na temelju dostupnih statističkih podataka.

Prema dostupnim izvješćima Hrvatske turističke zajednice tijekom razdoblja 2012. - 2018. nautički promet pokazuje opći trend rasta, a rast je posebno istaknut u 2016. i 2017., dok je u 2018. zabilježena blaga stagnacija. Nadalje, u 2019. godini u nautičkom *charteru* registrirano je 540.000 dolazaka te više od 3,5 milijuna noćenja, što predstavlja rast od 12 % u dolascima te 11 % u noćenjima u odnosu na 2018. S navedenim pokazateljima nautički *charter* ostvario je udjel od približno 3,7 % u ukupnim komercijalnim turističkim noćenjima Hrvatske (3,27 % udjela u ukupnim, komercijalnim i nekomercijalnim noćenjima) [31]. Prema dostupnim podacima za 2020. godinu vidljiv je značajniji pad u ostvarenim dolascima i noćenjima u dijelu nautičkog turizma, što je bilo i očekivano s obzirom na situaciju pandemije COVID-19. Podatci za 2020. godinu pokazuju kako je od siječnja do prosinca ostvareno 235.473 dolazaka i 646.346 noćenja što predstavlja udio od 3 % u ukupnim komercijalnim turističkim noćenjima [37]. U 2021. godini bilježi se znatnije povećanje u odnosu na 2020. godinu pri čemu je zabilježeno 447.829 dolazaka i ostvareno 3.081.697 noćenja što je udio od 4 % u ukupnim komercijalnim turističkim noćenjima [38]. Nadalje, u 2022. i 2023. (podatci od siječnja do rujna 2023.) bilježi se trend rasta u broju dolazaka i broju noćenja. Analiza prometa u nautičkom turizmu po dostupnim statističkim izvještajima prikazana je na grafikonu 3.



Grafikon 3: Prikaz ukupnih komercijalnih dolazaka i noćenja u nautičkom turizmu za razdoblje 2016. - 2021.

Izvor: autorica prema [37]–[44]

S obzirom na to da je Republika Hrvatska jedna od zemalja koja ima najveću *charter* flotu, važno je istaknuti i odnos ukupnog broja turista i broja *charter* gostiju. Ako se promatra period od 2012. do 2023. od kada su dostupni prvi podaci o broju *charter* gostiju može se uočiti kako je udio nautičkih gostiju u odnosu na ukupan broj turista od 3 do 4 %. Važno je istaknuti kako se u odnos stavlja ukupan broj turista u svim primorskim županijama Republike Hrvatske te ukupan broj *charter* gostiju na razini Hrvatske. Jednako tako, uz analizu na razini godine, a s obzirom na izrazitu sezonalnost, predstavljeni su i rezultati ukupnih dolazaka nautičara i *charter* gostiju tijekom srpnja i kolovoza za sve promatrane godine. Analitika je prikazana u tablici 2.

Tablica 2: Prikaz odnosa ukupnog broja turista u županijama na moru i broja *charter* gostiju za razdoblje 2012. - 2023.

Izvor: autorica prema [30], [45]

Godina	Ukupan broj turista (za županije na moru)	Broj turista u županijama na moru u srpnju	Broj turista u županijama na moru u kolovozu	Ukupno dolazaka <i>charter</i> gostiju na razini godine	Broj dolazaka <i>charter</i> gostiju (srpanj)	Broj dolazaka <i>charter</i> gostiju (kolovoz)	Omjer <i>charter</i> /turisti
2012.	10.494.000	2.623.500	2.728.440	353.026	88.257	91.787	0,03
2013.	10.937.000	2.734.250	2.843.620	358.397	89.599	93.183	0,03
2014.	11.494.000	2.873.500	2.988.440	362.975	90.744	94.374	0,03
2015.	12.508.800	3.127.200	3.252.288	379.512	94.878	98.673	0,03
2016.	13.498.772	3.641.346	3.695.253	462.071	115.518	120.138	0,03
2017.	15.136.098	4.056.235	3.896.875	553.363	138.341	143.874	0,04
2018.	16.150.545	4.023.815	4.028.771	567.099	141.775	147.446	0,04
2019.	16.924.064	4.016.139	4.354.997	589.009	107.581	131.126	0,03
2020.	6.206.184	2.135.184	2.339.258	260.478	69.980	67.724	0,04
2021.	11.349.656	3.321.960	3.797.879	485.846	117.343	116.603	0,04
2022.	15.601.312	4.053.751	4.051.034	576.005	131.435	144.001	0,04
2023.	16.934.300	4.191.197	4.086.118	427.771	124.968	110.059	0,03

3.1.3. Prostorna i sezonalna distribucija prometa u nautičkom *charteru*

U kontekstu vremenske distribucije putovanja te slijedeći metodologiju iskazivanja podataka Hrvatske turističke zajednice moguće je identificirati regije (županije) koje bilježe najveći promet u nautičkom turizmu. Posljednji dostupni podaci su za 2021. godinu pri čemu se prostorna i sezonalna distribucija ne razlikuje značajnije ni u proteklim godinama za koje su dostupni izvještaji (2019.) [31]. Kao dominantna županija po broju dolazaka i noćenja u 2021. godini ističe se Splitsko-dalmatinska županija s 38 % dolazaka i 38 % ostvarenih noćenja u dijelu nautičkog turizma. Na drugom i trećem mjestu su Zadarska županija (23 %) te Šibensko-kninska županija (22 %). Istarska županija ima 7 % dolazaka i noćenja, dok Primorsko-goranska i Dubrovačko-neretvanska županija bilježe po 5 % udjela u dolascima i noćenjima.

Turizam općenito, pa tako i nautički ima snažno izraženu sezonalnu komponentu što bi značilo da se većina dolazaka i noćenja bilježi tijekom sezone (mjeseci srpanj i kolovoz). U ovom kontekstu zanimljivo je istaknuti dostupne podatke o upotrebi vezova po mjesecima i to po broju plovila te broju provedenih dana u lukama nautičkog turizma tijekom mjeseca (tablica

3.). Kao što je već naglašeno, podatci vezani uz nautički turizam dostupni su na različitim izvorima i zapravo je za cjelokupnu statistiku potrebno se konzultirati s različitim izvorima, a najveći je problem pronalaženje metodologije kojom bi se podatci iz različitih izvora povezali u jedinstvenu cjelinu.

Tablica 3: Broj plovila u tranzitu te ukupan broj dana boravka plovila u lukama nautičkog turizma po mjesecima za razdoblje 2016. - 2020.

Izvor: autorica prema [30]

mjesec	2016.		2017.		2018.		2019.		2020.	
	plovila	ukupan broj dana boravka plovila u LNT	plovila	ukupan broj dana boravka plovila u LNT	plovila	ukupan broj dana boravka plovila u LNT	plovila	ukupan broj dana boravka plovila u LNT	plovila	ukupan broj dana boravka plovila u LNT
siječanj	238	1467	275	2449	114	1020	110	865	138	1373
veljača	504	2421	369	2750	174	1634	217	1294	220	1853
ožujak	1598	8314	890	5616	1025	4241	675	3969	202	2485
travanj	3959	11107	4695	11692	4918	10545	5741	12497	209	2667
svibanj	16058	27077	14366	23824	16136	25484	14172	23838	1047	5894
lipanj	27220	43146	31207	47281	28249	42735	31684	48441	13742	25808
srpanj	50032	81354	51494	80924	49919	77265	50085	84203	39430	67040
kolovoz	60101	101387	61241	98805	56898	90859	61954	104758	46858	78886
rujan	27743	41757	26618	40590	25763	36656	29253	42629	13029	22706
listopad	7638	12528	7838	12490	7441	12326	8000	13994	3573	7402
studen	581	2315	461	1877	400	1344	334	1535	260	1165
prosinac	143	1199	169	949	151	630	187	914	152	1018

Navedena statistika jednako potvrđuje već poznatu činjenicu kako je snažno izražena sezonalnost u vrijeme visoke sezone (srpanj i kolovoz), pri čemu se povećanje prometa počinje bilježiti u travnju (predsezona), a pad počinje u rujnu i listopadu (podsezona). Za 2022. i 2023. nije dostupan podatak o upotrebi vezova u moru po mjesecima.

3.2. Metode za praćenje kretanja i određivanje ruta plovila

Praćenje i određivanje putanja brodova tema je koja je dosada već obrađivana u literaturi, posebno u kontekstu sigurnosti plovidbe. Analizom putanja vrlo lako određuje se uzorak kretanja brodova pri čemu su karte gustoće prometa (engl. *Traffic Density Maps*) jednostavna i učinkovita metoda za vizualizaciju kretanja [43]. Kada se otkriju obrasci kretanja plovila, vrlo se lako mogu identificirati područja u kojima je izražena velika gustoća prometa. Generiranje sveobuhvatne karte globalne gustoće pomorskog prometa od ključne je važnosti u kontekstu informiranosti o stanju u prometu (engl. *Maritime Situational Awareness - MSA*), a koja se sastoji od gustoće plovila (engl. *vessel density*) i gustoće prometa (engl. *traffic density*) [44]. U ovom kontekstu važno je jasno definirati gustoću plovila. Europska mreža za promatranje i podatke o moru (engl. *European Marine Observation and Data Network - EMODnet*) ima za

cilj preko jedinstvenog portala učiniti dostupnima sve prethodno prikupljene pomorske podatke. EMODnet svojim portalom sustavno daje uvid u karte gustoće plovila u europskim vodama slijedeći metodologiju koja se razlikuje od metoda koje se obično koriste za izračunavanje gustoće plovila, a predstavljena je u [45]. EMODnet definira gustoću plovila s obzirom na broj plovila za koja se očekuje da će se tijekom određenog vremenskog razdoblja pronaći u okviru referentnog područja. Glavni je problem činjenica da stvarni broj plovila unutar odabranog područja zbog kretanja plovila različitim brzinama nikad nije stalan tijekom vremena. U skladu s tim, gustoća plovila trebala bi biti očekivani broj brodova u tom području, tj. prosječan broj brodova u tom području uzetih iz velikog broja uzoraka u određenom vremenu [45]. Postoji nekoliko načina uz pomoć kojih se mogu prikupljati podatci o kretanjima plovila, a oni uključuju: prikupljanje podataka preko AIS uređaja, prikupljanje podataka preko GPS uređaja te prikupljanje podataka preko satelita.

3.2.1. Praćenje kretanja plovila koja su obvezna imati AIS

Ako se promatraju dosadašnja istraživanja u kontekstu metoda/tehnika koje koriste podatke prikupljene iz uređaja za praćenje (engl. *self-reporting data*), moguće je istaknuti dvije glavne skupine: tehnike prostorne mreže (engl. *spatial-grid techniques*) i prostorno-vremenske tehnike (engl. *spatio-temporal techniques*).

Većina dosadašnjih analiza pomorskog prometa uključuje podatke prikupljene preko AIS-a koji je obvezan za brodove od 300 bruto tona ili više u unutarnjoj plovidbi i 500 bruto tona ili više za prijevoz tereta koji nije u međunarodnim vodama, kao i za putničke brodove [46], [47]. Sustav za automatsku identifikaciju predstavlja sofisticiranu radio tehnologiju koja kombinira GPS, VHF radio kanale (engl. *Very High Frequency – VHF*) te tehnologije obrade podataka u cilju razmjene potrebnih informacija u strogo definiranom formatu između različitih morskih entiteta. AIS sustav daje informacije u stvarnom vremenu, uključujući identitet plovila, njegov položaj, trenutnu brzinu i kurs te procijenjeno vrijeme dolaska u određenu luku [46], [48].

Informacije koje daje AIS ovise o klasi AIS uređaja pri čemu se podatci klase A AIS uređaja mogu podijeliti na [46], [47]:

- statičke informacije (vrsta broda, ime broda i pozivni znak, dužina, širina te lokacija antene)
- dinamičke informacije (kurs kroz vodu, kurs preko dna, brzine broda, prikaz preciznog položaja broda, plovidbeni status te UTC vrijeme)
- informacije vezane uz putovanje (gaz broda, naznaka prijevoza opasnog tereta ako se prevozi, kao i napomena o vrsti tereta, luka odredišta, procijenjeno vrijeme dolaska i plan putovanja)
- kratke poruke vezane uz sigurnost (kratke poruke koje služe za prijenos sigurnosnih informacija).

Nekoliko istraživanja koristi neobrađene pomorske podatke (engl. *maritime raw data*) za modeliranje i prepoznavanje obrasca kretanja plovila, a na temelju prostorno-vremenskih tehnika. Primjerice, tu je serija radova autora Pallota i sur., [3], [49]–[51] u kojima se predstavlja metodologija TREAD (engl. *Traffic Route Extraction and Anomaly Detection*). U svom radu autori [3] predstavljaju nenadziran pristup za utvrđivanje ruta kretanja na temelju

sirovih (neobrađenih) podataka. Drugi rad istih autora predlaže automatsko generiranje mreža (engl. *geographic maritime networks*). Predlaže se da se dostupni povijesni podatci s AIS-a iskoriste kako bi se detektirale i sintetizirale tzv. *de facto* pomorske rute, a sve u cilju automatskog prikazivanja pomorskog prometa u grafičkoj topologiji. Naime, ovaj se pristup zasniva na ideji da brodovi obično slijede neke *de facto* standardizirane morske rute iz različitih razloga kao što su: zaštićena morska područja u kojima je pomorski promet ograničen ili zabranjen; reguliranje prometa u područjima visokog prometnog opterećenja; poznate sigurnosne prijetnje; zbog vremenskih uvjeta i uvjeta mora; ili pak zbog ekonomičnosti potrošnje goriva [49]. U tom kontekstu postoji mnogo različitih djela koja se bave analizom i prikupljanjem podataka sustava AIS-a u različitim područjima. Autori [52] su izradili karte gustoće plovila uključujući karte gustoće plovila i gustoće prometa, a koristeći 20 milijardi različitih skupova podataka iz AIS-a (u razdoblju od više od 2,5 godine). Dalje, metoda izračuna i vizualizacije pokretnih objekata (pri čemu je uzeta u obzir brzina broda) predstavljena je u [53]. U cilju sažimanja podataka o putanji brodova s obzirom na vrijeme kompresije i učinkovitost autori [54] su predstavili metodu za pojednostavnjenje putanje brodova uzimajući u obzir smjer kretanja. Predložena metoda temelji se na korištenju *Douglas-Peucker* algoritma [54].

3.2.2. Praćenje kretanja plovila koja ne moraju imati AIS

Kao što je naglašeno ne moraju sva plovila imati AIS te je unazad dvadesetak godina bilo vrlo teško pratiti takva plovila (ribarska plovila, mala rekreacijska plovila, izletnički brodovi, mini kruzeri). Unatoč dostupnosti raznih vrsta uređaja za praćenje treba naglasiti kako gotovo više od 30 milijuna rekreacijskih plovila diljem svijeta još uvijek ne posjeduje AIS, i stoga, podatci o ovoj vrsti plovila nisu ni mogli biti uključeni u modele koji se grade na temelju AIS podataka [55].

Kada se govori o načinu praćenja kretanja plovila treba istaknuti kako je u današnje vrijeme praćenje brodova, jahti ili bilo kojeg plutajućeg objekta koji nisu obvezni imati AIS sustav postalo poprilično jednostavno, s obzirom na to da se ugradnjom visoko kvalitetnih GPS lokatora koji se temelje na sustavu GPS satelitskog pozicioniranja i GSM/GPRS mreže u svakom trenutku može odrediti pozicija broda. Globalni je sustav za određivanje položaja svemirski sustav za određivanje položaja, brzine i vremena koji se sastoji od tri glavna dijela: svemirskog, kontrolnog i korisničkog. Svemirski dio čine 24 satelita pozicionirana oko Zemlje na visini s koje je omogućena pokrivenost. Sateliti su raspoređeni tako da zemaljski GPS prijatelj u svakom trenutku prima signal od najmanje četiri satelita. Svaki od satelita šalje radijske signale pri čemu svaki signal ima vlastiti jedinstveni kod na različitoj frekvenciji kako bi GPS mogao identificirati signal. Osnovna svrha navedenih kodiranih signala uključuje mogućnost izračuna vremena putovanja od satelita do GPS prijatelja [56].

Praćenje brodova ili jahti uređajima za praćenje uključuje razne mogućnosti, od nadzora plovila u realnom vremenu do informacije o količini goriva. Prednost je ovakvih sustava za praćenje mogućnost povezivanja, primjerice vlasnik broda ili pak *charter* agencija mogu povezati lokator sa svojim mobitelom, računalom i tabletom te na vrlo jednostavan način u svakom trenutku znati gdje se brod nalazi. Ovo je izuzetno važno upravo za plovila koja su u *charteru* ako se primjerice gost nađe u nekoj nepovoljnoj situaciji, vrlo se lako može odrediti

njegova pozicija i poslati pomoć. Osim pitanja sigurnosti plovidbe, lokatori imaju vrlo često i dodatne funkcije kao primjerice izvješća o putovanju, ušteda goriva, alarmi u slučaju krađa/provala i sl.

Što se tiče rasprostranjenosti primjene lokatora u praksi, u razgovorima s dionicima iz struke vidljivo je kako se sve više marina, odnosno *charter* agencija, ali i privatnih osoba odlučuje na instalaciju lokatora na svoja plovila i to uglavnom zbog sigurnosti. Svaki pojedini pružatelj usluge ima i drugačije/različite uvjete koji se mijenjaju ovisno o tome koji se spektar usluga ugovori. U suštini u osnovnom paketu svi pružaju točnu poziciju broda u realnom vremenu, dok se druge funkcije mogu razlikovati.

Primjerice, jedan od pružatelja usluga pod nazivom Magniblu [57] nudi aplikaciju koja je specijalizirana za praćenje plovila kojim se može dobiti pozicija broda, brzina broda, kurs i napon baterije. Pozicija broda dobiva se preko GPS modula koji omogućuje točnost od 5 m [57]. Pozicija se prikazuje na karti, a vlasnik Magniblu uređaja uvijek može vidjeti položaj svih svojih brodova na jednom ekranu. Povijest kretanja broda uvijek se prikazuje kao linija iza trenutačne pozicije broda. Trenutačna i prosječna brzina broda također se računa pomoću GPS modula. Brzina se može prikazati u grafikonu te se može pratiti u dužem vremenskom razdoblju što je izvrsna značajka za praćenje performansi broda u dužem vremenskom razdoblju [57].

3.2.3. Upitnik kao alat za prikupljanje podataka o rutama i preferencijama nautičara

Osim već spomenutih lokatora na brodovima uz pomoć kojih je moguće dobiti informacije o kretanju plovila u realnom vremenu, jedan od pomoćnih ciljeva pregleda literature u WoS-u bio je i dobiti informaciju o dosada korištenim načinima prikupljanja informacija o rutama i razlozima za odabir ruta u nautičkom turizmu. Upravo je navedeno istraživanje [6] pokazalo kako glavna istraživanja koja se bavi modeliranjem rekreacijske plovidbe za prikupljanje informacija o rutama, razlozima za odabir pojedine rute i općenito praćenje ponašanja nautičara koristi upitnike [7], [58]–[69] pri čemu nije zabilježen niti jedan rad koji je uključio podatke s lokatora.

Osim navedenih radova, napravljen je i pregled relevantnih istraživačkih članaka i projekata koji uključuju mapiranje kretanja turista nautičara.

Primjerice, na području Sjedinjenih Američkih Država postoji nekoliko studija koje se bave rekreacijskom plovidbom i mapiranjem kretanja turista nautičara. Prvo je takvo istraživanje provedeno pod nazivom *National Recreational Boating Survey* 2002. godine, a slijede tri druga istraživanja 2011., 2012. i 2018. [70]–[73]. U izvješćima provedenog istraživanja znanstveno se procjenjuju karakteristike nautičara, broj i vrsta nautičkih plovila, kao i veličina nautičke populacije. Navedena su istraživanja koristila upitnik kao način prikupljanja informacija koji je bio polazna točka za kreiranje upitnika u sklopu ovog rada.

S obzirom na to da je svrha prethodno navedenih izvještaja vezana uz povećanje aspekta sigurnosti ponašanjem nautičara, istraživanja [74], [75] imaju za cilj dati informaciju o ponašanju i prostornim obrascima turista nautičara na području sjeveroistočne Floride i jugoistočne Georgije, a sve u cilju utvrđivanja čimbenika za očuvanje sjevernoatlantskog kita.

Nadalje, autori u seriji radova [76], [77] predstavljaju rezultate istraživačko-obalne inicijative *Coastal Research and Policy Integration* CORE-POINT. Cilj navedenog projekta, koji jednako koristi upitnik kao alat za prikupljanje informacija, bio je poboljšanje

razumijevanja trenutačne razine nautičko rekreacijskih aktivnosti kao i implikacije vezane uz planiranje i upravljanje ako dođe do povećanja rekreacijsko-nautičkih aktivnosti iznad trenutačnih razina.

U Švedskoj je prvi anketni upitnik vezan uz rekreacijsku plovidbu proveden 2004. godine. Prateće ankete s istim ciljem provedene su 2010. i 2015. Osnovna je svrha istraživanja vezana uz procjenu kretanja u nautičkom turizmu bila dobivanje osnovnih činjenica o brodovima i rekreacijskoj plovidbi [78]. Rezultati navedene ankete korišteni su kao temeljne postavke za izgradnju novog simulacijskog modela *Leisure Boating Emissions and Activities Simulator* (BEAM) [7]. Model BEAM, koji koristi širok spektar informacija i pratećih tehnika za procesiranje podataka, kreiran je za procjenu kretanja plovila u rekreacijskoj plovidbi te proračun emisija za PM_{2.5}, NO_x, nemetanskih hlapljivih organskih spojeva (engl. *Non-Methane Volatile Organic Compounds* - NMVOC), CO i odabrane protuobraštajne premaze (bakar i cink). Kako bi se mogle napraviti navedene procjene i proračuni, podaci prikupljeni anketom bili su ključni. Model kombinira značajke rekreacijskih plovila (podatci dobiveni iz ankete), vremenski profil (na temelju podataka iz AIS-a za Baltičko more 2014. - 2016.) i geografsku rasprostranjenost (zemljopisna raspodjela marina). U skladu s literaturom ovo je prva studija koja obuhvaća višestruke utjecaje rekreacijske plovidbe na okoliš (emisije i protuobraštajni premazi), a kako bi se navedeno postiglo, jednako koristi rezultate ankete kao *input*.

Kao što je prethodno navedeno u Republici Hrvatskoj postoje tri studije koje istražuju stavove i potrošnju turista nautičara i to za 2012., 2017. i 2022. [36], [79], [80]. Istraživanja su provedena intervjuiranjem 1666 (2017. godina) i 2506 (2022. godina) turista nautičara koji su posjetili hrvatske marine i luke otvorene za javni prijevoz. Zaključci navedenog istraživanja u pojedinim su dijelovima od velike koristi za kreiranje makroskopskog modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu, s obzirom na to da su ovo jedina primarna istraživanja na području Republike Hrvatske iz kojih se mogu dobiti konkretne informacije.

Uzimajući u obzir sve navedene činjenice vezane za utvrđivanje dinamike kretanja plovila u nautičkom turizmu potrebno je istaknuti ključna razmatranja koja se povezuju s razvojem makroskopskog modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu. Osnovni je istraživački problem ovog rada ispitati može li se napraviti model za dodjeljivanje putovanja u pomorskom prometu slijedeći poznate procedure i metode koje se koriste u prometnom modeliranju, s naglaskom na mala plovila i različite utjecaje? Točnije, može li se kreiranim prometnim modelom i uspostavljenim matricama prometne potražnje te raspodjelom potražnje po rutama i prometnim entitetima kompenzirati prethodno istaknuta problematika vezana uz nedostatak zapisa o stvarnim kretanjima plovila? Središnji dio rada, kao i temeljni znanstveni doprinos ovog rada ogleda se u ovom istraživačkom pitanju.

Nadalje, prateći metodologiju EMODnet-a za određivanje gustoće pomorskog prometa, jednako se tako postavlja pitanje: može li se razvijenim prometnim modelom, nakon koraka dodjeljivanja putovanja, a po uzoru na metodologiju EMODnet-a odrediti gustoća prometa po pojedinom sektoru, odnosno *gridu*?

Kako bi se mogao ponuditi odgovor na istaknuta pitanja, odnosno istraživačke probleme, za razvoj modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu poželjno je prikupiti i grupirati što je moguće više podataka pri čemu se jasno ističe potreba za kombinacijom različitih metoda prikupljanja podataka (anketa, lokatori, AIS uređaj). Vjerodostojni su podatci oni dobiveni preko AIS uređaja i lokatora budući da prikazuju točnu poziciju plovila, koordinate

(zemljopisna širina i dužina) i brzinu plovila u dobro definiranim vremenskim razmacima. Podatci prikupljeni anketama zasigurno su korisni u dijelu koji se odnosi na identifikaciju aktivnosti koju turisti nautičari rade kada dođu na destinaciju, kao i utvrđivanje razloga zašto uopće biraju pojedinu destinaciju.

3.3. Utjecaj nautičkih aktivnosti na morski okoliš

Iako pregled prethodnih istraživanja ukazuje na činjenicu da se većina istraživanja vezana uz nautički turizam odnosi na utjecaj nautičkih aktivnosti na morski okoliš, još uvijek manjka istraživanja na temu utjecaja i učinaka rekreacijske plovidbe na okoliš [81].

Prvo izvješće usmjereno na utvrđivanje i procjenu utjecaja nautičkih aktivnosti na morski okoliš objavila je 2007. godine Europska konfederacija nautičke industrije (engl. *European Confederation from Nautical Industries – ECNI*) [82], a sljedeći prateći izvještaj koji uključuje kružni pristup za procjenu rekreacijskih aktivnosti na okoliš objavljen je dvije godine nakon (2009.) [8]. Upravo se u navedenom izvješću naglašava potreba za razlikovanjem rekreacijske plovidbe i komercijalnog pomorskog prometa, s obzirom na to da se komercijalni pomorski promet oslanja na različite tehnologije i operacije pa je samim time utjecaj na okoliš potpuno različit od onog koji za sobom nosi rekreacijska plovidba. Zanimljivo je istaknuti kako je u gore spomenutom izvještaju u kojem su prvi puta zbrojeni svi ekološki deskriptori navedeno kako rekreacijska plovidba i druge rekreacijske aktivnosti na vodi imaju izuzetno nizak učinak na morski okoliš (manje od 1 % ukupnog onečišćenja morskog okoliša) [8]. U istom se izvješću navodi da u svezi s onečišćenjem zraka, emisije iz rekreacijskih brodskih motora čine samo 0,56 % ukupne emisije proizašle ljudskim aktivnostima i 1,65 % emisija iz cestovnog prometa. S obzirom na to da gore navedeni parametri datiraju unazad deset godina, zanimljivo je istaknuti novo istraživanje u kontekstu rekreacijske plovidbe i njihove usporedbe s komercijalnim brodarstvom. Najnovije istraživanje na području Baltičkog mora navodi kako je upravo emisija pojedinih onečišćivača koje ispuštaju plovila za rekreacijsku plovidbu značajna u usporedbi s komercijalnim prometom [7]. Autori u svom radu procjenjuju kako su NMVOC faktori emisije za rekreacijska plovila znatno veći, i to 160 % u odnosu na komercijalni promet. Osim toga, emisije CO iz rekreacijskih plovila iznose 70 % registriranih emisija plovila. Rezultati dobiveni za NO_x i PM_{2,5} za rekreacijska plovila manje su značajni u odnosu na komercijalni promet. Važno je istaknuti kako autori naglašavaju relativnu važnost emisija rekreacijske plovidbe u usporedbi s komercijalnim prijevozom tijekom ljetnih mjeseci. U srpnju 2014., uspoređujući komercijalni pomorski promet i rekreacijsku plovidbu, rezultati za rekreacijska plovila pokazali su 500 % veće emisije za NMVOC, 140 % veće emisije CO i 80 % veću emisiju cinka. Osim navedenog istraživanja, treba istaknuti i provedeno istraživanje autora [83] koji su napravili proračun emisije stakleničkih plinova za australsku regiju. Na temelju provedenih intervjua i *in-situ* revizija s brodskim (turističkim) operaterima, autori procjenjuju da je emisija stakleničkih plinova za ovaj sektor brodarstva 70 000 tona CO₂. Drugim riječima, ako turist putuje brodom s dizelskim motorom, autori procjenjuju prosječnu emisiju od 61 kg CO₂-e po turistu, odnosno 27 kg CO₂-e za putovanje brodom s benzinskim motorom.

Jako važan onečišćivač u kontekstu rekreacijske plovidbe jesu proutobraštajni premazi te metali u tragovima. Distribucija metala u tragovima (TM), organski ugljik te fizikalno-kemijski parametri na području estuarija rijeke Krke proučavani su u [84]. Rezultati navedenog

istraživanja pokazali su kako je u pojedinim dijelovima Šibenskog zaljeva koncentracija bakra veća 10-20 puta za razliku od dijelova u kojima nije zabilježen pomorski promet. Autori ističu kako je nekonzervativno ponašanje Zn, Cd, Pb i Cu u sloju bočate vode uglavnom uzrokovano njihovim unosom iz rekreacijskih aktivnosti (rekreacijski brodovi, nautičke marine i luke). Povišena koncentracija bakra potječe od protuobraštajnih premaza koji se upotrebljavaju kao biocidi za nautičke brodove. Dodatna istraživanja vezana uz utjecaj navigacije na okoliš u estuariju rijeke Krke napravljena su u sklopu projekta Ekološki otisak nautičkog turizma u zaštićenim morskim područjima (engl. *Nautical Tourism Ecological Footprint in MPAs-NaTEF*) [85]. Ciljevi NaTEF projekta uključuju: mjerenje intenziteta (uključujući vremensku i prostornu raspodjelu) pomorskog prometa, praćenje sadržaja bakra u površinskim vodama rijeke Krke i određivanje korelacije između distribucije bakra i broja brodova u estuariju. Istraživači također namjeravaju proširiti analizu ekološkog otiska i na druge aspekte koji uključuju podvodnu buku, sive vode, crne vode, kaljužu itd. [85], [86]. Nadalje, istraživanja na terenu pokazala su kako se koncentracije bakra ispuštene iz protuobraštajnih premaza za mala i srednja usidrena plovila kreću od $8,2\mu\text{g cm}^{-2}\text{dan}^{-1}$ do $18-22\mu\text{g cm}^{-2}\text{dan}^{-1}$ [87], [88]. S obzirom na to da mala i srednja plovila uglavnom plove u plićim područjima blizu obale i luka (gdje je razmjena vode ograničena), oni predstavljaju veću prijetnju morskom okolišu od većih plovila [9].

Fizičko oštećenje morskih ekosustava te staništa na morskom dnu često je uzrokovano sidrenjem i privezivanjem rekreacijskih plovila. Upravo je aspekt sidrenja nautičkih plovila i njegov utjecaj na uništavanje staništa *Posidonia oceanica* istraživan u [89], [90]. U navedenim istraživanjima, autori su naglasili važnost edukacije o zaštiti okoliša u pogledu pravilnog sidrenja i sidrenih tipova. Sustavi ekološkog privezivanja i sidrenja brodova predstavljaju jednu od konkretnih mjera za smanjenje pritiska koji sidrenje ima na livade *Posidonia oceanicae* [91]. U cilju kvantifikacije učinka rekreacijske plovidbe i pratećih dokova i priveznih plutača na brojnost vegetacije autori [92] su predstavili prvi sustavni pregled i meta analizu kojom pokazuju značajnu vezu između pomorskog prometa i podvodne vegetacije. Točnije, pomorski promet utjecao je na značajan pad u razvoju podvodne vegetacije. Negativni učinci nautičkog turizma na morski okoliš, potencijalni izvori onečišćenja te potencijalna rješenja prikazana su u tablici 4.

Tablica 4: Negativni učinci nautičkog turizma na morski okoliš [6]

Negativan učinak nautičkog turizma	Moguć izvor onečišćenja	Potencijalno rješenje
Ulje i emisije ugljikovodika	a) upotreba brodskih motora (opskrba gorivom; loše održavanje brodskih motora, legalni ispusti; ispuštanje zauljene vode, pranje tankova) b) emisija brodskih motora (ugljikovodici, sitne čestice i NOX).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Podizanje svijesti nautičarima o važnosti očuvanja okoliša, svjesnosti i ponašanja u rekreaciji. ✓ Redovito održavani i dobro upravljani motori troše manje goriva i zagađuju manje. ✓ Projektiranje motora i operativna ograničenja za osjetljiva područja.
Buka brodskih motora	a) trup b) vanjski motor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ tehnološka poboljšanja (uloga industrije) ✓ smanjenje utjecaja nautičkih aktivnosti na okoliš - ključna uloga nautičara (edukacija)

Crne vode ili fekalije	- ispust crnih voda s rekreacijskih plovila	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Korištenje nužnika na obali ako postoje te instaliranje spremnika za zadržavanje (engl. <i>holding tanks</i>). ✓ Direktiva o rekreacijskim plovilima (RCD) [93] nalaže da sva nova plovila moraju imati spremnik za zadržavanje.
Siva voda od pranja i operacija na brodu	- ispust sivih voda s rekreacijskih plovila	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Turisti nautičari trebali bi koristiti biorazgradive proizvode za čišćenje, kao i toaletne biorazgradive proizvode.
Prouobraštajni premazi za vrijeme njihove uporabe na brodovima	<ul style="list-style-type: none"> a) ispuštanje bakra i herbicida iz protuobraštajnog premaza b) za vrijeme uklanjanja protuobraštajnog premaza koje je obično uzrokovano ispiranjem pod mlazom ili mehaničkim struganjem 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uporaba ekološki prihvatljivijih boja (npr. boje s niskim hlapljivim organskim spojevima) i nebiocidni premazi.
Smeće i ostali otpad	- otpad proizveden na rekreacijskom plovilu	<ul style="list-style-type: none"> ✓ sortiranje otpada na plovilu ✓ Luke i marine moraju osigurati prikladne prihvatne kapacitete za rukovanje sortiranim otpadom. ✓ Korištenje načela 3R: smanjenje (engl. <i>reduce</i>), ponovna uporaba (engl. <i>reuse</i>) i recikliranje otpada (engl. <i>recycle</i>).
Fizičko oštećenje okoliša	- loše sidrenje	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lokalna tijela odgovorna za sidrenje u području moraju osigurati dovoljno plutača te pružiti podršku posjetiteljima u sidrenju. ✓ Spriječiti/zabraniti sidrenje u osjetljivim područjima.
Unos invazivnih vrsta za vrijeme dugih putovanja	<ul style="list-style-type: none"> a) trup broda b) sidro c) propeler d) unos balastnim vodama 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ protuobraštajni premazi ✓ briga (osobna uloga) nautičara

Pregled ekoloških deskriptora povezanih s rekreacijskom plovidbom pokazuje kako niti jedna objavljena studija ne obuhvaća problem fekalnih voda u smislu procjene/kvantifikacije. Kvalitativna procjena rizika onečišćenja morskog okoliša od određenih vrsta brodova na određenoj lokaciji provodi se u [94]. Upravo navedena studija pokazuje kako manji brodovi i plovila za razonodu nose veći rizik od onečišćenja mora fekalnim vodama nego li veliki brodovi za kružna putovanja. Nadalje, autori [9] ispuštanje otpadnih voda u brodarstvu i rekreacijskoj plovidbi općenito sagledavaju kao kumulativni učinak (zajedno s djelatnostima na kopnu). Neki od njih [85], [86] prepoznaju potencijalnu prijetnju za okoliš iz sivih, crnih i kaljužnih voda te ujedno planiraju proširiti svoja istraživanja i na ta područja. Problem zagađenja bukom iz rekreacijskih motora tek se počinje istraživati, dok je izračun ispušnih plinova za rekreacijska plovila dosada prikazan samo u [7].

4. PRIKUPLJANJE I PRETHODNA OBRADA PODATAKA

U ovom poglavlju prikazani su primarni i sekundarni izvori podataka koji su korišteni za potrebe izrade modela pri čemu su posebno istaknuti dijelovi koji se odnose na primarne podatke prikupljene s lokatora ugrađenih na rekreacijska plovila u *charteru* te podatke prikupljene anketnim istraživanjem o rutama i razlozima za odabir pojedine destinacije.

Činjenica je da prometni modeli koriste veliku količinu sekundarnih podataka iz raznih izvora, a između ostalog kao temeljni izvor podataka koriste i ankete kućanstava. Kako bi se odredile karakteristike populacije i definirali parametri potrebni za kreiranje modela, ako podatci nisu dostupni, vrlo često potrebno je provesti anketno istraživanje.

4.1. Temeljne odrednice istraživanja o rutama i razlozima za odabir pojedinih ruta na području Republike Hrvatske

S obzirom na to da glavina istraživanja koja se bave modeliranjem rekreacijske plovidbe za prikupljanje informacija o rutama, razlozima za odabir pojedine rute i općenito praćenje ponašanja nautičara koristi upitnike, upravo je za potrebe izrade makroskopskog modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu izrađen upitnik naziva *Let's explore boating routes in Adriatic*.

Navedeni upitnik izrađen je na platformi *Maptionnaire* [95] i dostupan na poveznici [96]. Navedena platforma ispitanicima omogućuje direktno ucrtavanje pojedine rute na dostupnoj karti. Cilj je bio olakšati ispitanicima definiranje i ucrtavanje pojedine rute na karti.

Istraživanju je u cilju ponuditi odgovor na dva temeljna istraživačka pitanja u sklopu ovog rada, a to su:

- 1) Kako odrediti zone generiranja i privlačenja putovanja za ciljane skupine (segmentirano: plovila u *charteru* i osobna plovila)?
- 2) Kako odrediti čvorišta (među-točke) i poveznice (*linkove*) kao bitne elemente pomorsko-prometne mreže koje u naravi u pomorskom prometu predstavljaju plovidbene rute?

Kao odgovor na gore navedena istraživačka pitanja korišteni su podatci dobiveni s lokatora te podatci dobiveni anketnim istraživanjem. Osim navedenog, bilo je potrebno istražiti razloge za odabir pojedine rute te utvrditi komponente koje se vežu uz utjecaj na okoliš (vrsta goriva, potrošnja, broj osoba na brodu, trajanje putovanja, postojanje sanitarnog čvora na brodu).

Upitnik se sastojao od 4 međusobno povezana skupa pitanja, a sva su pitanja bila na engleskom jeziku. Kao predložak za izradu upitnika korištena su slična dostupna istraživanja [70]–[72], [78].

Skupovi pitanja u upitniku su sljedeći:

- 1) Prvi skup pitanja odnosio se na karakteristike plovila (engl. *vessel characteristics*), a pitanja su bila vezana uz tip plovila, glavnu propulziju broda, ima li brod motor, koliko motora ima, koji je tip motora i snaga, maksimalna brzina broda.

- 2) Drugi skup pitanja pod nazivom „Mapirajte svoje iskustvo plovidbe“ (engl. *Map your boating experience*) ujedno je najznačajniji dio upitnika jer ispitanici na karti ucrtavaju rutu posljednjeg putovanja (engl. *route of your last journey*), mjesta zaustavljanja (engl. *stopping points*), najčešću rutu (engl. *frequent route*), te najzagušenije zone (engl. *crowded zones*). Pored

svake kategorije iskače dodatno povezano pitanje (engl. *pop up question*). Primjerice, kada ispitanik ucrta mjesto zaustavljanja, iskače povezano pitanje koje za cilj ima identificirati razlog zaustavljanja na tom mjestu (sunčanje, razgledavanje, posjet restoranima, odlazak u kupnju, posjet nacionalnim parkovima, itd.). Set ponuđenih odgovora na pitanje odabran je na temelju rezultata istraživanja Tomas nautika jahting [36] koje je između ostalog ispitalo što nautičari najčešće rade kada dođu u destinaciju.

3) Treći skup pitanja vezan je uz kriterije za odabir rute. Ovaj skup pitanja ima za cilj utvrditi razloge zbog kojih nautičari najčešće odabiru pojedinu destinaciju, točnije što sve utječe na odabir.

4) Četvrti skup pitanja vezan je uz plovidbu i njezin utjecaj na okoliš (engl. *Boating and environment*). U ovoj kategoriji postavljena su pitanja koja se odnose na potencijalne ekološke deskriptore. Pitanja uključuju: broj osoba na brodu, dostupnost i vrsta nužnika, prijedenu udaljenost u danu, koriste li motor u tzv. *hotelling* načinu, vrijeme provedeno na sidru, procjena potrošnje goriva po putovanju te vrsta goriva koju koriste.

Istraživanje se odnosilo na sezonu 2021. godine, a započelo je 16. lipnja 2021. i trajalo je do konca rujna (30. 9. 2021.). Anketa je diseminirana ključnim dionicima u nautičkom turizmu (*charter* agencije, Udruga hrvatskih skipera i članova posada jahti, Udruženje pružatelja usluga smještaja na plovilima, posredništvom Hrvatske gospodarske komore puštena je i ostalim ključnim dionicima u nautičkom turizmu). Upitnik se dijelio i preko društvenih mreža kao što su *LinkedIn*, *Twitter*, *Whatsapp* i *Facebook*. S obzirom na već spomenutu specifičnost istraživanja u kontekstu dostupnosti ispitanika i činjenice da su pitanja sama po sebi vrlo specifična, konačan broj odgovora koji su prikupljeni na mapama (ucrtavanjem ruta) je 213 pri čemu se ucrtavalo sljedeće: ruta posljednjeg putovanja (47 odgovora na mapi), mjesta zaustavljanja (107 odgovora na mapi), najčešća ruta (22 odgovora), mjesta zagušenja (37 odgovora na mapi). Najviše je odgovora prikupljeno u ovim kategorijama pitanja dok se broj prikupljenih odgovora na preostala pitanja razlikuje. S obzirom na to da je upitnik bio visoko strukturiran, u prilogu 1. prikazuju se segmenti (rezultati) koji su korišteni pri izradi modela.

4.2. Programska obrada primarnih i sekundarnih podataka dobivenih s lokatora

Za izradu prometnog modela u pomorskoj plovidbi poseban je izazov kreiranje mreže s *linkovima* i čvorištima budući da plovni put nije klasična infrastruktura kao što je to slučaj na kopnu s prometnicama i raskrižjima, nego je potrebno definirati rute pomorske plovidbe i međutočke gdje se mijenja kurs broda. Kako bi se na pravilan način kreirala prometna mreža važno je na prikupiti i obraditi informacije o rutama kretanja plovila.

Što se tiče Republike Hrvatske ako se promatraju sva rekreacijska plovila (ona koja su u *charteru* i ona koja su u osobnom vlasništvu) treba istaknuti sljedeće mogućnosti prikupljanja podataka:

- praćenje plovila koji su u *charteru*: preko AIS-a (ako imaju ugrađen AIS); preko lokatora ugrađenih na plovilima te prikupljanjem podataka anketnim upitnikom (ucrtavanje ruta).
- praćenje osobnih plovila (plovila koja su u osobnom vlasništvu bilo da je riječ o stranim ili domaćim plovilima): preko AIS-a (ako imaju ugrađen AIS); preko lokatora ugrađenih na plovilima, anketnim upitnikom (ucrtavanje rute).

4.2.1. Segmentacija podataka o rutama kretanja

Najvjerodostojniji je način praćenja za obje skupine plovila preko AIS-a (naravno samo za ona plovila koja to imaju) pri čemu bi se obradom navedenih podataka identificirala isključivo ta plovila dok velik broj (posebno rekreacijskih plovila) ne bi bio uračunat. U su ovom kontekstu zatraženi i podaci Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture (MPPI) međutim zbog tehničkih ograničenja sustava kojim MPPI raspolaže, i nemogućnosti ustupanja sirovih podataka (već samo grafičkih) takvi podaci nisu bili iskoristivi u ove svrhe, a i predstavljaju manji dio uzorka.

S obzirom na to da dinamika kretanja nautičara osobnim plovilom nije poznata i nije praćena od nadležnih administrativnih tijela, za *charter* plovila koriste se podatci dobiveni od *charter* agencija koje imaju ugrađene lokatore na svojim plovilima. Navedeni lokatori ovisno o vrsti pružatelja usluge daju različit obujam i vrstu podataka. Riječ je o dostupnim podacima za 213 različitih plovila. Ako se dobiveni rezultati stave u kontekst ukupne *charter* populacije, navedeno predstavlja uzorak od 5 % od ukupne populacije (posljednji dostupan podatak kaže da Hrvatska raspolaže s 4000 *charter* plovila [97]).

4.2.2. Predprocesiranje i rekonstrukcija podataka

S obzirom na to da se radi o različitim skupinama plovila, ali i različitim vrstama izvora podataka (*charter* agencije, pružatelji usluga praćenja,) potrebno je koristiti različite pristupe za obrađivanje sirovih podataka (računalno razvojno okruženje R i pivot tablice u Excelu).

Izvor podataka u ovom istraživanju podatci su od tri različita pružatelja usluga (Smartivo [98], Magniblu [57] i Sentinel [99]) pri čemu svaki od navedenih pružatelja usluga bilježi podatke o kretanju broda na drugačiji način, odnosno u drugačijem formatu i rezoluciji. Razdoblje koje se promatralo, odnosno analiziralo 3 su tjedna u visokoj sezoni tijekom srpnja i kolovoza 2021. godine, preciznije: 25. 7. 2021. - 18. 8. 2021 pri čemu su dostupni podatci za 213 različitih plovila, što je otprilike 4500 zapisa po plovilu, odnosno riječ je o otprilike 950 000 zapisa koje je bilo potrebno obraditi.

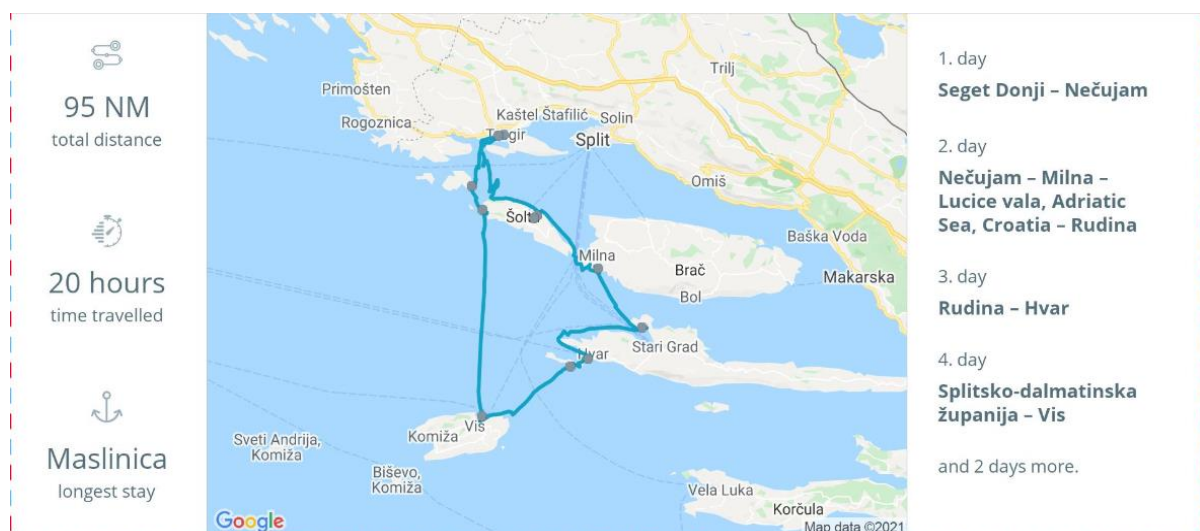
Svi podatci u konačnici daju isti rezultat - rutu broda koju je potrebno rekonstruirati iz podataka. U ovom kontekstu važno je istaknuti kako se formati zapisa razlikuju pa su tako dostupni podatci u formatima *excel*, *gpx* i *csv*. Atributi koji se prate su datum i vrijeme zapisa (UTC), koordinate zemljopisne širine i dužine (engl. *Latitude*, *Longitude*), brzina broda (čvorovi ili m/s) te kurs broda. Pojedini zapisi nemaju sve navedene attribute, već samo osnovne kao što su datum i vrijeme, koordinate i brzina. Vrlo često nedostaje podatak i o brzini broda koji je ključan u drugom dijelu obrade koji uključuje određivanje jedinstvenog putovanja, odnosno putovanja od točke A do točke B.

Za sve navedeno potrebno je kreirati metodologiju za preliminarnu obradu različitih zapisa podataka (engl. *data preprocessing*) prema sljedećim koracima: 1) čišćenje podataka, 2) obrada vrijednosti koje nedostaju; 3) formatiranje podataka; 4) uklanjanje nepotrebnih atributa. Za rekonstrukciju podataka i kreiranje skripte koristilo se računalno razvojno okruženje R. Izvorni kod dostupan je u prilogu 2.

Predprocesiranjem podataka u četiri temeljna koraka, uklanjanjem osobnih podataka, obradom vrijednosti koje nedostaju (primjerice brzina broda), formatiranjem podataka (različiti formati zapisa datuma, različiti formati zapisa zemljopisne širine i dužine) te uklanjanjem nepotrebnih atributa (pozicija uređaja, napon baterije) dobije se inicijalni set podataka koji se može koristiti za krajnji cilj koji uključuje stvarni podatak o količini dnevno generiranih putovanja u ishodištima i dnevno privučenih putovanja u odredištima. Iz navedenog seta ujedno se identificiraju zone privlačenja, odnosno izvorišta i odredišta putovanja.

U koraku koji uključuje čišćenje podataka važno je ukloniti podatke koji su u ovom kontekstu nepotrebni, a to se odnosi na osobne podatke (ime agencije, odnosno broda). Također, tijekom obrade podataka uočeno je da kod pojedinih zapisa u određenom danu i satu nema zabilježenog podataka o primjerice poziciji broda (geografskoj širini i dužini), ili pak postoji situacija kada je jedan cijeli redak prazan. S obzirom na to da su rezolucije dostupnih podataka velike, točnije zapisi su dostupni za svako dvije do pet minuta, navedeni podatci su uklonjeni. Navedeno uklanjanje podataka ni u kakvoj mjeri ne ugrožava krajnje rezultate jer se u dvije ili pet minuta ne može drastično promijeniti pozicija broda.

Nadalje, podatci su bili ustupljeni u različitim formatima i razbacani, stoga ih je bilo potrebno formatirati i sortirati po datumu i vremenu zapisa počevši od najstarijeg do najnovijeg. Problemi su uočeni kod pisanja datuma, zemljopisne širine i dužine te količine informacija u pojedinim ćelijama. Također, s obzirom na različite izvore podataka jasno je da i setovi sirovih podataka nose različite nazive za attribute koji u naravi predstavljaju isto. Stoga je sve attribute trebalo svesti na zajedničke nazive. Na slici 6. prikazan je primjer kretanja jednog plovila na kojem je ugrađen lokator i gdje su podatci o rutama u *gpx* formatu.



Slika 6: Prikaz zapisa s lokatora u *gpx* formatu

Izvor: autorica

Osim navedenog potrebno je napraviti filtriranje podataka prema području interesa. S obzirom na to da su podatci dostupni za sva putovanja na području Republike Hrvatske potrebno je podatke filtrirati za područje interesa, a ono uključuje područje Splitsko-

dalmatinske županije i vanjsku zonu od sjeverne granice Splitsko-dalmatinske županije (SDŽ) do Zadra što bi predstavljalo vanjsku zonu.

Nakon faze predprocesiranja podataka pristupa se samoj obradi podataka i načinu za određivanje jedinstvenog putovanja od točke A do točke B. S obzirom na već istaknutu činjenicu da kod određenih skupina putovanja nedostaju pojedini atributi, za identificiranje jedinstvenih putovanja koristila se sljedeća metodologija:

1) Kod *gpx* datoteka postoji podatak o brzini, ali ne postoji podatak kada je određena brzina bila 0 (to bi značilo da se brod kratko zaustavio ili potencijalno došao do svojeg odredišta). U ovom se slučaju pretpostavilo da putovanje započinje u jednoj točki u tom danu i završava na kraju toga dana (rezolucija podataka je cca 1 minuta). Točnije, kao jedinstveno putovanje gleda se početak i kraj dana. Međutim, ako je razmak između dva zapisa unutar jednog dana veći od 30 minuta tada se ta točka interesa (engl. *Point Of Interest* - POI) označava kao odredište, odnosno ishodište novog putovanja.

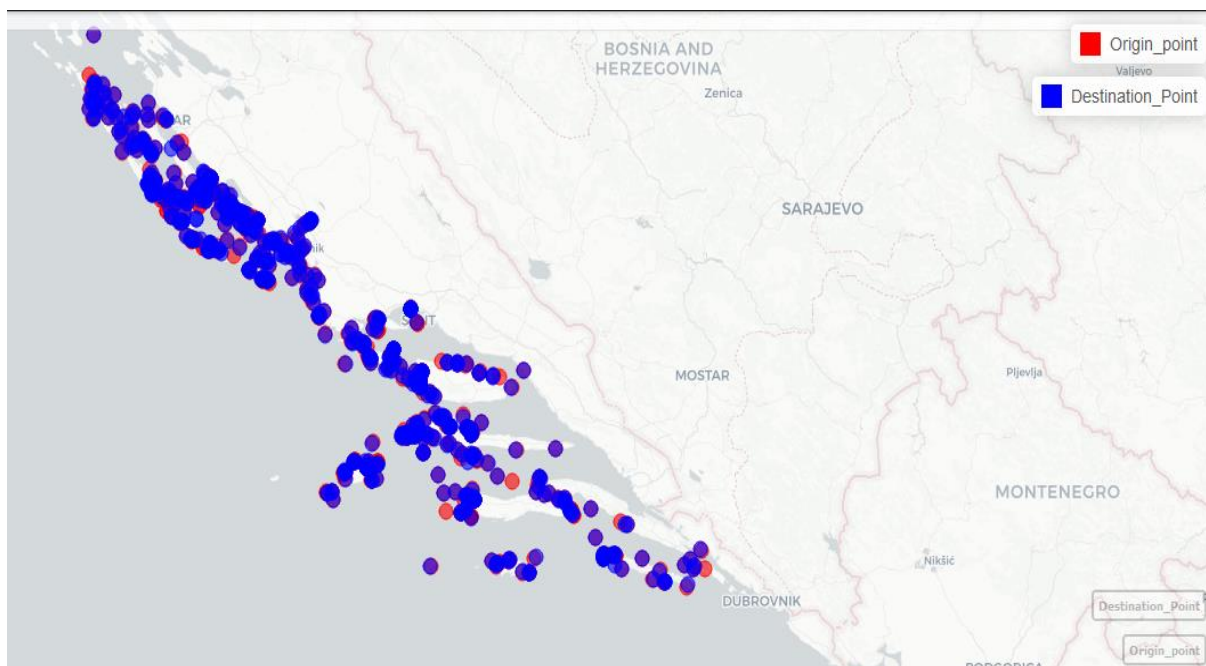
2) Kod *excel* datoteka za koje nije dostupan podatak o brzini kao početak putovanja bilježi se prvi zapis u tom danu, a kraj putovanja (odredište) zadnji je zapis u tom danu. Postoje zapisi iz kojih je vidljivo (bez obzira na to što nema podataka o brzini) da nije bilo pomaka broda u koordinatama ili su pomaci toliko maleni (da ne označavaju prelazak u zonu), tada se kao uvjet uzimao pomak koordinata. U ovom se slučaju gledao prijedeni put, točnije uzimala se udaljenost od početne do najdalje točke koja mora biti veća od 2 NM (uvjet udaljenosti postavljen je na temelju podataka iz ankete o prosječno prijedenoj udaljenosti u danu).

3) Kod *excel* datoteka za koje postoji dostupan podatak o brzini kao početak putovanja uzet je trenutak promjene brzine (brzina mora biti veća od 0), a kraj putovanja (odredište) je u situaciji kada je brzina ponovno 0.

4) Kod *csv* datoteka postojao je zapis o brzini, no tijekom obrade podataka uočene su brojne nelogičnosti. Primjerice, registrirana je plovidba tj. promjena brzine od 0, 5, 6, 0 u 3 sekunde, a prijedeni put u tom je razdoblju 63 milje. Ovdje je uočeno da su na pojedinim mjestima registrirane krive koordinate. Kako bi se riješio navedeni problema, eliminirana su sva putovanja koja su trajala manje od 15 minuta ili su plovili manje od 2 milje. Vrijednost od 15 minuta u ovom je kontekstu optimum da se uz srednju brzinu prijeđu 2 milje.

Nakon određivanja svih putovanja ili preciznije njihovih koordinata ključan je dio identifikacija ishodišta i odredišta putovanja, odnosno njihova identifikaciju u smislu lokacije (koordinata), naziva i tipa POI (luka, uvala, marina). U ovom je kontekstu kreirana tablica svih točaka interesa na području županije s njihovom točnom lokacijom (zemljopisna širina i dužina), nazivom POI-a, lokacijom i tipom POI-a (luke, uvale, marine). Sljedeći korak uključuje pridruživanje pojedinog ishodišta i odredišta određenoj zoni (POI-u) pri čemu se svaka točka jedinstvenog putovanja pridružuje određenom POI-u tako da se uzima najkraća udaljenost od koordinate (ishodišta ili odredišta) do POI-a.

Na slici 7. prikazana su ishodišta i odredišta putovanja na temelju obrađenih podataka s lokatora.



Slika 7: Prikaz ishodišta i odredišta putovanja na temelju obrađenih podataka iz lokatora
Izvor: autorica

Krajnji su rezultat obrade podataka s lokatora identificirane zone privlačenja i stvaranja putovanja te rute kretanja plovila između zona. Upravo se ovi rezultati koriste kod kreiranja geometrije prometne mreže (*linkova* i čvorišta), a dobivena *OD* matrica koristi se kod razdiobe putovanja za određivanje parametra *c* kod gravitacijskog modela. U prilogu 2. prikazana je ishodišno-odredišna matrica dobivena obradom podataka iz lokatora.

4.3. Ostali primarni i sekundarni podatci korišteni za izradu modela

Prethodno su navedeni primarni podaci korišteni za pojedine korake izrade modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu. Jednako tako kao izvori podataka služe i dostupni statistički izvještaji koji uključuju analize prometa, stanje brodogovlja, broj turista, broj marina, broj dostupnih vezova, površinu akvatorija i slično. Osnovni izvor podataka u ovom doktorskom radu čini čitav niz dostupnih statističkih izvještaja iz različitih relevantnih izvora. U tablici 5. sažeto su prikazani korišteni izvori podataka povezani s pojedinim dijelom modela u kojem se primjenjuju.

Tablica 5: Izvori podataka za izradu modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu
Izvor: autorica

IZVOR PODATAKA	DIO MODELA U KOJEM JE PODATAK PRIMIJENJEN
Državni zavod za statistiku [30]	Kreiranje prometne mreže; oblikovanje prijevozne ponude, određivanje kriterija za proračun atraktivnosti.
Hrvatska turistička zajednica [38], [39], [43], [44]	Generiranje putovanja, proračun produkcije na temelju regresijske analize.

Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture [45]	Generiranje putovanja, proračun produkcije na temelju regresijske analize.
Institut za turizam - Tomas nautika jahting [80]	Generiranje putovanja, proračun produkcije na temelju regresijske analize te proračun atraktivnosti.
Odjel za pomorstvo Splitsko-dalmatinske županije [100]	Kreiranje prometne mreže, identifikacija zona generiranja i privlačenja putovanja.
Podatci Lučke uprave Splitsko- dalmatinske županije te marina s područja interesa [101]	Dva skupa nezavisnih podataka: 1. skup za generiranje putovanja, za proračun frekvencije putovanja iz pojedine zone, 2. skup za broj uplova za korekciju matrice distribucije korištenjem neizrazite logike.
Hrvatska gospodarska komora [102], [103]	Generiranje putovanja, određivanje kriterija za proračun atraktivnosti.
Informacijski sustav zaštite prirode - Bioportal [104]	Generiranje putovanja, određivanje kriterija za proračun atraktivnosti.
Međunarodna udruge za očuvanje prirode i prirodnih bogatstava [105], [106]	Distribucija putovanja. Uključivanje atributa utjecaja na okoliš – prijedlog metodološkog okvira za penalizaciju zaštićenih područja.

Način primjene i ugrađivanje svakog od navedenih dijelova primarnih i sekundarnih podataka u pojedini korak modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu detaljnije se pojašnjava u poglavlju 5.

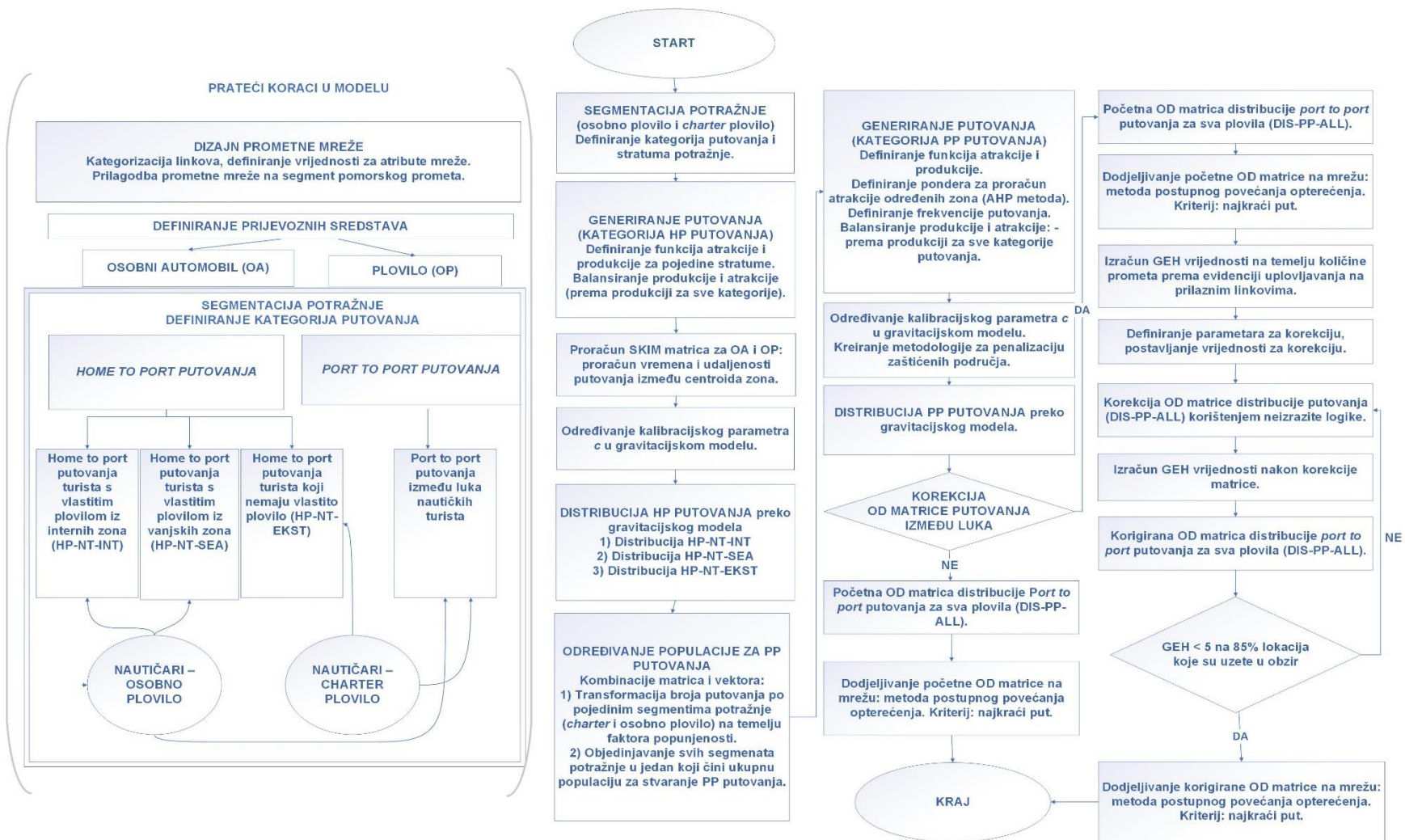
5. METODOLOGIJA IZRADE MODELA

Ovo poglavlje čini okosnicu samog rada s obzirom na to da se unutar njega definira i razrađuje metodologija koja se primjenjuje u modelu. Za izradu prometnog modela koristi se računalni alat PTV VISUM koji se inače upotrebljava za izradu makroskopskih modela [107].

Na dijagramu toka (slika 8.) prikazani su koraci za koje se razvija metodološki okvir. Na lijevom dijelu dijagrama prikazani su predkoraci unutar samog modela koji ujedno predstavljaju važan aspekt za funkcioniranje modela. Prateći koraci u modelu uključuju dizajn prometne mreže i prilagodbu prometne mreže na pomorski promet u čemu je ključna stavka kategorizacija morskih *linkova* i kalibracija brzine na *linkovima* te definiranje prijevoznih sredstava. Važna stavka ujedno je i segmentacija potražnje, točnije definiranje kategorija putovanja koja se modeliraju.

Na desnom dijelu dijagrama toka koji čini srž ovog rada predstavljeni su pojedinačni koraci unutar razvijenog modela. Nakon početnih predkoraka, segmentacije potražnje i definiranja kategorija putovanja kreirane su procedure za generiranje početnih putovanja nautičkih turista. Ključan aspekt kod generiranja putovanja čini korak koji uključuje definiranje funkcija produkcije i atrakcije. Nadalje, kako bi se mogla napraviti distribucija putovanja, važna je stavka definiranje funkcije impedancije te proračun kalibracijskog parametra unutar gravitacijskog modela. Po definiranju navedenih stavki kreirane su procedure za distribuciju početnih putovanja od kuće do luke. Sljedećim korakom na dijagramu toka, a koji uključuje transformaciju putovanja na temelju faktora popunjenosti za svaki pojedini segment potražnje i njihovim objedinjavanjem u jedan mod, dobivena je ukupna populacija koja sudjeluje u putovanjima između luka. Na ovaj način dobiven je ulazni podatak ključan za korak generiranja putovanja između luka. Kod definiranja funkcija produkcije i atrakcije potrebno je napraviti proračun frekvencije putovanja između luka te definirati koji sve parametri utječu na funkciju atrakcije. Sljedeći korak na dijagramu toka uključuje distribuciju putovanja između luka. Jednako kao i kod distribucije početnih putovanja, kako bi se mogao napraviti korak distribucije putovanja između luka, potrebno je napraviti proračun kalibracijske konstante u gravitacijskom modelu. Dodatan aspekt ovog dijela uključuje i definiranje metodološkog okvira za penalizaciju zaštićenih područja. Nakon distribucije putovanja između luka preko gravitacijskog modela, modelom je kreirana mogućnost korekcije izvorišno-odredišne matrice putovanja neizravnom logikom. Koristeći se podacima lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima* napravljen je GEH test. U konačnici nakon provedene korekcije OD matrice i po dobivenim rezultatima radi se dodjeljivanje putovanja na mrežu metodom postupnog povećanja opterećenja pri čemu je kriterij najkraći put.

Niže se u radu i razvijenom metodologijom detaljnije objašnjava svaka aktivnost unutar samog modela.



Slika 8: Dijagram toka razvijenog modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu

Izvor: autorica

5.1. Dizajn prometne mreže

Prvi korak prije početka izrade modela uključuje definiranje elemenata prometne mreže, veza, čvorova te zona. S obzirom na to da se radi prilagodba klasičnih metoda koje se koriste u modeliranju prometa na pomorski promet, potrebno je istaknuti specifičnosti i način prilagodbe elemenata modela na pomorski promet i segment nautičkog turizma.

5.1.1. Definiranje atributa pojedinih zona

Kako bi se na pravilan način identificirale zone i prateći atributi u nautičkom turizmu, odnosno rekreacijske plovidbe, korišteni su različiti izvori podataka. Postavljajući pitanje što sve može predstavljati, odnosno predstavlja zonu u pomorskom prometu, odgovor je vrlo jasan: svaka luka, lučica, marina ili pak sidrište na kojem se obavlja određena aktivnost (kupanje, sunčanje, privez) može biti i jest zona. Stoga je razvidno da se u dijelu rekreacijske plovidbe kao zone mogu identificirati luke, marine, uvale i sidrišta.

Nadalje, za identifikaciju zona u modelu ovoga rada korišteni su podatci prikupljeni anketom, lokatorima te podatci Turističke zajednice o broju nautičkih gostiju u pojedinim lukama, marinama i sidrištima i to za 2021., 2022. i 2023. godinu.

Za svaku pojedinu zonu važno je definirati attribute koji je opisuju. U kontekstu rekreacijske plovidbe može se identificirati više atributa koji su značajni za opisivanje i prikaz same zone. Analogijom koja se koristi u prometnom modeliranju, slično se definiraju i atributi za pojedine zone u rekreacijskoj plovidbi. Neke su zone veći atraktori putovanja, dok su neke zone veći produktori putovanja. Slijedom navedenog neki od prepoznatih atributa značajni su za proračun produkcije putovanja, dok su neki atributi uključeni pri definiranju čimbenika koji utječu na atrakciju.

Atributi značajni za zone u pomorskom prometu - dijelu nautičkog turizma su: broj vezova, broj sidrenih mjesta (plutača), površina akvatorija, površina općine kojoj zona pripada, broj stalnih postelja u općini/zoni, broj dolazaka i noćenja turista nautičara u zoni, broj dolazaka turista u općini kojoj zona pripada, broj restorana, broj kafića i slastičarnica, broj disko barova, benzinska crpka, postojanje strogih uvjeta - formalne procedure (koje potencijalno mogu odagnati nautičara da odabere destinaciju), postojanje prirodnih i kulturnih atrakcija u zoni, festivalske manifestacije, prometna povezanost destinacije kao luke odakle će započeti putovanje (cesta, avion), prihvatni kapacitet po duljini plovila i gazu, dostupnost plovila (mogućnost *chartera*).

Uz navedene, postoje i atributi, odnosno značajke zone koje su vezane uz tzv. ekološku komponentu, odnosno povezane su s aspektom utjecaja nautičkog turizma na okoliš. Navedeni ekološki atributi opisani su u potpoglavlju 5.5.1.1.

U prikazu zona (luka) u računalnom programu luke se tretiraju kao centri, pri čemu se svaka zona na prometnu mrežu priključuje konektorom. U kontekstu pomorskog prometa konektori predstavljaju dijelove puta od točke ulaska u akvatorij do samog privezišta pri čemu se u modelu privezišta tretiraju kao vezovi unutar akvatorija. Prvi *link*/čvorište u modelu nalazi

se u akvatoriju i upravo konektor predstavlja poveznicu između tog prvog *linka*/čvorišta i veza za plovilo. U kontekstu vremena putovanja konektori obuhvaćaju vrijeme koje je potrebno za privezivanje, odvezivanje i manevriranje unutar luke.

5.1.2. Prilagodba prometne mreže za rekreacijsku plovidbu

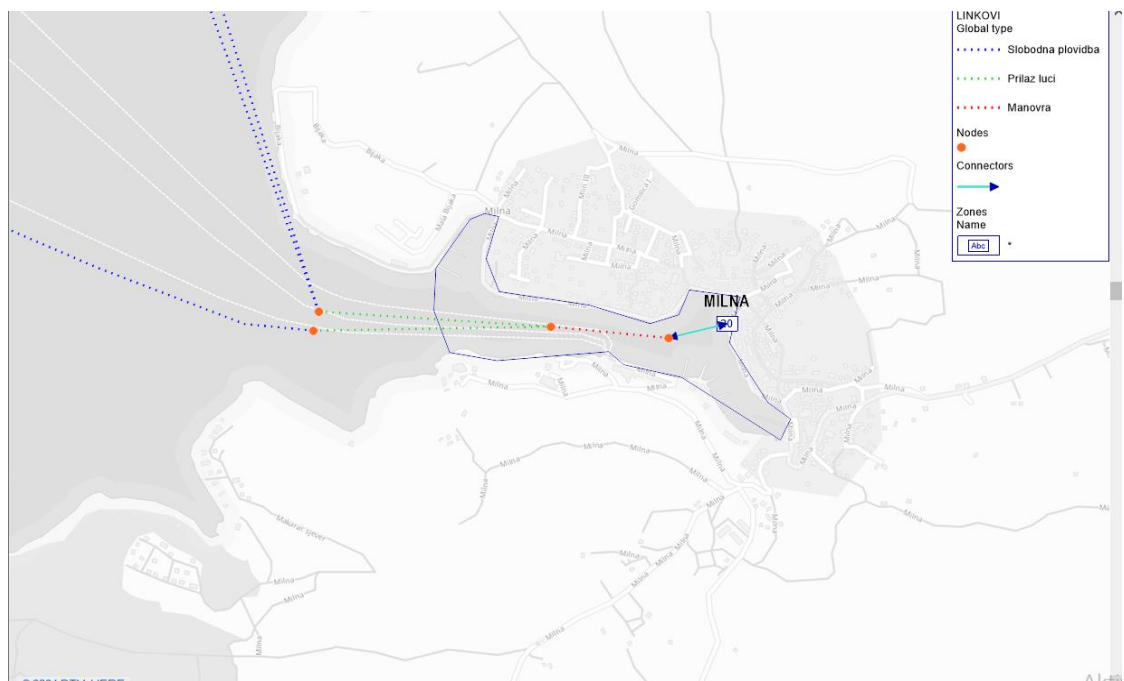
Linkovi u pomorskom prometu predstavljaju pomorske rute kojima brodovi plove. U ovom kontekstu odmah se može primijetiti kako more nema tipična prostorna ograničenja za razliku od kopnenih prometnica te da teoretski postoji bezbroj mogućih ruta kojima se može doći od točke A do točke B. S obzirom na to da na moru nema klasičnih infrastrukturnih ograničenja, a u pravilu nema ni ograničenja kapaciteta (osim u tjesnacima i na prilazima lukama), brodovi uglavnom i gotovo uvijek slijede iste rute plovidbe [51], [108].

Nadalje, svaki *link* ima svoja obilježja i attribute koji ga definiraju. Za razliku od modela koji se primjenjuju primjerice u cestovnom prometu, u pomorskom prometu, a posebno u rekreacijskoj plovidbi nisu napravljene analize koje bi uzimale u obzir reduciranje brzine putovanja uslijed ograničenja kapaciteta na nekom objektu odnosno dionici puta tj. utjecaj veličine prometnog toka na kašnjenje. Stoga, pretpostavlja se da će se promet brodova odvijati brzinom v_0 tj. brzinom slobodnog toka.

Dakle, kao što se razlikuju tipovi prometnica, razlikuju se i tipovi *linkova* u pomorskom prometu. U ovom kontekstu mogu se razlučiti tri glavna tipa *linka* u pomorskom prometu:

- 1) *link* u slobodnoj plovidbi
- 2) *link* prilaza luci
- 3) *link* u manevriranju.

Slika 9. prikazuje tipove *linkova* kreirane za potrebe makroskopskog modela.

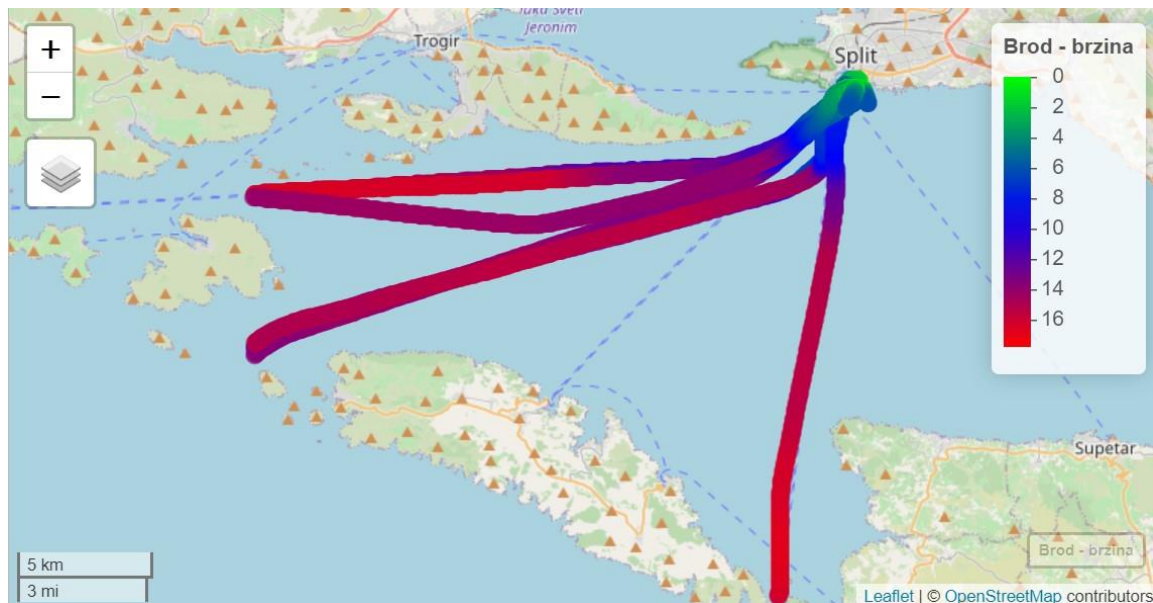


Slika 9: Prikaz tipova *linkova*

Izvor: autorica

5.1.2.1. Kalibracija brzine na *linkovima*

Svaki od navedenih tipova *linkova* ima prateće atribute koji ga određuju, a to su redom: broj prometnih traka (*NumLanes*), brzina slobodnog toka (*VoPrT*), propusna moć po traku (*CapPrT*) pri čemu je zasigurno najizazovnije odrediti brzine na *linkovima*. Kako bi se odredile brzine na *linkovima* korišteni su podaci prikupljeni s AIS uređaja koji je instaliran na Pomorskom fakultetu u Splitu. Opseg dometa navedenog uređaja uključuje područje Splitskog kanala (slika 10.)



Slika 10: Obradeni podaci s AIS uređaja za potrebe definiranja brzine na *linkovima* u kontekstu pomorskog prometa

Izvor: autorica

Prikupljeni podaci odnose se na cijelu 2019. godinu, a detaljno su obrađeni u istraživanju [109] pri čemu se za određivanje brzina na vezama koriste samo podaci koji se odnose na kategorije plovila (engl. *pleasure craft, high speed crafts*), a riječ je o ukupno 136 plovila. Nadalje, razlikuju se tri načina plovidbe u kojima brod postiže i ima različitu brzinu, a oni uključuju tzv. *hotelling, cruising i manouvering*. Prikupljeni podaci sortirani su prema načinima plovidbe pri čemu su za određivanje brzine na *linkovima* napravljeni prosjeci, odnosno srednje vrijednosti brzina u normalnim vremenskim uvjetima u navedenom geografskom području. Slijedom navedenog, a služeći se podacima istraživanja [109], definirane su sljedeće brzine (prosjeci) na svakom pojedinom tipu *linka* u oba smjera za kategorije rekreacijskih plovila pri čemu je za potrebe modela brzina izražena u km/h, umjesto u čvorovima (nautička milja/h) [109]:

- 1) *link* u slobodnoj plovidbi: 20 km/h,
- 2) *link* prilaza luci: 9 km/h,
- 3) *link* u manevriranju: 3 km/h.

Uz definiranje brzine na *linkovima*, potrebno je odrediti i tzv. broj traka te kapacitete svakog pojedinog *linka*. S obzirom na to da more nije strogo ograničeno, za kapacitete *linkova*, odnosno propusnu moć *linkova* po traku (broj plovila po satu), postavljena je velika cjelobrojna konstanta, osim kod određivanja propusne moći *linka* u manevriranju gdje je uzeto u obzir prosječno vrijeme manevriranja broda. Osim navedenog potrebno je istaknuti i *VD* funkciju, odnosno funkciju kojom se opisuje stanje odnosa volumena i kašnjenja, točnije promjena vremena putovanja s obzirom na količinu vozila (prometno opterećenje). Za potrebe ovog modela postavlja se vrijednost $v_0=v_{cur}$.

Osim tzv. „morskih *linkova*“ kreirane su i kopnene prometnice između eksternih zona na kopnu i pojedinih unutarnjih zona. Kopneni *linkovi* kreirani su zbog dijela potražnje koja uključuje turiste koji nemaju vlastito plovilo, odnosno koji unajmljuju *charter* plovilo te do određene luke u kojoj će iznajmiti plovilo dolaze automobilom. Uz navedeno kreiran je i poseban tzv. trajektni *link* za one otočne zone u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila, ali da bi se došlo do njih potrebno je kombinirati prijevozna sredstva. Trajektni *linkovi* definirani su za one zone u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila i za koje je uspostavljena trajektna linija. Ako do određene zone u kojoj postoji mogućnost najma *charter* plovila nema direktne trajektne linije, tada se uzimala najbliža zona u kojoj postoji trajektna linija. Po definiranju trajektnog *linka* do najbliže zone, a kako bi se uspostavila veza do otočne zone u kojoj postoji mogućnost najma *charter* plovila kreirane su unutarnje kopnene prometnice.

Nakon definiranja *linkova* i pratećih atributa, potrebno je definirati čvorišta. U cestovnom prometu to su raskrižja, dok bi u pomorskom prometu čvorišta bila mjesta promjene kursa na pojedinom *linku*. Za određivanje čvorišta na pojedinim rutama koristilo se nekoliko dostupnih izvora, a to su: obrađeni podatci iz provedene ankete, obrađeni podatci iz lokatora te C-MAP aplikacija [110].

Također, čvorišta, odnosno raskrižja u cestovnom prometu su predefinicirana, odnosno točno ograničena i označena te na odgovarajući način regulirana prometnom signalizacijom. U pomorskom prometu barem kad su u pitanju međutočke u plovidbi otvorenim morem nema takvih ograničenja. Točnije, kada brod dođe do određene međutočke može izabrati bilo koji smjer kretanja. Stoga je definiranje čvorišta za pomorski promet puno jednostavnije. Na slici 9. čvorišta su označena narančastom bojom. Pored čvorišta, važan dio prometne mreže predstavljaju konektori, odnosno poveznice između prvog *linka*/čvorišta i samog veza za plovilo.

5.2. Segmentacija potražnje

Prema dijagramu toka istaknutom na slici 8. sljedeći korak uključuje segmentaciju potražnje. U modelu ovog rada potražnja (engl. *demand segments*) je segmentirana u dvije glavne kategorije:

1) **Nautičari koji unajmljuju *charter* plovilo:** turisti koji nemaju vlastito plovilo, odnosno unajmljuju *charter* plovilo za svoje putovanje.

2) **Nautičari s vlastitim plovilom:** turisti koji posjeduju svoje plovilo i koriste ga za putovanja.

Osim osnovne stavke koja je vezana uz posjedovanje plovila, ono što dodatno treba istaknuti u dijelu potražnje jest broj osoba koji borave na plovilu. U odnosu na dio nautičara s vlastitim plovilom, kod dijela nautičara koji unajmljuju *charter* plovilo veći je broj ljudi koji borave na plovilu, što ujedno predstavlja veći faktor popunjenosti. Ova je stavka povezana s korakom dodjeljivanja putovanja i ključan je korak za pravilnu procjenu prometnog opterećenja na mreži.

Oslanjajući se na razvijene dijelove potražnje, a s obzirom na specifičnost modela potrebno je istaknuti razvijene vrste prijevoznih sredstava (engl. *transport systems*). Prijevozna sredstva u kontekstu pomorskog prometa mogu se kategorizirati na više načina (primjerice: katamarani, jahte, jedrenjaci, megajahte, plovila duljine do 12 m, plovila duljine do 15 m i sl.). Uzimajući u obzir činjenicu da se prvi puta kreira metodologija za model prijevozne potražnje u nautičkom turizmu te na činjenicu da ne postoji dostupan podatak o potražnji koja je strukturirana prema vrsti plovila, u ovom radu prijevozna sredstva čine osobno plovilo (OP) i osobni automobil (OA).

Kada se navedeni dijelovi potražnje zajedno s vrstama prijevoznih sredstava stave u kontekst kategorija putovanja, tada se u ovom modelu razlučuju sljedeće kategorije putovanja:

Putovanja od kuće do luke - *Home to Port (HP)* putovanja

Putovanja kategorije *Home to Port* predstavljaju početna putovanja turista koji iz vanjskih zona potražnje (odnosno vlastitog kućanstva) kreću prema lukama koje predstavljaju početne točke njihovih daljnjih putovanja na moru. Kategorija HP putovanja odnosi se na fazu dolaska turista u luku, odnosno putovanje od njihova doma do luke, što može uključivati prijevoz automobilom, zrakoplovom, plovilom ili pak drugim prijevoznim sredstvima. U kontekstu ovog modela nautičari kao prijevozno sredstvo do luke koriste automobil ili pak vlastito plovilo.

U ovom slučaju, kod produkcije putovanja i kategorije *Home to Port* treba razlučiti koje sve kategorije ulaze u HP putovanja. U ovom dijelu razlikuju se tri stratum potražnje:

- Prvi stratum potražnje - ujedno i najveći, jesu turisti koji dolaze kopnom iz vanjskih zona potražnje. Njihove su zone atrakcije luke nautičkog turizma u kojima se unajmljuju plovila – marine. Navedena populacija predstavlja dio nautičkog *chartera* (NTCH).

- Jedna grupa nautičkih turista može stići u ciljano područje vlastitim plovilom. U tom slučaju ne radi se o klasičnim *Home to Port* putovanjima, ali se zone produkcije nalaze izvan područja modela pa su putovanja prikazana kao *Home to Port* iz eksterne zone s centroidima lociranima na otvorenom moru.

- Treći stratum potražnje predstavljaju turisti s vlastitim plovilom. Njihove zone produkcije *Home to Port* putovanja interne su zone u kojima stalno ili povremeno borave ili dolaze automobilom iz internih zona u zone atrakcije. Zone atrakcije ove skupine su luke u kojima imaju vlastito plovilo ili vez. Pri tome treba naglasiti da se tu radi o svim lukama, odnosno lukama otvorenim za javni promet.

Upravo navedena kategorija HP putovanja predstavlja inicijalni korak kojim se definira (razvija) populacija koja kreira putovanja, odnosno prometni tok plovilima u nautičkom turizmu. U kategoriji HP putovanja, kreiranjem i analizom distribucijskih matrica prikazuje se način kojim turisti stižu u luke iz različitih zona te na taj način tvore ukupnu populaciju koja kreira putovanja između luka.

Putovanja između luka - *Port to Port (PP)* putovanja

Fokus ovog rada predstavljaju PP putovanja pri čemu se kategorija *Port to Port* putovanja odnosi na kretanja između luka unutar analiziranog područja, gdje su i početne i krajnje točke putovanja unutar istog promatranog područja. Nakon početne, inicijalne faze u HP putovanjima kojom se razvila populacija koja kreira putovanja, nautičari prelaze na sljedeću fazu, odnosno putovanja između luka. Temeljni ulazni podatak za proračun produkcije putovanja kod PP putovanja čine prethodno generirane distribucijske matrice iz kategorije HP putovanja kao i podatak o frekvenciji putovanja po svakoj pojedinoj zoni. S obzirom na to da svaki dio potražnje ima različit faktor popunjenosti (procjena stvarnog broja putnika koji putuju unutar plovila) prvenstveno je potrebno prilagoditi distribucijske matrice specifičnim karakteristikama svakog segmenta potražnje (turisti koji unajmljuju *charter* plovilo i turisti koji imaju vlastito plovilo). Pretvorbom distribucijske matrice svakog segmenta potražnje na temelju faktora popunjenosti dobiju se nove distribucijske matrice koje oslikavaju stvarno stanje po svakom pojedinom segmentu potražnje. Objedinjavanjem distribucijskih matrica u jedan mod dobije se ukupna populacija koja sudjeluje u putovanjima između luka. Drugi je ključan podatak za formiranje prometnog toka između luka vrijednost frekvencije putovanja koje se razlikuju po svakoj zoni, a odnosi se na prosječan broj putovanja koji nautičar obavi između određenih luka u određenom vremenskom razdoblju. Upravo je ovaj podatak važan u kontekstu razumijevanja intenziteta prometa između luka. Na temelju objedinjenih distribucijskih matrica HP putovanja te frekvencije putovanja dobije se podatak o produkciji putovanja između luka.

Putovanja od luke do kuće - *Port to Home (PH)* putovanja

Putovanja od luke prema kući predstavljaju povratna, odnosno izlazna putovanja te su u suštini zrcalna slika inicijalnih HP putovanja. Gledajući širi kontekst modeliranja prometnih tokova, ovom kategorijom putovanja zapravo se zatvara krug putovanja te se dobiva potpuna slika kretanja nautičkih turista. S obzirom na to da je fokus ovog modela na razvijanju populacije koja kreira putovanja između luka, te samim PP putovanjima, rezultati ove kategorije putovanja neće se prikazivati.

5.3. Kreiranje populacije za izradu modela prometnih tokova nautičkih plovila

Kako bi se mogao razviti model prometnih tokova za plovila u nautičkom turizmu ključna je stavka dio vezan za kreiranje, odnosno stvaranje populacije koja sudjeluje u navedenim putovanjima, odnosno realizira putovanja.

U ovom kontekstu prvu stavku za generiranje populacije čine tzv. *Home to Port putovanja*, odnosno početna putovanja turista koji iz vanjskih zona potražnje kreću prema lukama koje zatim predstavljaju početne točke njihovih daljnjih putovanja na moru. Ukupno tri stratuma sudjeluju u generiranju HP putovanja (HP-NT-INT, HP-NT-SEA, HP-NT-EKST).

Jednako tako, potrebno je istaknuti kako je vremenski okvir za koji se razvija model jedan mjesec. Odnosno svi proračuni i kalkulacije vezane uz svaki korak razvijenog modela rade se agregirano na razini jednog mjeseca.

5.3.1. Generiranje *Home to Port* putovanja

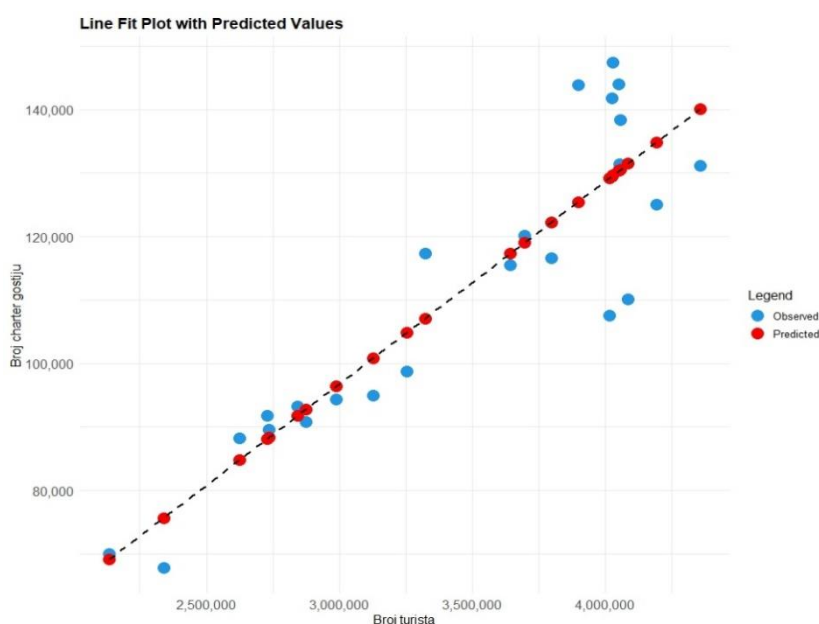
Ključan je korak kod generiranja putovanja definiranje funkcija produkcije i atrakcije pri čemu se za određivanje funkcije produkcije mogu koristiti regresijska i kategorijska analiza. U ovom radu odabran je pristup koji uključuje proračun produkcije putovanja na temelju regresijske jednadžbe unutar koje je potrebno definirati zavisnu i nezavisnu varijablu.

Ministarstvo turizma statistički prati samo komercijalne dolaske i noćenja turista nautičara i to tako da nautičari kada prvi put uđu u zemlju i krenu na putovanje prva prijava u luci računa se u dolaske, a svako iduće putovanje, odnosno boravci u lukama gledaju se noćenjima. U ovaj statistički podatak ubrajaju se i turisti koji borave na turističkim izletničkim brodovima (mini krstarenjima) [30]. S druge pak strane, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture prikuplja podatke i daje statističke izvještaje o broju najмова plovila, broju izdanih prijava dolazaka stranih jahti i brodica kao i izvršenih produženja te broju *charter* gostiju [44]. Kako Ministarstvo turizma objedinjuje podatke koji uključuju i turističke izletničke brodove, a koji čine značajan udio u ukupnom broju turista, kao relevantan uzlazan podatak koristi se onaj koji prikuplja Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture [44]. Preciznije za glavnu, odnosno zavisnu varijablu odabran je statistički podatak o broju *charter* gostiju na razini Republike Hrvatske. *Charter* gosti zatim su stavljeni u odnos s ukupnim brojem turista u svim primorskim županijama. Podatak o broju turista po primorskim županijama preuzet je od Ministarstva turizma. Riječ je o podacima koji su predstavljeni u tablici 2., u potpoglavlju 3.1.2.

Modelom se postavlja pretpostavka da su podatci o *charter* gostima i ukupan broj turista potpuno nezavisni skupovi podataka, što znači da nemaju zajedničkih elemenata. Točnije, u kontekstu ovog modela vrijedi pretpostavka kako podatci o broju *charter* gostiju koji se koriste kao zavisna varijabla kod proračuna regresijske jednadžbe nisu sadržani u nezavisnoj varijabli ukupnog broja turista po primorskim županijama. Navedena pretpostavka se izvodi na temelju činjenice da su podatci prikupljeni od različitih referentnih tijela, odnosno različitom metodologijom praćenja i obrade podataka. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture prikuplja podatke na temelju lista posade u koje je posada dužna navoditi, odnosno unositi datume ukrcaja i iskrcaja posade, broj putnika, kao i ukupan broj noćenja. S druge pak strane, Ministarstvo turizma prikuplja podatke na temelju naplaćenih turističkih pristojbi koje se mogu plaćati paušalno za cijelo putovanje ili po danima. Jednako tako, ako se promatra vremensko razdoblje, riječ je o dvanaestogodišnjem razdoblju za koje je vidljivo da je riječ o relativno malom udjelu, točnije udio *charter* turista u ukupnom broju turista u tom razdoblju iznosi oko 3%.

5.3.1.1. Regresijska analiza za proračun produkcije putovanja kod *Home to Port putovanja*

Regresijska analiza napravljena je uz pomoć računalnog razvojnog okruženja R (izvorni kod dostupan je u prilogu 5.), a na grafikonu 4. prikazan je međuodnos zavisne i nezavisne varijable tj. broja turista i broja *charter* gostiju preko dijagrama raspršenja koji je dobiven kao krajnji rezultat provedene regresijske analize.



Grafikon 4: Međuodnos broja turista i broja *charter* gostiju prikazan preko dijagrama raspršenja

Izvor: autorica

Niže slijede vrijednosti koeficijenata za odabrane varijable (prikazani rezultati regresije u tablici 6.) te vrijednosti R , R^2 i p vrijednost te u konačnici jednadžba za proračun produkcije putovanja kod kategorije *Home to Port* putovanja. Postavlja se prag značajnosti od 0,05.

Tablica 6: Rezultati regresije za produkciju *Home to Port* putovanja

Izvor: autorica

Statistika regresije	
Višestruki R	0,897235
Koeficijent determinacije (R^2)	0,805031
Prilagođeni R^2	0,796169
Standardna pogreška	10614,5
Broj jedinica promatranja	24
Analiza varijance –ANOVA	

	<i>Stupnjevi slobode (df)</i>	<i>Zbrojevi kvadrata odstupanja (SS)</i>	<i>Sredine kvadrata (MS)</i>	<i>F-test</i>	<i>Značajnost F-testa</i>
Regresija	1	1,02E+10	1,02E+10	90,83858	2,87E-09
Rezidual	22	2,48E+09	1,13E+08		
Ukupno	23	1,27E+10			
Rezultati procjene regresijske jednadžbe					
	<i>Koeficijent</i>	<i>Standardna pogreška</i>	<i>t test</i>	<i>P vrijednost</i>	
Konstanta	881,8175	11778,41	0,074867	0,940997	
Broj turista	0,03196	0,003353	9,530927	2,87E-09	

Iz dobivenih rezultata vidljivo je kako vrijednost koeficijenta determinacije R^2 iznosi 0,805031, a kao što je prethodno napomenuto, veća vrijednost koeficijenta determinacije predstavlja reprezentativnije rezultate regresije. P vrijednost je niža od postavljenog praga značajnosti 0,05 čime se nulta hipoteza može odbaciti u korist alternativne hipoteze.

Produkcija putovanja za početna, tzv. *Home to Port* putovanja može se iskazati sljedećom jednadžbom:

$$\text{Broj charter turista } (y) = 881,8175 + 0,03196 \cdot \text{Broj turista} \quad (19)$$

gdje je:

y - zavisna varijabla i predstavlja broj nautičkih turista u charteru,

Broj turista – ukupan broj turista u općini/županiji kojoj određena zona pripada.

U skladu s dostupnim podacima [80], a s obzirom na činjenicu da 60 % svih gostiju u nautičkom turizmu čine *charter* gosti, a ostatak su nautičari s osobnim plovilom, izvodi se sljedeća pretpostavka:

z - ukupan broj svih turista nautičara, pri čemu je:

x - broj nautičkih turista s osobnim plovilom

y - broj nautičkih turista koji unajmljuju charter plovilo.

Na temelju navedenih pretpostavki, vrijede sljedeće formule:

$$x + y = z \quad (20)$$

Za konkretan slučaj modela, a na temelju dostupnih podataka vezanih uz raspodjelu ukupne potražnje u nautičkom turizmu [80], vrijedi da je:

$$z = \frac{2}{5}x + \frac{3}{5}y \quad (21)$$

Nakon što su dobiveni rezultati o broju nautičkih turista koji unajmljuju *charter* plovila regresijskom jednadžbom, izvodi se sljedeća formula za izračun populacije nautičara na osobnim plovilima, a koja glasi:

$$x = \frac{\%udio\ osoba\ na\ vlastitom\ plovilu}{\%udio\ osoba\ koji\ unajmljuju\ charter} * y \quad (22)$$

gdje je:

x - broj nautičkih turista s osobnim plovilom

y - broj nautičkih turista koji unajmljuju *charter* plovilo

% udio osoba na vlastitom plovilu - podatak dostupan od referentnog tijela o udjelu osoba koje koriste vlastito plovilo

% udio osoba koji unajmljuju charter plovilo - podatak dostupan od strane referentnog tijela o udjelu osoba koje unajmljuju *charter* plovilo

Iz navedene formule izvodi se proračun broja turista koji imaju osobno plovilo i svoja putovanja ostvaruju iz bilo koje od unutarnjih ili vanjskih zona na kopnu. U konkretnom slučaju modela, u skladu s [80], kao postotni udio osoba na vlastitom plovilu koristi se udio od 40 %, odnosno 60 % je udio osoba koje unajmljuju *charter* plovilo.

5.3.1.2. Definiranje kriterija za određivanje atraktivnosti pojedinih područja za kategoriju *Home to Port* putovanja

Na atraktivnost pojedinog područja, odnosno zone utječu razni čimbenici pri čemu se čimbenici atrakcije najčešće baziraju na značajkama zemljišta pojedine zone, odnosno na komercijalnim, industrijskim i drugim funkcijama zemljišta [18]. Atraktivnost se obično vezuje uz kapacitete (primjerice broj radnih mjesta, broj upisnih kvota u škola, broj trgovina u trgovačkim centrima).

Zone privlačenja putovanja u pomorskom prometu, odnosno nautičkom turizmu jesu: marine, luke, lučice, uvale, sidrišta i sidrena mjesta (plutače). U kontekstu određivanja atributa koji utječu na atrakciju u nautičkom turizmu u obzir se može uzeti više čimbenika koji mogu utjecati na to da pojedini turist nautičar odabere pojedinu zonu kao odredište.

Mogu se istaknuti sljedeći čimbenici koji imaju utjecaj na atraktivnost/privlačenje putovanja : broj vezova, broj sidrenih mjesta (plutača), broj restorana, broj kafića i slastičarnica, broj disko barova, benzinska crpka, postojanje strogih uvjeta - formalne procedure (koje potencijalno mogu odagnati nautičara da odabere destinaciju), postojanje prirodnih i kulturnih atrakcija u zoni, festivalske manifestacije, prometna povezanost destinacije kao luke odakle će započeti putovanje (cesta, avion), prihvatni kapacitet po duljini plovila i gazu, dostupnost plovila (mogućnost *chartera*).

Jedan od ključnih čimbenika zasigurno je broj vezova, odnosno dostupnost veza u pojedinoj lokaciji koja se bira kao odredište. S obzirom na gore utvrđene čimbenike, potrebno je identificirati one koji u velikoj mjeri zaista imaju utjecaj na odabir pojedine destinacije. S

obzirom na specifičnost samog modela, po svakom pojedinom stratumu potražnje razlikuju se i strukturni parametri atrakcije.

Kada se promatra stratum potražnje HP-NT-EKST, odnosno turisti koji nemaju vlastito plovilo te unajmljuju *charter* plovilo, tada su u kategoriji HP putovanja zone atrakcije one luke, odnosno marine u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila. U ovom kontekstu treba istaknuti kako nemaju sve zone jednake mogućnost najma *charter* plovila, a u obzir treba uzeti i činjenicu da postoji mogućnost najma *charter* plovila i na otocima. Za otoke na kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila potrebno je kreirati poseban trajektni *link*. S obzirom na to da je broj plovila za najam na otocima zasigurno manji nego li u velikim zonama na kopnu, potrebno je razmotriti i uvođenje posebnog koeficijenta atraktivnosti za otočne zone, označenog kao [PONDERCHART]. Primjenom ovog koeficijenta osigurava se distribucija određenog broja HP putovanja na manje otočne zone, a čime se u konačnici osigurava ravnomjernija distribucija nautičkog prometa. S obzirom na to da je iznimno mali broj plovila dostupan za najam u otočnim destinacijama, *ponder* je potrebno kalibrirati tako da maksimalna vrijednost kojom se množi broj *charter* vezova u određenoj otočnoj destinaciji ne prelazi 10 % vrijednosti od najvećeg broja *charter* vezova koji je dostupan za najam.

Kod stratuma HP-NT-SEA, te stratuma HP-NT-INT, odnosno turista koji imaju vlastito plovilo i njime dolaze iz eksterne zone na moru ili pak drže plovilo na vezu u nekoj od internih zona, zone atrakcije su sve one zone, odnosno luke i marine u kojima postoji mogućnost najma veza. U ovom kontekstu, veći broj vezova često implicira veću sposobnost, odnosno mogućnost smještaja većeg broja plovila. Osim veza, privlačnost određene destinacije može biti uvećana i blizinom prirodnih ili kulturnih znamenitosti. Ovaj *ponder*, označen kao [PonderPOI] uključuje blizinu prirodnih ili kulturnih znamenitosti.

5.3.2. Distribucija *Home to Port* putovanja

Nakon definiranja funkcija za proračun produkcije i atrakcije po definiranim zonama te usklađivanja (balansiranja) matrica po produkciji započinje korak distribucije putovanja, odnosno gradi se gravitacijski model, pri čemu se za vrijednost $f(c_{ij})$ koristi eksponencijalni oblik funkcije unutar kojeg je sadržan parametar β ili c (u računalnom programu VISUM prikazuje se kao parametar c koji je potrebno kalibrirati).

5.3.2.1. Funkcija impedancije

Promatrajući specifičan slučaj nautičkog turizma, u ovom se kontekstu uzima u obzir činjenica da je riječ o rekreacijskoj plovidbi, odnosno plovidbi za razonodu, i da trošak putovanja zapravo predstavlja vrijeme putovanja do destinacije, odnosno udaljenost.

Predkorak definiranja kalibracijskog parametra c kod funkcije impedancije kreiranje je SKIM (engl. *Skims*) matrica, tj. matrica otpornosti koja se iskazuje kao trošak (vrijeme, udaljenost) putovanja između zona. Kako model razlikuje dva segmenta potražnje, pri čemu turisti do luke/marine koriste dva različita prijevozna sredstva (automobili ili plovilo), u ovom kontekstu potrebno je kreirati SKIM matrice za osobno plovilo i automobil. Kako bi se

osigurala pravilna distribucija HP putovanja, potrebno je na pravilan način prilagoditi, odnosno definirati parametre za proračun SKIM matrica.

Slijedom navedenog, funkcija impedancije u modelu ovog rada razlikuje se ovisno o kojem stratumu potražnje je riječ. Za kategoriju HP putovanja funkciju impedancije predstavlja udaljenost putovanja između zona (engl. *trip distance*). Zasebno kod testiranja modela točno se ističe za koji stratum potražnje se primjenjuje koja funkcija impedancije.

5.3.2.2. Izračun i kalibracija parametra c (β) u gravitacijskom modelu

Kod modeliranja cestovnog prometa, vrijednosti kalibracijske konstante su veoma dobro istražene. S obzirom na to da se radi prilagodba metodologije koja se koristi u prometnom modeliranju na dio pomorskog prometa - nautički turizam, potrebno je postaviti, odnosno izračunati vrijednost kalibracijske konstante na ispravan način. U ovom kontekstu postoji više metoda koje se koriste za kalibraciju navedene konstante, a za potrebe ovog modela koristila su se dva različita pristupa pri čemu je prvi uključivao proračun vrijednosti β (odnosno parametra c) preko *Hymanove* metode za podatke koje generira model, a drugi je uključivao testiranje dobivene vrijednosti uz pomoć stvarnih podataka dobivenih iz lokatora.

Prvi pristup, odnosno metoda jest *Hymanova* metoda koja je u usporedbi s drugim metodama robusnija i učinkovitija [111]. Navedena metoda može se opisati sljedećim koracima.

Definirati $T(\beta)$, kao ishodišno-odredišnu matricu trenutane procjene β . Matrica je definirana sljedećom jednačinom:

$$\sum_{ij} T_{ij}(\beta) = T(\beta) \quad (23)$$

Metoda se temelji na zahtjevu $c(\beta) = c^*$

$$\sum_{ij} [T_{ij}(\beta) c_{ij}] / T(\beta) = c^* = \sum_{ij} (N_{ij} C_{ij}) / \sum_{ij} N_{ij} \quad (24)$$

gdje je:

c^* -srednji (prosječni) trošak promatrane srednje duljine putovanja (engl. *observed trip length distribution-OTLD*)

N_{ij} – broj promatranih putovanja od svakog izvora do odredišta, odnosno za svaki OD par

Metoda se opisuje sljedećim koracima [10]:

- 1) Započeti prvu iteraciju postavljanjem $m = 0$ i početnom procjenom $\beta_0 = 1/c^*$.
- 2) Koristeći vrijednost β_0 izračunati matricu putovanja pomoću standardnog gravitacijskog modela. Izračunati prosječne modelirane troškove putovanja c_0 i procijeniti bolju vrijednost za β kako slijedi:

$$\beta_m = \beta_0 c_0 / c^* \quad (25)$$

3) Neka je $m=m+1$. Koristeći se posljednjom vrijednošću β (npr. β_{m-1}), izračunati matricu putovanja koristeći standardni gravitacijski model i dobiti novu modeliranu vrijednost troška putovanja c_{m-1} i usporediti je s c^* . Ako su vrijednosti dovoljno (zadovoljavajuće) blizu, zaustaviti se i prihvatiti β_{m-1} kao najbolju procjenu za ovaj parametar. Ako dobiveni rezultati nisu zadovoljavajući prijeći na korak 4.

4) Koristeći se formulom, dobiti bolju procjenu β kako slijedi:

$$\beta_{m+1} = [(c^* - c_{m-1}) \beta_m - (c^* - c_m) \beta_{m-1}] / (c_m - c_{m-1}) \quad (26)$$

5) Ponavljati korake 3. i 4. koliko je potrebno, odnosno dok posljednji prosječni modelirani trošak c_{m-1} nije dovoljno blizu promatranoj vrijednosti c^* .

Koristeći se navedenom metodom, napravljena je kalibracija, odnosno procjena kalibracijske konstante β u računalnom razvojnom okruženju R . Vrijednost β koja je dobivena *Hymanovom* metodom za model ovog rada iznosi **-0,01** (Prikazano u potpoglavlju 6.4.1., izvorni kod dostupan u prilogu 3).

Ovakva vrijednost kalibracijske konstante zapravo potvrđuje činjenicu da turisti nautičari kada biraju destinaciju istu biraju zbog atraktivnosti. Točnije, sama promjena udaljenosti, tj. troška putovanja do određene destinacije neće ih odvratiti od te destinacije.

Za testiranje dobivene vrijednosti β , korišten je i drugi pristup, tzv. naivni pristup (engl. *naive approach*). Za ovu metodu korišteni su stvarni podatci prikupljeni iz lokatora pri čemu je izdvojeno sedam destinacija. Navedena metoda zapravo uključuje „posuđivanje“ ili „pogađanje“ β , pri čemu je uz onu kalibriranu od -0,01. uzet raspon vrijednosti β od -0,01 do -1. Podatci iz lokatora obrađeni su tako da su se uzele najkraće (minimalne) udaljenosti između destinacija i najveće (maksimalne) udaljenosti. Nakon raspodjele putovanja preko gravitacijskog modela dobivene su vjerojatnosti putovanja u pojedinu destinaciju. Cilj je bio vidjeti koliko promjena udaljenosti utječe na vjerojatnost da će se putovati u određenu destinaciju. U konkretnom primjeru, napravljena je distribucija putovanja preko gravitacijskog modela za najkraće i najveće udaljenosti putovanja između destinacija, a vrijednosti β su se mijenjale od -0,01; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4; -0,5; -0,6; -0,7; -0,8; -0,9 te -1.

Nadalje, ono što je još važno istaknuti kod korištenja ovog pristupa jesu udaljenosti. U ovom kontekstu veoma je važno odrediti granice, tj. postaviti na pravilan način vrijednosti udaljenosti koje bi mogle imati utjecaj na donošenje odluke o putovanju. Kod ove metode i u ovom kontekstu za postavljanje OTLD vrlo često koriste se vrijednosti dobivene anketom i intervjuom [10]. Za potrebe ovog modela i rada, treba odrediti koja je to udaljenost koju su nautičari voljni prijeći da bi došli do određene destinacije i koja je to udaljenost koja se potencijalno može postaviti kao prag (engl. *threshold*). Za postavljanje praga korišteni su podatci dobiveni iz ankete pri čemu su ispitanici morali dati odgovor na pitanje vezano za prijeđenu udaljenost u jednom danu (ponuđeni su odgovori bili predloženi kao rasponi). Na navedeno pitanje najveći je broj ispitanika (njih 62 %) odgovorilo kako u danu prijeđu udaljenost od 10 do 25 NM. Zatim slijedi razdioba od 25,1. do 50 NM, odnosno 75,1-150 NM. Slijedom

navedenog, odabrana su tri OD para kod kojih su razlike između minimalnih i maksimalnih udaljenosti za isto putovanje (isto ishodište i odredište) iznosile 12 NM, 30 NM te 150 NM.

S obzirom na to da je većina ispitanika dala odgovor da uglavnom prijeđu udaljenost od 10 do 25 NM, kao prag uzeta je vrijednost od 12NM. Iz navedenog slijedi da ako promjena udaljenosti od primjerice 12 NM nema velikog utjecaja na donošenje odluke o putovanju u određenu destinaciju, tada je vrijednost β bliža 0, pri čemu vrijedi i obratno. Ako promjena udaljenosti od 12 NM ima velikog utjecaja na promjenu vjerojatnosti putovanja u određenu destinaciju, tada je β bliža vrijednosti -1.

Ova metoda svakako je vremenski zahtjevnija, i vrlo je teško odrediti vrijednost β koja bi bila odgovarajuća. Jednako tako, teško je doći i do vrijednosti OTLD; koja je u ovom slučaju izvučena iz lokatora, odnosno obradom stvarnih podataka. Krajnji cilj korištenja drugog (naivnog) pristupa bio je na stvarnim podacima testirati vrijednost β dobivene *Hymanovom metodom*. Ista je potvrđena i naivnim pristupom, a dobiveni rezultati prikazani su u potpoglavlju 6.4.1.

Po definiranju kalibracijskih parametara za raspodjelu putovanja na prometnu mrežu koristi se alat za simulaciju PTV VISUM koji određuje broj putovanja prema i u svaku prometnu zonu mreže, i to prema sljedećim formulama:

Broj putovanja koja idu iz zone i prema zoni j :

$$T_{ij} = \frac{O_i D_j f(c_{ij})}{\sum_j^n D_j f(c_{ij})} \quad (27)$$

gdje je:

O_i – ukupan broj putovanja koji se generira u zoni i

D_j - ukupan broj putovanja koji je privučen u zonu j

j - odredišne zone različite od j

Broj putovanja koja su privučena iz zone j prema zoni i :

$$T_{ij} = \frac{O_j D_i f(c_{ij})}{\sum_i^n O_i f(c_{ij})} \quad (28)$$

gdje je:

i - ishodišne zone različite od i .

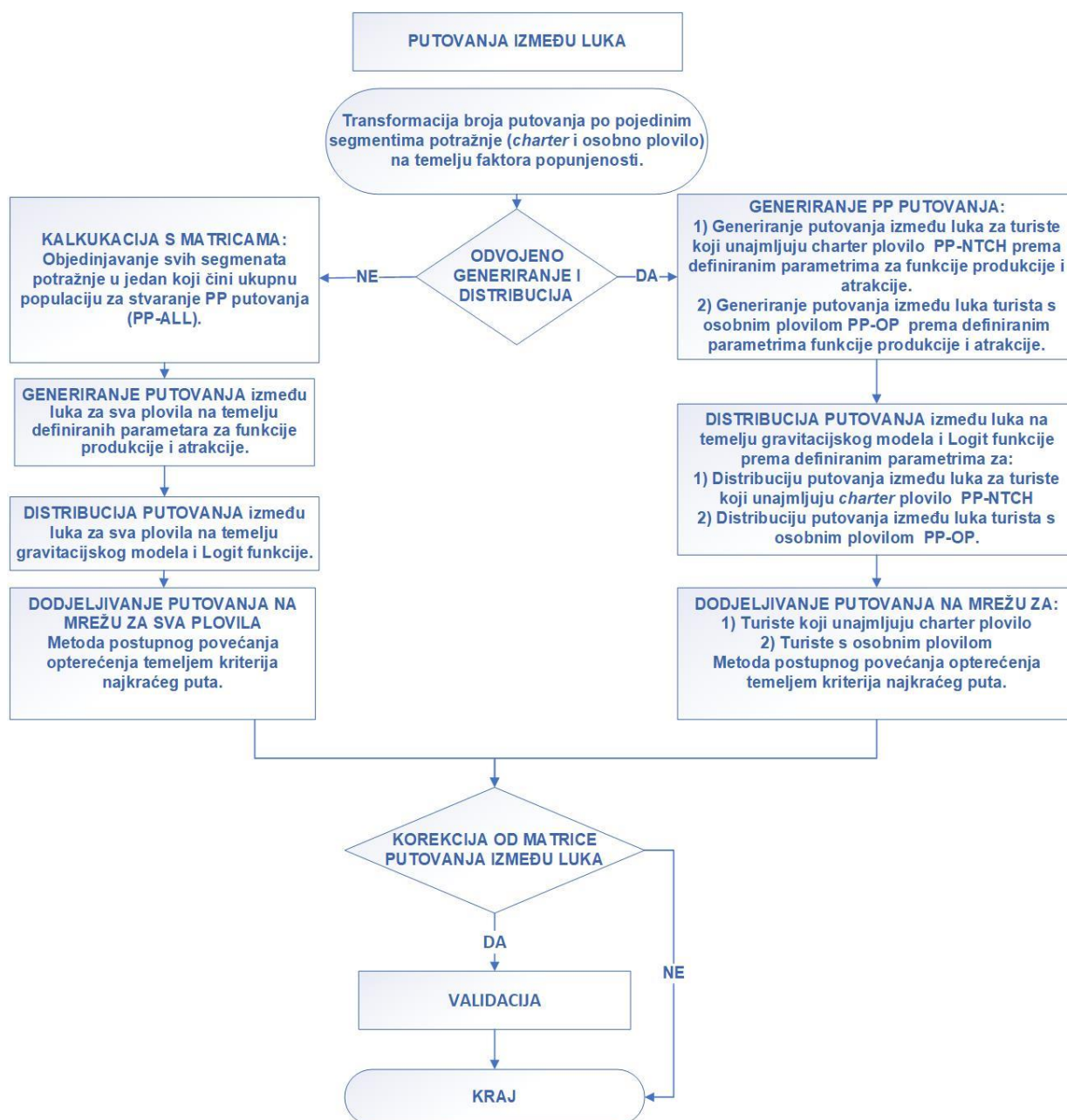
5.3.3. Transformacija broja putovanja po segmentima potražnje

Nakon definiranja funkcije impedancije te kalibracijskog parametra c , korakom distribucije putovanja u gravitacijskom modelu kreiraju se tri zasebne distribucijske matrice koje predstavljaju rezultat distribucije početnih, odnosno HP putovanja.

U metodologiji prometnog modeliranja uobičajeno nakon koraka distribucije slijedi odabir načina putovanja i dodjeljivanja putovanja na mrežu. Međutim, u modelu ovog rada nakon distribucije putovanja prelazi se na korak, odnosno proces transformacije broja putovanja po

dobivenim segmentima potražnje na temelju faktora popunjenosti koji se razlikuju po svakom pojedinom segmentu potražnje. Relevantan podatak vezan za faktor popunjenosti dostupan je podatak o prosječnom broju osoba na vlastitim plovilima te prosječnom broju osoba koje se nalaze na plovilima koji su u najmu (*charteru*). Prosječan broj osoba na vlastitom plovilu u skladu s [78] je 2,5 osoba. Odnosno, prosječan broj osoba na *charter* plovilima je 5 osoba [36], [80]. Navedeni proces transformacije radi se u računalnom program VISUM uz pomoć procedure koja uključuje kalkulacije s matricama i vektorima. Prva procedura uključuje zbrajanje distribucijskih matrica HP putovanja za osobna plovila i kreiranje nove matrice koja predstavlja distribuciju svih HP putovanja za turiste koji imaju vlastito plovilo. Sljedeći korak, odnosno procedura uključuje kreiranje nove matrice koja predstavlja ukupnu potražnju za PP putovanjima turista koji imaju vlastito plovilo, a rezultat je dijeljenja distribucijske matrice svih HP putovanja turista koji imaju osobno plovilo s prosječnim brojem ljudi na osobnom plovilu u skladu s [78]. Iduća procedura povezana je s HP putovanjima turista koji unajmljuju *charter* plovilo te uključuje kreiranje nove matrice koja predstavlja ukupnu potražnju za PP putovanjima turista koji unajmljuju *charter* plovilo, a rezultat je dijeljenja distribucijske matrice HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo s prosječnim brojem ljudi na *charter* plovilu [35]. Prikaz kreiranih matrica i pratećih formula za kalkulacije s matricama kod transformacije broja putovanja na temelju faktora popunjenosti dostupan je u poglavlju 7.2.3. Transformacija broja putovanja po segmentima potražnje. Jednako tako, osim transformacije broja putovanja na temelju faktora popunjenosti, kako bi se dobio ulazni podatak o ukupnoj populaciji koja kreće u realizaciju putovanja između luka potrebno je napraviti objedinjavanje svih segmenata potražnje u jedan. Navedeni proces objedinjavanja rezultira ukupnom populacijom koja sudjeluje u generiranju putovanja između luka.

U ovom koraku modela, osim prethodno opisanog procesa transformacije putovanja na temelju faktora popunjenosti i objedinjavanja u jedan mod, u zasebnim procedurama kalkulacije s matricama i vektorima moguće je dobiti i razdvojene distribucijske matrice za dio turista na vlastitom plovilu te za dio turista koji unajmljuju *charter* plovilo. Na ovaj se način modelom pruža i mogućnost zasebnog generiranja, distribucije i dodjeljivanja putovanja između luka za svaki pojedinačni segment potražnje. Na sljedećem dijagramu (slika 11.) prikazana je mogućnost modela kojom se nakon transformacije matrice potražnje na temelju faktora popunjenosti donosi odluka o objedinjenom ili pojedinačnom generiranju putovanja između luka.



Slika 11: Dijagram toka pri donošenju odluke o pojedinačnom ili objedinjenom modeliranju putovanja između luka

Izvor: autorica

Parametri za odvojeno generiranje i distribuciju putovanja te same procedure kalkulacija s matricama dostupni su u prilogu 5.

5.4. Generiranje putovanja nautičkih turista između luka – *Port to Port* putovanja

Ključni element za razumijevanje dinamike kretanja plovila između luka te ujedno središnji dio ovog modela čine upravo *Port to Port* putovanja. Modeliranjem ove kategorije putovanja dobivaju se ključne informacije o učestalosti putovanja između luka kao i o uobičajenim rutama koje nautičari koriste za realizaciju svojih putovanja. Ključnu stavku za modeliranje ove kategorije putovanja predstavlja populacija koja sudjeluje u putovanjima te intenzitet, odnosno frekvencija putovanja između luka. S obzirom na to da su prethodno elaborirani metodološki koraci za razvoj populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka, te se napravila transformacija i objedinjavanja distribucijskih matrica u jednu, sljedeći je korak definiranje vrijednosti frekvencije putovanja kojom se zapravo određuje intenzitet putovanja između luka.

5.4.1. Određivanje frekvencije putovanja iz pojedine zone za proračun produkcije *Port to Port* putovanja

U Republici Hrvatskoj nije zabilježen podatak vezan uz dinamiku kretanja plovila, odnosno frekvenciju putovanja rekreacijskih plovila (segmentirano: *charter* i osobno plovilo). Ako se za primjer uzmu osobna plovila, osoba koja ima vlastito plovilo može otići na putovanje s njime, negdje se usidriti te se ponovno vratiti u luku, a takvo putovanje neće se uopće zabilježiti. Ono se eventualno može zabilježiti u kontekstu naplate lučke pristojbe ako je osoba na osobnom plovilu odlučila zatražiti tranzitni vez u nekoj od luka. Tada će to plovilo biti evidentirano naplatom pristojbe pri čemu lučke uprave ne rade analizu plovila koja su na vezu s obzirom na strukturu vlasništva. Što se tiče stranih plovila, odnosno stranih jahta i brodica, one su dužne prvi puta kada dođu u RH napraviti prijavu dolaska pri čemu im ta prijava dolaska vrijedi do kraja tekuće godine. Što navedena plovila u međuvremenu rade i kuda se kreću ostaje nezabilježeno.

Najvjerodostojnijim podatkom za proračun frekvencije putovanja smatra se podatak o naplaćenju lučkoj pristojbi od referentnog tijela, odnosno broj uplova i isplova u pojedinim lukama, lučicama i marinama.

Pretpostavka je da brodovi najčešće učine jedno putovanje po danu, pri čemu je moguće da je u pojedinim zonama, odnosno lukama frekvencija nešto veća ili manja. To naravno ovisi o činjenici je li luka veći produktor ili pak atraktor putovanja.

Slijedom navedenog, za proračun frekvencije putovanja u kategoriji *Port to Port* putovanja koriste se referentni podatci lučkih uprava i identificiranih marina o broju uplova i isplova po danima. S obzirom na to da se u modelu namjerava raditi i korekcija OD matrice putovanja između luka, a izvor podataka o evidenciji uplova i isplova je i iz istog izvora podataka, u cilju postizanja nezavisnosti između skupova podataka, skup podataka o broju uplova i isplova po danima podijeljen je u dva seta i to na skup podataka - parni dani te skup podataka - neparni dani. Skup podataka - neparni dani, točnije svi uplovi i isplovi po neparnim danima koristi se za proračun frekvencije putovanja, pri čemu se frekvencija putovanja uzima kao omjer isplova i uplova.

Za proračun frekvencije putovanja koriste se formula:

$$\text{Frekvencija putovanja [FREQRATE]} = \frac{\text{Broj isplova}}{\text{Broj uplova}} \quad (29)$$

Slijedom navedenog, vrijednost produkcije putovanja između luka dobije se na temelju distribucijskih matrica HP putovanja te frekvencije putovanja.

Prethodno je istaknuto da je između luka u modelu razvijena mogućnost odvojenog generiranja putovanja za segment nautičkih turista koji imaju vlastito plovilo te za segment turista koji unajmljuju *charter* plovilo. U ovom kontekstu vrijede iste formule za proračun produkcije putovanja, pri čemu se proračun radi zasebno po svakom segmentu potražnje.

5.4.2. Identifikacija i odabir varijabli koji imaju utjecaj na privlačenje putovanja

Zasigurno je da se funkcije atrakcije razlikuju ovisno o tome o kojoj je kategoriji putovanja riječ. Prethodno su definirane zone atrakcije u kategoriji HP putovanja, no za kontekst putovanja između luka razvijen je poseban okvir kojim se određuje, odnosno definira koji sve atributi i u kojoj mjeri imaju utjecaj na odabir destinacije. Ključ po kojem se radio proračun, odnosno identifikacija i odabir varijabli koje imaju utjecaj na privlačenje putovanja uključuje nekoliko metodoloških koraka koji su niže opisani.

Istaknuto je da se u kontekstu statističkog praćenja boravka turista nautičara nakon prve prijave dolaska u luku, svako iduće putovanje, odnosno boravci u lukama računaju u noćenjima. Navedeno posljedično znači da je svaka luka u kojoj je turist nautičar odlučio noćiti imala neki čimbenik koji ga je privukao da noći u određenoj destinaciji.

Od prethodno prepoznatih čimbenika koji imaju utjecaj na atraktivnost, za donošenje odluke o tome koje čimbenike uvrstiti kao potencijalno značajne, odabrane su one varijable koje su identificirane kao temeljne aktivnosti koje nautičari rade kada dođu u destinaciju - istraživanje Tomas nautika jahting iz 2022. godine [96]. Navedeno istraživanje navodi 5 aktivnosti koje nautičari rade kada posjete određenu destinaciju, a to su: posjet restoranima, odlazak u kupnju, odlazak u slastičarnice i kafiće, šetnje u prirodi, posjet lokalnim zabavama.

Metodologija za proračun težinskih koeficijenata (*pondera*) koji će se pridružiti u funkciju atrakcije uključuje nekoliko koraka:

1) Identificirati zone u kojima su zabilježena noćenja.

Služeći se podacima koji su dostupni od turističkih zajednica izdvojiti broj noćenja u pojedinoj luci/marini.

2) Identificirati ključne aktivnosti u destinaciji i povezati ih s atributima zone.

Na temelju ključnih 5 aktivnosti koje nautičari rade kada dođu u destinaciju identificirati brojčanu vrijednost, odnosno relevantan statistički podatak o sljedećem: broju restorana, broju trgovina, broju kafića i slastičarnica, broju disko barova, kao i o postojanju prirodnih i kulturnih znamenitosti (ribolovna područja, poučne staze, biciklističke staze, posjećivanje špilja, ronjenje). Uz navedenu kategorijsku varijablu kulturnih i prirodnih atrakcija, kao dodatna varijabla uvršteno je postojanje benzinske crpke u određenoj zoni, odnosno njihov broj u pojedinoj zoni. Kao kategorijsku varijablu označiti prirodne i kulturne znamenitosti te im

ovisno o postojanju određene atrakcije u blizini zone dodijeliti 1 ili 0 ako ista ne postoji u blizini.

3) Napraviti korelaciju identificiranih atributa s ostvarenim brojem noćenja po zoni te utvrditi vrijednosti korelacije.

Po identifikaciji atributa koji imaju utjecaj na atraktivnost područja, navedene vrijednosti atributa staviti u korelaciju s ostvarenim brojem noćenja u pojedinoj zoni. Utvrditi težinske faktore korelacije, odnosno utvrditi međusoban odnos između identificiranih atributa.

4) Koristeći se analitičkim hijerarhijskim procesom odrediti relativnu vrijednost težine svakog pojedinog atributa, odnosno njegov utjecaj na privlačenje putovanja

Nakon napravljene korelacije i utvrđivanja vrijednosti korelacije za svaki atribut, cilj je odrediti njihove težine, odnosno težinski ih raspodijeliti kako bi se u stvarnoj mjeri identificiralo koliko pojedini atribut doprinosi privlačenju putovanja, odnosno određivanju atraktivnosti područja. Ideja za određivanje težine koeficijenata iz dobivenih korelacijskih vrijednosti pojedinog atributa preslika je ideje iz rada [112] koji za određivanje i kalibraciju usporedbi u parovima (engl. *pairwise comparisons*), za srednje vrijednosti dobivene anketom koristi AHP metodu. Upravo je AHP jedna od najčešće korištenih metoda za rješavanje problema višekriterijskog odlučivanja. U samom procesu odlučivanja onaj tko donosi odluku suočava se s problemom izbora najbolje opcije, točnije mora izabrati jednu od više dostupnih opcija, a da pritom uzme u obzir sve relevantne kriterije koji će ga dovesti do ispunjenja unaprijed zadanog cilja. Ovu metodu prvi je predstavio *Thomas L. Saaty* 70-ih godina 20. stoljeća [113], [114]. Kod AHP metode problem za koji treba donijeti odluku hijerarhijski je strukturiran i on se dalje rastavlja na manje probleme koji ulaze u proces nezavisne analize. Zatim se na određenoj hijerarhijskoj razini za svaki pojedini element (kriterij) napravi usporedba sa svakim elementom koji se nalazi na istoj razini. Dobiveni rezultati provedene usporedbe prikazuju se po parovima u kvadratnoj matrici usporedbi, matricom A reda m , gdje m predstavlja ukupan broj kriterija ili alternativa koje se razmatraju. Element a_{ij} u matrici A označava relativnu važnost kriterija i u usporedbi s kriterijem j . Ako je vrijednost $a_{ij} > 1$, tada je kriterij i važniji od kriterija j , odnosno ako je $a_{ij} < 1$ vrijedi obratno. Ako su oba kriterija jednako važna, tada je $a_{ij} = 1$. Nadalje, radi konzistentnosti vrijedi da je $a_{ij} = 1/a_{ji}$, za svaki i, j , a samim time vrijedi da je $a_{ii} = 1$ za svaki i . Nadalje, radi tranzitivnosti vrijedi $a_{ij} = a_{ik} \cdot a_{kj}$ za svaki i, j, k . Relativne važnosti kriterija (preferencije donositelja odluke) izražene su preko *Saatyeva* skale relativne važnosti brojevima od 1 do 9 (tablica 7.). Više o samoj metodi i osnovama matričnog računa s prethodno istaknutim svojstvima može se pronaći u [113], [114].

Tablica 7: Interpretacija relativne važnosti između kriterija - *Saatyeva* skala [114]

Intenzitet važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jako važno	Dva kriterija ili alternative jednako doprinose cilju.
3	Umjereno važnije	Na temelju iskustva i procjena daje se umjerena prednost jednom kriteriju ili alternativu u odnosu na drugu.
5	Strogo važnije	Na temelju iskustva i procjena strogo se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi.

7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan kriterij ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi; njegova dominacija pokazuje se u praksi.
9	Ekstremna važnost	Dokazi na temelju kojih se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi; potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću.
2,4,6,8	Međuvrijednosti	

Nakon napravljene procjene relativnih važnosti kriterija koji se nalaze na odgovarajućoj razini hijerarhije radi se proračun lokalnih težina kriterija i alternativa na temelju kojih se odabiru optimalne alternative [113].

5) Poštujući pravila konzistentnosti i tranzitivnosti napraviti proračun lokalnih težina kriterija.

Nakon što su dodijeljene relativne važnosti kriterija (ocjene prema *Saatijevoj* skali) napravljen je proračun lokalnih težina kriterija.

6) Metodom normalizacije podataka izračunati težinske vrijednosti svakog koeficijenta.

Po dodjeljivanju ocjena i proračunu lokalnih težina (koraci 4 i 5), metodom normalizacije podataka izračunati težinske vrijednosti svakog koeficijenta pri čemu kao konačnu vrijednost težine svakog pojedinog kriterija uzeti srednju (prosječnu) vrijednost.

7) Dodijeliti *ponder* atraktivnosti interesnog područja.

Za zone u kojima postoji atrakcija po prirodnoj ili kulturnoj znamenitosti, pri definiranju funkcije atrakcije uključiti dodatni *ponder*, tzv. *ponder* atrakcije interesnog područja [ATTRAPONDERPOI].

5.5. Distribucija putovanja između luka

Kao i kod HP putovanja, nakon proračuna produkcije i atrakcije po definiranim zonama, te usklađivanja (balansiranja) matrica po produkciji slijedeći korak uključuje distribuciju putovanja putem gravitacijskog modela, pri čemu se za vrijednost $f(c_{ij})$ koristi eksponencijalni oblik funkcije unutar koje su vrijednosti parametra c prethodno kalibrirane (poglavlje 5.3.2.).

Kroz kalibraciju parametra c , odnosno konstante β istaknuto je kako zapravo promjena udaljenosti neće u velikoj mjeri utjecati na promjenu rute, odnosno nautičari će svejedno ići u određenu destinaciju zato što im je ona atraktivna, odnosno žele je posjetiti.

Stoga u ovom kontekstu, funkciju impedancije kod putovanja između luka predstavlja vrijeme putovanja između parova kada nema opterećenja mreže (TO).

Ono što može imati utjecaja kod proračuna troška putovanja za segment rekreacijske plovidbe jest dodjeljivanje nekog drugog atributa, primjerice atributa utjecaja na okoliš, koji u tom slučaju može povećati vrijednost generaliziranog troška putovanja te učiniti određenu rutu ili destinaciju manje prihvatljivom. Slijedom navedenog, predstavlja se metodološki okvir, odnosno prijedlog za penalizaciju određenih zaštićenih područja.

5.5.1. Segment utjecaja na okoliš - atributi utjecaja na okoliš

U potpoglavlju 3.3. prepoznati su ekološki deskriptori, odnosno potencijalne prijetnje i pritisci koje rekreacijska plovidba vrši na morski okoliš. Jedan je od ciljeva ovoga istraživanja predložiti i način penalizacije, odnosno predložiti kako funkcijom impedancije penalizirati pojedinu zonu s obzirom na kategoriju zaštite koju pojedina područja imaju.

Međunarodna udruga za očuvanje prirode i prirodnih bogatstava (engl. *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* - IUCN) definira kategorije zaštićenih područja koje su međunarodno priznate, a sam Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19) navodi devet kategorija zaštite: strogi rezervat, nacionalni park, posebni rezervat, park prirode, regionalni park, spomenik prirode, značajni krajobraz, park-šuma te spomenik parkovne arhitekture. Svaka od navedenih nacionalnih kategorije uglavnom se može pridružiti jednoj od međunarodno priznatih IUCN-ovih kategorija zaštićenih područja [115].

U tablici 8. prikazane su definicije kategorija zaštićenih područja, a preporuka je IUCN-a da pojedina država prilagodi svaku definiranu kategoriju, odnosno proširi svaku kategoriju prema svojim okolnostima te prilagodi svome sustavu zaštite prirode. Jednako tako, IUCN je izdao Priručnik za primjenu kategorija zaštićenih područja (engl. *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*) [116].

Tablica 8: Opisi pojedinih kategorija zaštićenih područja prema IUCN [115]

IUCN kategorija	Naziv kategorije	Naziv kategorije (engl.)	Definicija
Ia	Strogi rezervat prirode	Strict nature reserve	Strogo zaštićena područja izdvojena zbog zaštite biološke raznolikosti i/ili geoloških i geomorfoloških vrijednosti gdje su posjećivanje, korištenje prostora i drugi utjecaji na prostor strogo kontrolirani i ograničeni.
Ib	Područje divljine	Wilderness area	Velika neizmijenjena ili vrlo malo izmijenjena područja očuvane prirode, bez značajnijih i stalnih ljudskih naselja, koja su zaštićena i kojima se upravlja na način da se u potpunosti očuva njihovo izvorno stanje.
II	Nacionalni park	National park	Velika prirodna područja izdvojena sa svrhom zaštite cjelokupnih ekosustava, procesa koji se u njima odvijaju i vrsta koje oni podupiru, na način da ona istovremeno pružaju osnovu za okolišno i kulturalno prihvatljive duhovne, znanstvene, edukacijske, rekreativne i posjetiteljske aktivnosti.
III	Prirodni spomenik ili obilježje	Natural monument or feature	Kategorija III zaštićenih područja štiti određenu prirodnu vrijednost koja može biti reljefni oblik, morska hrid ili špilja, geološka osobitost poput speleološkog objekta ili živa pojava poput primjerice stabla visoke starosti. Ova su područja površinom najčešće mala, no mogu imati velik značaj za posjećivanje.

IV	Područje upravljanja staništem ili vrstom	Habitat/ management area species	Kategorija IV zaštićenih područja namijenjena je zaštiti točno određene vrste ili staništa i upravljanje njime usmjereno je prema tom cilju. Područja zaštićena u ovoj kategoriji često, iako ne nužno, zahtijevaju provođenje redovitih aktivnih upravljačkih aktivnosti usmjerenih očuvanju vrste ili održavanju staništa.
V	Zaštićeni kopneni/ morski krajobraz	Protected landscape/ seascape	Područja gdje je dugotrajna interakcija čovjeka i prirode proizvela osebujne ekološke, biološke, kulturne i estetske vrijednosti i gdje je održavanje tog odnosa nužno da bi se ove vrijednosti sačuvala.
VI	Zaštićeno područje s održivim korištenjem prirodnih resursa	Protected area with sustainable use of natural resources	Kategorija VI zaštićenih područja namijenjena je očuvanju ekosustava i staništa, a usporedno s tim i pratećih kulturnih vrijednosti i tradicionalnih načina upravljanja prirodnim resursima. Ta su područja površinom uglavnom velika, njihov veći dio nalazi se u prirodnom stanju, dok se dio koristi na održiv način.

S obzirom na to da navedene kategorije zaštićenih područja i prateće smjernice definiraju razine zaštite za područja koja se nalaze na kopnu, a nisu bila lako primjenjiva na morski dio, IUCN izdao je i nove Smjernice za primjenu IUCN kategorija zaštićenih područja na zaštićena morska područja (engl. *Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas*) [105]. Dopunske smjernice služe kao dodatne upute kojima se povećava točnost i dosljednost dodjele i izvješćivanja o IUCN kategorijama kada se primjenjuju na morska i obalna zaštićena područja. Navedene smjernice se moraju tumačiti, odnosno čitati zajedno s prethodno navedenim Priručnikom za primjenu kategorija zaštićenih područja.

U kontekstu zaštićenih morskih područja (engl. *marine protected areas* – MPA) važno je istaknuti kako se najpotpuniji podatci mogu pronaći pretražujući dostupne podatke Instituta za očuvanje mora (engl. *Marine Conservation Institute*) koji je kreirao posebnu platformu pod nazivom *Marine Protection Atlas* (MPAtlas) koja koristi podatke iz Svjetske baze podataka o zaštićenim područjima (engl. *World Database on Protected Areas* - WDPA). Upravo MPAtlas primjenom znanstveno utemeljenih okvira, a koristeći se službenim katalogom morskih i kopnenih zaštićenih područja (WDPA) provodi kategorizaciju i izvješćivanje o zaštićenim morskim područjima i njihovim zonama [106].

Na temelju dostupnih podataka na platformi MPAtlas [106] na području Republike Hrvatske definirano je 289 zaštićenih morskih područja pri čemu navedena područja još uvijek nisu prošla punu proceduru zaštite koja se zasniva na točno definiranom sustavu klasifikacije i kategorizacije zaštićenih morskih područja, a čiji je detaljniji opis dostupan u radu [117].

U mnogim slučajevima kao i kod kopnenih zaštićenih područja, MPA za primarni cilj ima očuvanje prirode, a uz prateće sekundarne ciljeve omogućuje se da se području u cjelini dodijeli kategorija upravljanja zaštićenim područjima prema IUCN-u. U nekim iznimnim slučajevima u zaštićenim područjima mogu se izdvojiti male površine za uporabu koje možda nisu i neće biti u skladu s primarnim ciljem zaštite, ali je postojanje takvog područja nužno ili neizbježno. Primjerice, može se raditi o prikladnim turističkim smještajnim prostorima u velikim zaštićenim područjima ili pak stanovanju ljudi čiji način života ovisi o tom području.

U takvim slučajevima pri dodjeli kategorije pojedinom zaštićenom području primarni cilj zaštićenog područja trebao bi se primjenjivati na najmanje tri četvrtine zaštićenog područja. Navedena je podjela poznata kao "pravilo 75 %" [126], što znači da se preostalih 25 % zemljišta ili vode u zaštićenom području može koristiti za druge bitne svrhe sve dok su ta korištenja u skladu s definicijom zaštićenih područja.

Nadalje, vrlo često se zna dogoditi da je jedno ili više zaštićenih područja ponekad "ugniježđeno" (engl. *nested*) unutar drugog zaštićenog područja koje ima drugu kategoriju zaštite. Najčešći model u kojem se to javlja neko je veliko područje koje ima nižu kategoriju zaštite (npr. zaštićeno područje kategorije V ili VI) i sadrži više manjih područja koja su strogo zaštićena područja (npr. zaštićena područja kategorije III ili IV) te imaju različite ciljeve. U takvim slučajevima različita zaštićena područja koja se nalaze unutar većih zaštićenih područja mogu imati svoju kategoriju. U ovom kontekstu riječ je o zoniranju pojedinog zaštićenog područja, ali u ovom slučaju svaka „zona“ ispunjava status MPA [116].

Jednako tako, s obzirom na definiranu kategoriju zaštite pojedinog morskog područja postoje i definirane komercijalne aktivnosti koje se mogu provoditi na određenom zaštićenom morskome području (primjerice ribarenje, turizam, akvakultura, odlaganje otpada i sl.). Činjenica je da je primjerice ribolov i iskorištavanje divljih živih resursa još uvijek vrlo rasprostranjeno u morskome okruženju, čak i više nego na kopnu. Velika većina stanovništva, osim iskorištavanja morskih resursa, koristi te resurse i za hranu. Ako se povuče usporedba s kopnenim iskorištavanjem resursa u zaštićenim područjima, može se vidjeti kako je konflikt između ribolova i MPA-a puno veći problem pri čemu u zajednici za očuvanje prirode postoji opće razumijevanje da bi visoko zaštićena područja (kategorije I - III) trebala biti zatvorena za korištenje. S druge pak strane postoje i drugi dionici koji smatraju da ograničena ekstrakcija (bilo u svrhu istraživanja ili tradicionalne upotrebe) provedena pod odgovarajućim upravljanjem i dalje može dovesti do ostvarivanja ciljeva za visoko zaštićena MPA. Ono što je važno istaknuti kako je za IUCN ključni čimbenik činjenica da sve komercijalne aktivnosti koje su dozvoljene u zaštićenom području moraju biti u skladu s navedenim ciljevima upravljanja očuvanjem područja bez obzira na dodijeljenju kategoriju IUCN-a [105].

U tablici 9. predstavljena je matrica kojom se pokazuje opća veza i prihvatljivost pojedinih aktivnosti unutar različitih kategorija zaštite [105]. Upravo se navedena matrica koristi kao *input* za definiranje penala za pojedine zone.

Tablica 9: Matrica prihvatljivosti pojedinih aktivnosti unutar različitih kategorija zaštite morskih područja prema IUCN-u
Izvor: autorica prema [105]

Aktivnost	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
<i>Istraživanje (neekstraktivno)</i>	Y*	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Neekstraktivna upotreba u tradicionalne svrhe</i>	Y*	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Obnova/poboljšanje za očuvanje (npr. kontrola invazivnih vrsta, ponovno uvođenje koralja)</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Neekstraktivna rekreacija (npr. ronjenje)</i>	N	Y*	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Visoko intenzivan turizam velikih razmjera</i>	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Pomorski prijevoz (osim ako je neizbježno prema međunarodnom pomorskom pravu)</i>	N	N	N*	N*	Y	Y	Y
<i>Istraživanje (ekstraktivno)</i>	N*	N*	N*	N*	Y	Y	Y
<i>Proizvodnja obnovljive energije</i>	N	N	N*	N*	Y	Y	Y

<i>Obnova/poboljšanje iz drugih razloga (npr. obnova plaža, umjetni grebeni)</i>	N	N	N*	N*	Y	Y	Y
<i>Ribolov: rekreacijski (održivi)</i>	N	N	N	N	*	Y	Y
<i>Ribolov: lokalno ribarenje (održivi)</i>	N	N	N	N	*	Y	Y
<i>Industrijski ribolov: akvakultura na industrijskoj razini</i>	N	N	N	N	N	N	N
<i>Akvakultura - mala razina</i>	N	N	N	N	*	Y	Y
<i>Radovi (luke, jaružanje)</i>	N	N	N	N	*	Y	Y
<i>Ispuštanje nepročišćenog (neobrađenog) otpada</i>	N	N	N	N	N	N*	N*
<i>Rudarstvo, vađenje nafte i plina (morsko dno i podmorje)</i>	N	N	N	N	N	N	N
<i>Naseljavanje (stanovanje)</i>	N	N	N	N	N	Y	N
*KLJUČ							
Ne							N
Općenito ne, jedino u iznimnim slučajevima ako okolnosti to dopuštaju							N*
Da							Y
Da, jer ne postoji alternativa, ali je potrebno posebno odobrenje							Y*
Promjenjivo, ovisno o tome može li se navedenom djelatnošću upravljati na način koji je u skladu s ciljevima MPA							*

Ako se detaljnije pogleda navedena matrica, može se uočiti da je ukupno pet aktivnosti koje se mogu povezati s nautičkim turizmom, a to su redom:

- neekstraktivna rekreacija – ronjenje (engl. *Nonextractive recreation-diving*)
- visoko intenzivan turizam velikih razmjera (engl. *Large scale high intensity tourism*)
- ribolov: rekreacijski - održiv (engl. *Fishing/collection: recreational (sustainable)*)
- pomorski prijevoz - osim ako je neizbježno prema međunarodnom pomorskom pravu (engl. *Shipping except as may be unavoidable under international maritime law*)
- ispuštanje nepročišćenog (neobrađenog) otpada (engl. *Untreated waste discharge*).

Osim navedenih aktivnosti koje se povezuju s rekreacijskom plovidbom, treba još naglasiti kako je sidrenje na područjima gdje se nalazi morska cvjetnica posidonija aktivnost koja predstavlja potencijalno najveću prijatnju morskom okolišu. Također, uz navedeno postoje i posebna područja koja su proglašena područjima geoparkova, a koja predstavljaju posebna geografska područja gdje se za upravljanje geološkim lokalitetom i krajolikom koristi holistički pristup zaštite, obrazovanja i održivog razvoja [118]. Ova područja, osim što koriste poseban pristup zaštiti, između ostalog svojim aktivnostima i sadržajima mogu privući i veći broj posjetitelja što potencijalno može biti prijatnija morskom okolišu u kontekstu preopterećenja. Kada se razmatra preopterećenje pojedinih područja, činjenica je da se posjećuju lokacije koje su atraktivnije zbog svojih prirodnih i kulturnih obilježja. Važno je istaknuti kako je jedina službena informacije koja ukazuje na to da je u pojedinom području zabilježeno preopterećenje, odnosno zagušenje plovilima nautičkog turizma koji samim time vrše pritisak na morski okoliš, dostupna na informacijskom sustavu zaštite prirode - Bioportalu [104].

S obzirom na to da je u morskom okruženju veoma teško penalizirati pojedini *link* zato što na moru postoji bezbroj mogućih ruta između dva odredišta, u ovom radu se predlaže penalizacija pojedinog područja, odnosno konektora kao odredišta putovanja funkcijom impedancije i to tako da se uvrsti više različitih čimbenika koji posljedično imaju utjecaj na okoliš (IUCN kategorija zaštite, područje geoparka, zamijećena posidonija, primijećeno zagušenje).

Niže su istaknuti metodološki koraci za penalizaciju pojedine zone, odnosno područja pri čemu se uključuje sljedeće:

- 1) U križnoj matrici identificirati aktivnosti povezane s nautičkim turizmom.
- 2) Raspodijeliti težinsku vrijednost svake navedene aktivnosti normalnom razdiobom pri čemu je ukupna suma 1. Iz navedenog slijedi da je vrijednost penala za svaku pojedinu aktivnost 0,2.
- 3) Ako je unutar definiranih kategorija zaštite prema IUCN-u pojedina aktivnost zabranjena, odnosno nalazi se pod ključem „Ne“, i „Općenito ne, jedino u iznimnim slučajevima ako okolnosti to dopuštaju,“ (tablica 9.), tada se toj kategoriji zaštićenog područja dodjeljuje vrijednost penala od 0,2. Primjerice u kategoriji Ia svih pet aktivnosti povezanih s rekreacijskom plovidbom nisu dopustive. Što bi značilo da je 5/5 aktivnosti zabranjeno, u ukupnoj sumi to iznosi 1.
- 4) Ako je u određenom području (zoni) zamijećena morska cvjetnica posidonija - podatak dostupan na [104], tada penal raste za vrijednost 0,2.
- 5) Ako je određeno područje (zona) područje geoparka - podatak dostupan na [104], tada penal raste za vrijednost od 0,1.
- 6) Ako je u određenom području (zoni) primijećeno zagušenje rekreacijskom plovidbom – podatak dostupan iz literature i na [104], tada vrijednost penala raste za 0,1.

U tablici 10. prikazana je križna matrica na kojoj su istaknute dopuštene i zabranjene aktivnosti u pojedinim kategorijama zaštićenih područja.

Tablica 10: Križna matrica: vrijednosti penala za pojedine kategorije zaštićenih područja u skladu s dozvoljenim aktivnostima unutar pojedinih područja
Izvor: autorica prema [105]

Aktivnost	Kategorije zaštićenih područja prema IUCN							Proračun penala po kategoriji zaštićenih područja						
	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Neekstraktivna rekreacija (npr. ronjenje)	N	Y*	Y	Y	Y	Y	Y	0,2	Y*	Y	Y	Y	Y	Y
Visoko intenzivan turizam velikih razmjera	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	0,2	0,2	Y	Y	Y	Y	Y
Pomorski prijevoz (osim ako je neizbježno prema međunarodnom pomorskom pravu)	N	N	N*	N*	Y	Y	Y	0,2	0,2	0,2	0,2	Y	Y	Y
Ribolov: rekreacijski (održivi)	N	N	N	N	*	Y	Y	0,2	0,2	0,2	0,2	*	Y	Y
Ispuštanje nepročišćenog (neobrađenog) otpada	N	N	N	N	N	N*	N*	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Vrijednost penala za pojedino zaštićeno područje - unakrsna provjera (engl. <i>cross check</i>)	5/5	4/5	3/5	3/5	1/5	1/5	1/5	1	0,8	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2
*KLJUČ														
Ne													N	
Općenito ne, jedino u iznimnim slučajevima ako okolnosti to dopuštaju													N*	
Da													Y	
Da, jer ne postoji alternativa, ali je potrebno posebno odobrenje													Y*	
Promjenjivo, ovisno o tome može li se navedenom djelatnošću upravljati na način koji je u skladu s ciljevima MPA													*	

5.5.1.1. Implementacija metodološkog okvira penalizacije na odabrano područje interesa

Na području Republike Hrvatske, a u skladu s dostupnim podacima na [106] određeno je ukupno 289 MPA pri čemu su dosada punu proceduru zaštite koja je definirana strogim kriterijima, dostupnim na [117] prošli jedino Nacionalni park Brijuni (jedino potpuno zaštićeno

i implementirano područje). Onog trenutka kada proces implementacije MPA bude završen tada će se svako navedeno područje zaista i moći penalizirati.

Slijedom navedenog, napravljeno je pridruživanje definirane kategorije zaštićenog područja za ukupno 289 MPA prema pojedinom IUCN zaštićenom morskom području. Za pridruživanje korištene su smjernice predstavljene u [119]. U navedenom radu jasno su istaknute poveznice između zaštićenih područja određenih na nacionalnoj razini s IUCN kategorijama. Rezultati pridruživanja 289 zaštićenih morskih područja pojedinoj IUCN kategoriji prikazani su u tablici 11.

Tablica 11: Brojčani prikaz zaštićenih morskih područja pridruženih pojedinoj kategoriji IUCN-a

Izvor: autorica prema [106], [119]

Područja definirana na nacionalnoj razini (RH)	Pridružena IUCN kategorija	Broj zaštićenih morskih područja po pojedinoj kategoriji u RH
Strogi rezervat prirode	Ia	4
Nacionalni park	II	7
Prirodni spomenik ili obilježje	III	2
Područje upravljanja staništem ili vrstom	IV	246
Zaštićeni kopneni / morski krajobraz	V	14
Zaštićeno područje s održivim korištenjem prirodnih resursa	VI	0
Posebni rezervati	IV	12
Parkovi prirode	V	4
Regionalni parkovi	V	0
Park-šume	n/a	4
Spomenik parkovne arhitekture	n/a	0
Ukupno zaštićenih morskih područja u RH		289

Nakon primjene metodologije penalizacije na područje Republike Hrvatske proračun penala za zone kreirane unutar modela prikazan je u potpoglavlju 6.4.2.

5.6. Dodjeljivanje putovanja na mrežu

S obzirom na specifičnost izrade modela i činjenicu da u kontekstu pomorskog prometa nema ograničenja kapaciteta na mreži u ovom radu pri dodjeljivanju putovanja na mrežu koristi se metoda dodjeljivanja postupnim povećanjem opterećenja (engl. *incremental assignment*) pri čemu je kriterij za dodjeljivanje entiteta uvijek najkraći put.

Prije samog koraka dodjeljivanja potrebno je agregirati i odvojiti matrice po segmentima potražnje – turisti koji unajmljuju *charter* plovilo te turisti s vlastitim plovilom zatim ih pomnožiti s faktorom popunjenosti. Ovaj korak prethodno je napravljen kod HP putovanja pri kreiranju populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka. Jednako tako, kreirane su zasebne matrice po svakom pojedinom segmentu potražnje (turisti - osobno plovilo, turisti koji unajmljuju *charter* plovilo) te objedinjena (zbrojena matrica turisti osobno + turisti koji unajmljuju *charter* plovilo). Na ovaj se način modelom omogućuje raspoređivanje prometnih entiteta (plovila) na mrežu za svaki segment odvojeno ili pak zajedno, što u konačnici rezultira ukupnim prometnim tokom plovila bez obzira na njihovu vrstu.

Ako nema podataka za sve *OD* parove, odnosno u svim smjerovima *OD* matrice, tada postoji mogućnost korištenja promatranih vrijednosti na pojedinoj lokaciji prometne mreže. Navedeni podatci mogu sadržavati oba podatka, odnosno količinu prometa na određenom *OD* paru, kao i volumen na *linkovima*. Stoga se vrijednosti prikupljene promatranjem/brojanjem mogu prikazati drugim vektorom, vektor q [121]:

$$q^r = (q_1 \quad q_2 \quad q_3 \quad \dots \quad q_m) \quad (32)$$

gdje je:

q^r - vrijednost (volumen) prometa na vezama izražen u vektorskom obliku.

Putovanja bilo kojeg para *OD* matrice čine određeni udio na svakoj lokaciji brojanja prometa. U ovom kontekstu promatrani volumeni odgovaraju zbroju svih putovanja koja se provedu na navedenom *linku OD* matrice. Uzimajući navedeno u obzir, vrijedi opći oblik jednadžbe [121], [122]:

$$P * t = q \quad (33)$$

gdje je:

P - matrica udjela *OD* para na određenom linku

t - *OD* matrica

q - volumen prometa na linku.

Za vrijednosti odredišta i ishodišta na lokacijama gdje se nalaze brojači, vrijednost P je konstanta. Rezultat navedenog vrlo je velik broj kombinacija u vrijednostima *OD* matrice prema smjerovima t_{ij} koji bi se trebali najbolje podudarati s brojačima.

Kako bi se odabrala najbolja matrica, potrebno je koristiti metodu maksimizacije entropije, pri čemu je funkcija cilja $q(f)$ dana jednadžbom [122]:

$$\text{Maksimiziraj } q(t) = - \sum_{ij}^p t_{ij} * \ln \frac{f_{ij}}{t_{ij}} - f_{ij} \quad (34)$$

tako da je:

$$P * t = q \quad (35)$$

gdje je:

t'_{ij} – potražnja jednog *OD* para u originalnoj *OD* matrici

t_{ij} – potražnja jednog *OD* para u korigiranoj *OD* matrici

p – broj nenegativnih elemenata *OD* matrice.

Jedan od nedostataka gore prikazanih formula jest činjenica da navedeni izrazi pretpostavljaju točnost i pouzdanost podataka o brojanju bez ikakvih odstupanja i pogreški. Nadalje, u cestovnom prometu već duže vrijeme postoji razvijena metodika brojanja, no unatoč

dostupnosti činjenica je da ima određene nedostatke, odnosno brojanje se provodi u relativno kratkom vremenskom razdoblju i podložno je pogreškama u uzorkovanju. S druge pak strane ako se navedena analogija prebaci na pomorski promet, nautički turizam, problem praćenja i brojanja još je izraženiji.

U ovom kontekstu upravo se korištenjem neizrazite logike opisuje navedena nepreciznost brojanja i definira se njezino odstupanje (npr. 10 % izbrojanih vrijednosti). Točnije, kada se vrijednosti brojača predstave kao neizraziti skupovi, tada je moguće favorizirati vrijednosti brojanja koje su blizu srednjih vrijednosti pri čemu se i vrijednosti koje su blizu granicama propusnosti jednako tako prihvaćaju. Drugim riječima, izbrojane vrijednosti prometnog opterećenja zamijenjene su neizrazitim skupom \bar{q} s donjom vrijednošću odstupanja \underline{s} i gornjom vrijednošću odstupanja \bar{s} (prikazano na slici 12.) [122]. Također, kako bi se uključile i tzv. „slabije“ (engl. *slack*) varijable potrebno je proširiti funkciju entropije. Slijedom navedenog, sada je problem maksimizacije entropije predstavljen preko sljedeće jednadžbe [122]:

$$\text{Max } (q(t)+q(\underline{s}) + q(\bar{s})) \quad (36)$$

tako da je:

$$P * t - \underline{s} = \underline{q} \quad (37)$$

$$P * t + \bar{s} = \bar{q} \quad (38)$$

$$\underline{s} \geq 0$$

$$\bar{s} \geq 0$$

gdje je:

$$q(\underline{s}) = - \sum_{l=1}^m \underline{s}_l * \ln \frac{\underline{s}_l}{\underline{\hat{s}}} - \underline{s}_l \quad (39)$$

$$q(\bar{s}) = - \sum_{l=1}^m \bar{s}_l * \ln \frac{\bar{s}_l}{\bar{\hat{s}}} - \bar{s}_l \quad (40)$$

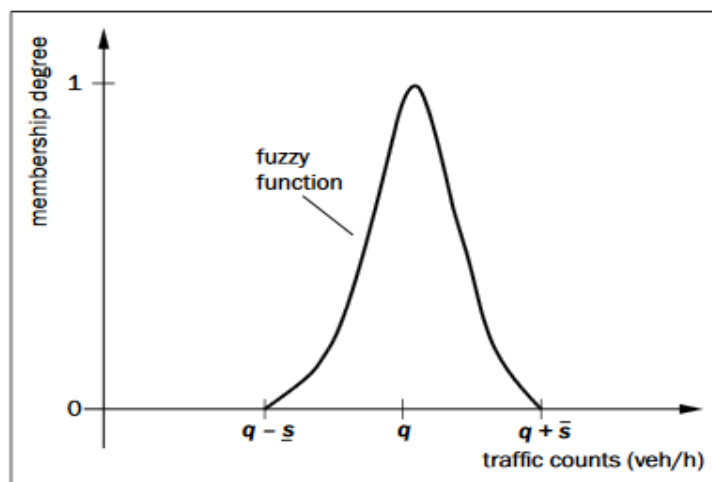
gdje je:

\bar{q} ; \underline{q} – maksimalna/minimalna vrijednost fuzzy seta

\bar{s} , \underline{s} - vrijednosti odstupanja od podataka dobivenih brojanjem prometa

$\bar{\hat{s}} = \bar{q} - q$ - gornji opseg širine pojasa (propusnost) kod brojanja prometa

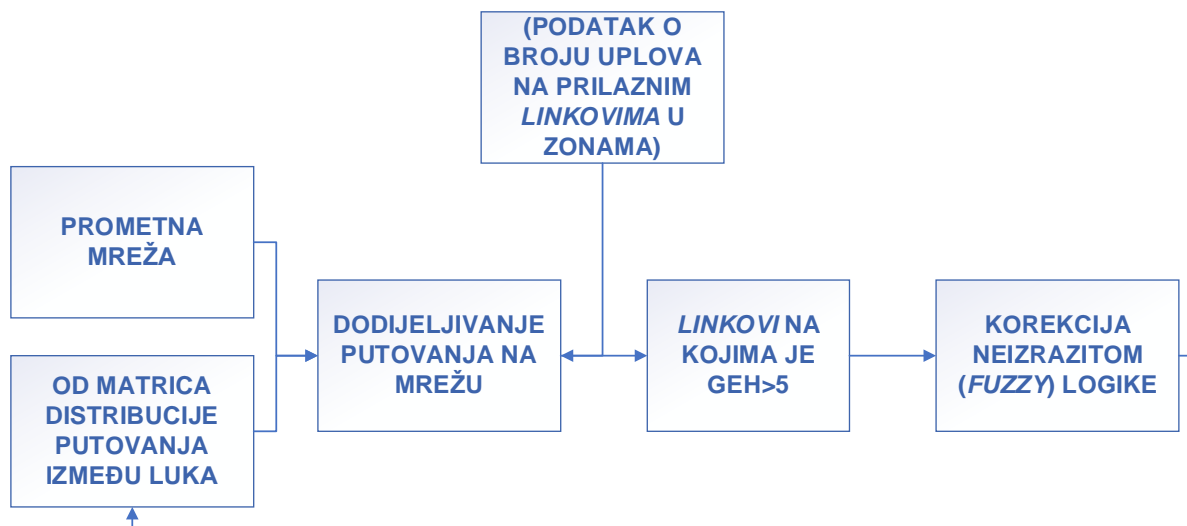
$\underline{\hat{s}} = q - \underline{q}$ - donji opseg širine pojasa (propusnost) kod brojanja prometa.



Slika 12: Prikaz *fuzzy* seta logike [122]

Uključivanjem „slabijih“ varijabli u ponderiranu funkciju maksimizacije entropije daje se prednost matricama koje postižu $P * t = q$ unutar „najbolje moguće“ širine opsega. Stoga, uvođenjem neizrazitih skupova proširuje se prostor rješenja i generiraju se općenito bolje vrijednosti za funkciju procjene q kojom se maksimizira entropija [123].

Za model ovog rada provodi se korekcija *OD* matrice distribucije za *Port to Port* putovanja za sva plovila pri čemu se nakon dodjeljivanja provodi GEH test za usporedbu modeliranih vrijednosti i vrijednosti dobivenih evidencijom uplova na prilaznim *linkovima*. Potrebno je istaknuti kako se za kalibraciju uzimaju samo vrijednosti vezane za uplove, što bi značilo da se uspoređuju vrijednosti na *linkovima* koji obuhvaćaju putovanja koja su privučena u luku. Na dijagramu toka na slici 13. prikazani su koraci korekcije *OD* matrice.



Slika 13: Primjena neizrazite logike za korekciju *OD* matrice

Izvor: autorica

5.8. Osnovne pretpostavke modela

Unutar ovog modela potrebno je istaknuti nekoliko pretpostavki koje bi se trebale uzeti u obzir, a odnose se na dio prijevozne ponude i potražnje.

Zone generiranja i privlačenja prometa u nautičkom turizmu mogu biti luke, marine, uvale i sidrišta, a pretpostavka je da se navedene luke, marine i sidrišta mogu kategorizirati kao zone ako u svakoj od njih postoji barem jedan nautički vez, odnosno sidreno mjesto ili je u tom području tijekom dužeg vremenskog razdoblja statistički zabilježen turistički i nautički promet.

Pri kreiranju prometne mreže, točnije pri određivanju brzine na kreiranim morskim *linkovima* uzete su srednje vrijednosti brzina uz pretpostavku normalnih vremenskih uvjeta. S obzirom na to da more nije strogo ograničeno pri određivanju kapaciteta *linkova*, za propusnu moć *linkova* po traku postavljena je velika cjelobrojna konstanta pri čemu vrijedi pretpostavka da je kod *linkova* u manevriranju potrebno uzeti u obzir prosječno vrijeme manevriranja i prilagoditi kapacitet u odnosu na preostala dva tipa *linkova*. Budući da u pomorskom prometu - dijelu rekreacijske plovidbe ne postoje analize vezane uz redukciju brzine putovanja uslijed ograničenja kapaciteta na nekom objektu, odnosno dionici puta, vrijedi pretpostavka da se promet brodova na *linkovima* odvija brzinom v_0 tj. brzinom slobodnog toka.

Za definiranje udjela na temelju kojih se određuju vrijednosti u kolikoj mjeri pojedina zona sudjeluje u produkciji putovanja vrijedi pretpostavka da zone koje imaju veće infrastrukturne kapacitete (veći broj vezova) generiraju veći broj putovanja.

Kod definiranja funkcije atrakcije za generiranje inicijalnih putovanja vrijedi pretpostavka da je broj dostupnih vezova (i *charter* vezova) temeljni parametar odabira.

Kod definiranja funkcije troška putovanja u kontekstu nautičkog turizma, odnosno rekreacijske plovidbe, u obzir se uzima činjenica da je riječ o plovidbi za razonodu i da trošak putovanja zapravo predstavlja vrijeme putovanja do destinacije, odnosno udaljenost do navedene destinacije.

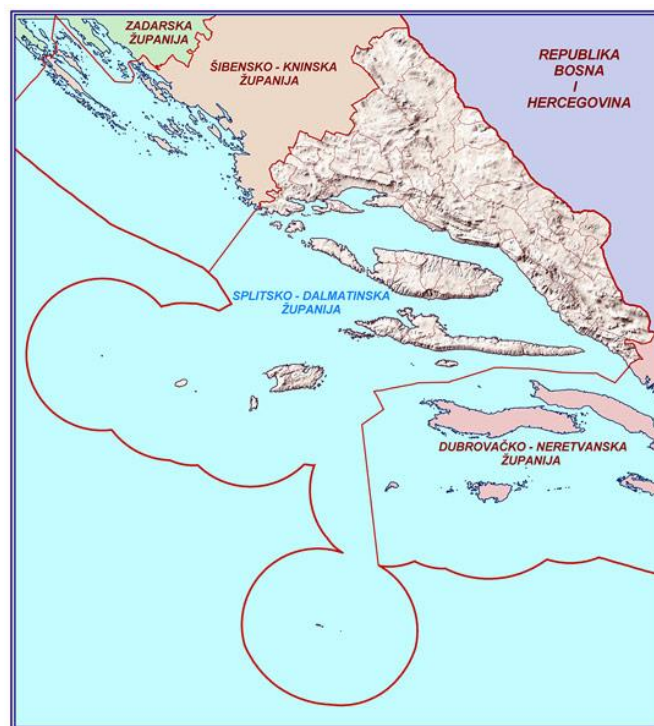
Prilikom distribucije inicijalnih putovanja vrijedi pretpostavka da turisti koji imaju vlastito plovilo u nekoj od internih zona na kopnu uglavnom to plovilo drže u zoni u kojoj se nalaze ili pak najbližim zonama mjestu stanovanja.

6. TESTIRANJE RAZVIJENOG MODELA NA PRIMJERU SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE

U ovom poglavlju prikazana je implementacija prethodno razvijenog metodološkog okvira na odabrano područje istraživanja.

6.1. Odabir područja i vremena istraživanja

S obzirom na prethodno elaborirane podatke vezano za prostornu i sezonalnu distribuciju u nautičkom turizmu, kao područje istraživanja odabran je središnji dio Jadrana, točnije područje Splitsko-dalmatinske županije (slika 14). Vanjske zone koje se nalaze sjeverno i južno od Splitsko-dalmatinske županije jednako su uključene u model u kontekstu turista koji imaju osobno plovilo i njime dolaze u odabrano područje interesa iz eksterne zone na moru. Ovo je važno naglasiti jer je činjenica da pojedino putovanje može započeti u jednoj županiji, a završiti u drugoj pri čemu u području odabrane interesne zone može biti ishodište putovanja, određište putovanja ili se pak može promatrati samo kao tranzitna zona. U tom kontekstu bez obzira na položaj krajnje točke putovanja stvara se prometni pritisak na odabrano područje koji treba kvantificirati u modelu.



Slika 14: Administrativna podjela Splitsko-dalmatinske županije [124]

Vremenski period istraživanja uključuje 2023. godinu, točnije mjesec kolovoz. Model je građen na razini jednog mjeseca te svi prikazani rezultati agregirani su na razinu mjeseca.

6.1.1. Geografske značajke i opis područja istraživanja

Splitsko-dalmatinska županija, po površini najveća hrvatska županija, prostire se na 14.106,40 km², od čega na površinu mora otpada 9.576,40 km², a na površinu kopna 4.523,64 km² (8 % površine Hrvatske). Županija obuhvaća 16 gradova i 39 općina, odnosno 55 jedinica lokalne samouprave. Otočno područje županije sastoji se od 74 otoka i 57 hridi i grebena. Veličinom i naseljenošću izdvaja se 5 otoka, a to su Čiovo, Šolta, Brač, Hvar i Vis [124].

Sukladno važećem Prostornom planu Splitsko-dalmatinske županije, prema prostornim, fizičko-kemijskim i biološkim osobinama mora, morsko područje razgraničuje se na [125]:

- poluzatvorene zaljeve (Kaštelanski, Marinski, Trogirski)
- kanale (Splitski, Brački, Hvarski, Viški) i
- otvorene vode Srednjeg Jadrana.

Daljnje razgraničenje morskog prostora u cilju identifikacije značajnih lokaliteta koji su od posebne važnosti za razvoj bioloških vrsta na kojima postoji ili se pak daje prijedlog za uvođenje određenog oblika zaštite, uključivši i područja pogodna za ribarenje koja se obavljaju u morskom području županije: akvatorij Trogirskog i Marinskog zaljeva, akvatorij otoka Drvenik Veliki i Drvenik Mali, akvatorij otoka Šolte, Splitski kanal, Brački kanal, Kaštelanski zaljev, Hvarski kanal, Neretvansko-korčulanski kanal, Viški i Biševski kanal i akvatorij otoka Jabuke.

Morske površine namijenjene za prometne djelatnosti razgraničuju se na plovne putove, luke i aerodrome na vodi.

Nadalje, prema osnovnoj namjeni luke se razvrstavaju na luke otvorene za javni promet i luke posebne namjene. Dalje se luke otvorene za javni promet prema veličini i značaju dijele na luke osobitog (međunarodnog) gospodarskog interesa za Republiku Hrvatsku (D), luke županijskog značaja (Ž) te luke lokalnog značaja (L). Luke posebne namjene prema značaju dijele se na luke od značaja za Republiku Hrvatsku (D) te luke županijskog značaja (Ž).

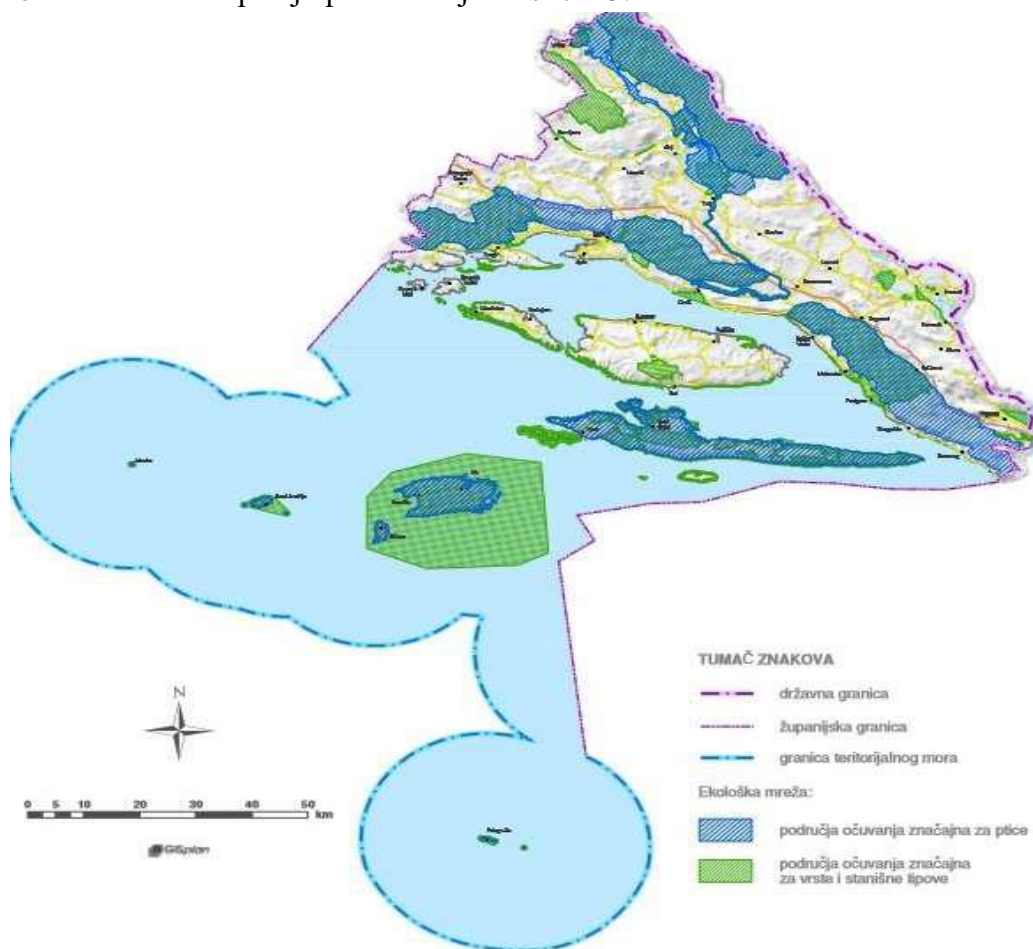
Splitsko-dalmatinska županija ima jednu nacionalnu (Split) i 51 županijsku i lokalnu luku. Popis županijskih luka s pratećim podacima vezano za poziciju, broj vezova (komunalnih i nautičkih), površinu pristaništa i akvatorija, kao i popis marina i dostupnih vezova te lokacije na kojima su odobrene koncesije za sidrenje dostupni su u prilogu 4.

Na području Republike Hrvatske u 2023. godini ukupno je 224 luke nautičkog turizma, a na području Splitsko-dalmatinske županije nalazi se 37 luka nautičkog turizma (tablica 12.) [30].

Tablica 12: Broj luka nautičkog turizma u 2023. godini [30]

	Ukupno	Sidrište	Privezište	Suha marina	Marina I. kategorije	Marina II. kategorije	Marina III. kategorije	Marina 2 sidra	Marina 3 sidra	Marina 4 sidra	Marina 5 sidra	Odlagališ te plovnih objekata
Republika Hrvatska	224	79	17	20	5	12	16	10	11	8	3	43
Splitsko-dalmatinska županija	37	10	3	5	-	3	3	3	1	2	-	7

Ako se promatra komponenta vezana uz zaštićena morska područja, važno je istaknuti kako je u Splitsko-dalmatinskoj županiji proglašeno 57 morskih područja koja spadaju u ekološku mrežu Natura 2000. Sveukupno ekološka mreža obuhvaća 99.281,84 ha, točnije 10,5 % mora Splitsko-dalmatinske županije. Od stanišnih tipova Natura 2000 na području županije nalaze se: *pješčana dna trajno prekrivena morem* (Natura kod: 1110), *naselja posidonije - Posidonion oceanicae* (Natura kod: 1120), *estuariji* (Natura kod: 1130), *muljevita i pješčana dna izložena zraku za vrijeme oseke* (Natura kod: 1140), *obalne lagune* (Natura kod: 1150), *velike plitke uvale i zaljevi* (Natura kod: 1160), *grebeni* (Natura kod: 1170) te *preplavljene ili dijelom preplavljene morske špilje* (Natura kod: 8330) [126]. Područje ekološke mreže Natura 2000 za Splitsko-dalmatinsku županiju prikazano je na slici 15.



Slika 15: Područja ekološke mreže u Splitsko-dalmatinskoj županiji [126]

Što se tiče planova upravljanja i mjera za očuvanje ciljanih vrsta i staništa činjenica je da za područja ekološke mreže kako na prostoru RH, pa tako i na prostoru Splitsko-dalmatinske županije takvi planovi i mjere ne postoje. Upravo navedeno predstavlja značajan problem za kontekst očuvanja morskih staništa (primjerice posidonije), jer nisu propisane aktivnosti koje doprinose očuvanju. Vrlo se često ističe kako ponavljajuće obaranje sidra u nautičkim destinacijama značajnije utječe na devastaciju podmorja nego trajni sustav ekološki prihvatljivog sustava sidrenja [126]. Upravo je najveći problem u morskom staništu posidonije koje vrlo često bude uništeno lošim obaranjem sidra. Upravo je u ovom cilju Splitsko-

dalmatinska županija krenula u identifikaciju potencijalnih lokacija za sidrišta te izradu prateće Studije zaštite podmorja ekološke mreže Natura 2000 na sidrištima Splitsko-dalmatinske županije – I faza.

Pretraživanjem dostupnih podataka na stranici informacijskog sustava zaštite prirode - Bioportal [104], istražene su ekološke značajke pojedinih lokacija sidrišta, uključivši i informaciju vezanu uz potencijalno zagušenje.

6.1.2. Analiza prometa na odabranom području

Pomorski promet na području Splitsko-dalmatinske županije izrazito je sezonalan. Upravo za vrijeme sezone (lipanj-rujan) dolazi do značajnog porasta putničkog prometa (domaćeg i međunarodnog), ali i povećanja prometa rekreacijskih plovila, odnosno plovila u nautičkom turizmu. Prema dostupnim podacima ako se prati mjesečna dinamika broj plovila i dana boravka plovila u tranzitu u lukama nautičkog turizma, vidljivo je da je više od 50 % prometa zabilježeno tijekom srpnja i kolovoza, a ako se uključe lipanj i rujan, taj se postotak penje preko 80 % [127].

S obzirom na to da je luka Split glavna državna luka na području županije, glavni plovidbeni putovi usmjereni su prema luci. Što se tiče tranzitnih putova (međunarodnih), oni se uglavnom protežu uz rubne dijelove Splitsko-dalmatinske županije prema otvorenom moru. Glavnina međunarodnog tranzitnog prometa i pomorskog prometa odvija se u širem području otoka Palagruže, dok se manji dio tranzitnog međunarodnog prometa odvija u području oko otoka Visa. Najvažniji je međunarodni poprečni plovidbeni put između Splita i Ancone, dok najvažniji lokalni plovidbeni putovi povezuju luku Split s otocima (Brač, Šolta, Drvenik, Hvar, Vis, Korčula). Iz navedenog je jasno kako su prilazni putovi luci Split najopterećeniji obalni plovidbeni putovi Splitsko-dalmatinske županije [127].

Plovidbeni putovi nautičkog turizma povezuju nautičke centre s najatraktivnijim turističkim odredištima na Jadranu (obalni gradovi, parkovi prirode i nacionalni parkovi, otoci, uvale). Najveći otoci županije ujedno su i najvažnije turističke (nautičke) destinacije (Brač, Hvar, Vis, Šolta, Drvenik). Plovidbeni putovi formiraju se većinom uz obalu [127].

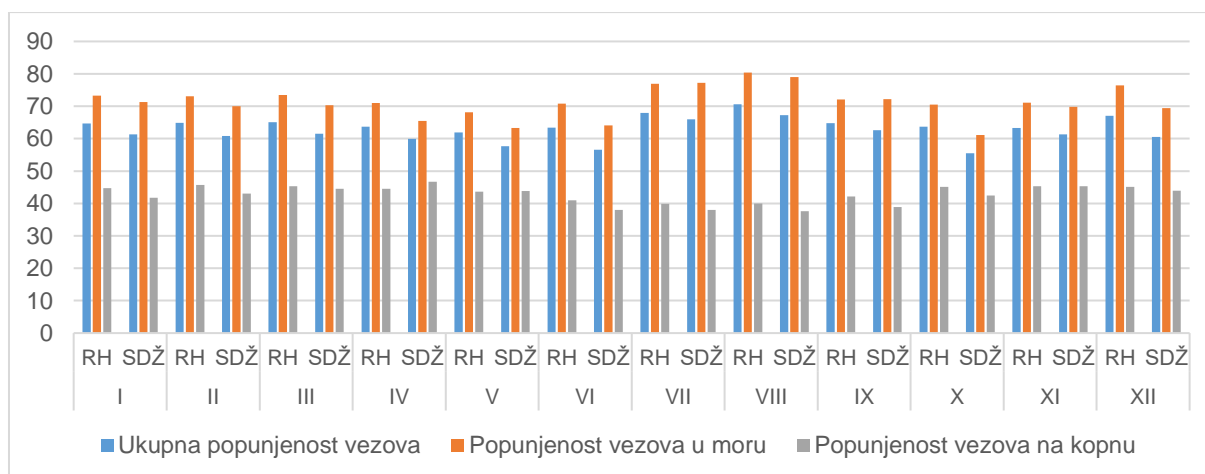
Glavna odredišta, odnosno zone privlačenja prometa su marine, luke i lučice. Ako se promatra komponenta vezana za broj dostupnih vezova te površina akvatorija, prema dostupnim podacima u tablici 13., jasno je vidljivo kako se površina akvatorija i broj vezova mijenjao (rastao) tijekom jedanaestogodišnjeg razdoblja.

Tablica 13: Broj dostupnih vezova i prateća površina u namjeni nautičkog turizma za područje Splitsko-dalmatinske županije
Izvor: autorica prema [30]

Godina	Površina akvatorija, m ²	Broj vezova	Broj mjesta za smještaj plovila na kopnu	Ukupna površina prostora na kopnu, m ²
2011.	239.150	1.913	443	74.289
2012.	255.278	2.238	494	77.760
2013.	258.810	2.021	503	77.760
2014.	323.671	2.332	633	74.689

2015.	405.700	2.290	553	77.732
2016.	434.830	2.451	603	81.262
2017.	427.330	2.414	593	91.862
2018.	574.862	2.370	753	95.032
2019.	588.432	2.446	873	102.832
2020.	602.933	2.600	885	103.336
2021.	661.460	2.684	1.083	119.385
2022.	661.698	2.634	1.094	125.339

Na grafikonu 5. prikazana je prosječna popunjenost kapaciteta vezova za luke nautičkog turizma po mjesecima. Primjerice, ako se promatra popunjenost vezova u moru, zanimljivo je istaknuti kako su mjeseci srpanj i kolovoz za Splitsko-dalmatinsku županiju približno jednaki onima na razini države, vrijednosti se razlikuju za 1 % u mjesecu srpnjuj, odnosno 0,5 % u mjesecu kolovozu. Jednako tako, vidljivo je kako je u 2022. godini, podsezona (rujan i listopad) jednako ostvarila vrlo visoke rezultate.



Grafikon 5: Prosječna popunjenost kapaciteta vezova u lukama nautičkog turizma po mjesecima za 2022. godinu (u %)

Izvor: autorica prema [30]

Nadalje, prethodno je istaknut statistički način praćenja dinamike i broja gostiju u nautičkom turizmu za područje Republike Hrvatske, a u prilogu 4 prikazani su dostupni podatci iz *e-visitora* za područje Splitsko-dalmatinske županije. Ponovno je važno istaknuti kako se pokazatelji u nautičkom turizmu iskazuju prijavama u lukama ukrcaja, odnosno svako registrirano putovanje pripisuje se luci ukrcaja, a ostalo se računa noćenjima.

Ako se promatra mjesec srpanj 2023. godine, statistika pokazuje kako glavninu prometa u nautičkom turizmu ostvare strani gosti pri čemu su strani gosti u srpnju ostvarili 44.348 dolazaka i 281.749 noćenja [128]. Ostatak pripada domaćim gostima. Nadalje, jednako je vidljivo kako primjerice u pojedinim lukama nije zabilježen niti jedan dolazak, odnosno noćenje, što zasigurno ne znači da u tim lukama nije bilo gostiju. Navedeno potvrđuje da korištena metodologija praćenja ima manjkavosti, posebno stoga što se radi o atraktivnim lokacijama (primjerice Komiža, Pučišća, Bobovišća, Jelsa, itd.). Velik broj dolazaka je logično zabilježen u većim nautičkim centrima/mjestima (ACI Split, ACI Trogir, Marina Kaštela,

Marina Trogir, Seget Donji, Split, Trogir), pri čemu treba uzeti u obzir činjenicu da glavina gostiju iznajmljuje plovila, a upravo su u ovim mjestima glavne *charter* baze u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

Osim navedenih podataka zatraženi su i podatci Udruženja pružatelja usluga smještaja na plovilima – *charter* koje djeluje pri Hrvatskoj gospodarskoj komori. Isto Udruženje vodi detaljnu statistiku vezano za ukupan broj *charter* gostiju (domaćih i stranih) koji posjećuju Republiku Hrvatsku, broj brodova u floti te broj izdanih prijava dolaska stranih jahti i brodica u svakoj godini. Prema dostupnim podacima u 2023. godini na području Republike Hrvatske boravilo je 585.369 *charter* gostiju, od čega je 42211 bilo hrvatskih gostiju [97].

6.2. Izrada prometne mreže odabranog područja

Slijedeći metodološke odrednice za kreiranje prilagođene prometne mreže na kontekst pomorskog prometa, prvi korak uključuje identifikaciju zona koje su produktori i atraktori putovanja. Produktori i atraktori putovanja u pomorskom prometu su luke, lučice, marine, sidrišta i uvale.

Prethodno je u potpoglavlju 6. 1. istaknut broj luka, marina i sidrišta na području županije te je iz njega vidljivo kako na području županije postoji značajan broj luka ili marine koje bi potencijalno mogle biti zone. S obzirom na navedeno, detaljnijom analizom statističkih podataka o broju dolazaka i noćenja nautičkih gostiju po pojedinim lukama od 2021. do 2023. te uvidom u broj naplaćenih pristojbi za vez u lukama na području Splitsko-dalmatinske županije [101] napravljena je reorganizacija zona te spajanje pojedinih zona, posebno kada je riječ o velikom broju marina i luka na malom području. Primjerice, na području otoka Brača u malom akvatoriju postoji luka od županijskog značaja Milna, ACI marina Milna, Marina Kanarija te Milna Vlaška. Navedena luka i marine združene su u jednu zonu imena Milna. Jednako tako, na području Trogira vrlo je slična situacija pa postoji luka od županijskog značaja Trogir, ACI Trogir, marina SCT Trogir i Marina Baotić; ponovno su i u ovom slučaju navedene zone združene u jednu. Na području Splita, ulaskom u Splitski bazen tri su luke u kojima se moguće privezati, luka Split, Zapadna obala i Aci marina Split, sve su tri združene u istu zonu. Slično se događa i kod zona koje, uz primjerice luku ili marinu, u istom području imaju i koncesijska odobrenja za sidrenje (sidrišta), tada su navedena sidrišta pripojena luci/marini tog područja.

Treba istaknuti da su pojedine zone u kojima nije zabilježeno niti jedno noćenje ili dolazak u razdoblju 2021. - 2023. izostavljene iz modela, odnosno nisu uključene u analizu. Uz naveden broj gostiju, promatrala su se još dva čimbenika: broj dostupnih vozova te naplaćene pristojbe za vez od Lučke uprave Splitsko-dalmatinske županije. Ako nije bilo naplaćenih pristojbi te nije bilo zabilježenih gostiju navedene se zone nisu promatrale. Jednako tako, u nekim zonama primjerice nisu bili zabilježeni dolasci i noćenja nautičara, ali su bile naplaćene pristojbe, te su takve navedene zone uključene u analizu. Jednako vrijedi i za dostupnost veza u pojedinoj zoni.

Slijedom navedenog, reorganizirane su zone na odabranom području interesa te su iz promatranja izdvojene sljedeće luke: Arbanija, Brela, Drvenik, Gradac, Igrane, Mimice, Mirca, Nečujam, Pisak, Podgora, Povelja, Slatine, Sumartin, Vinišće Zaostrog i Živogošće. Sljedeće luke i marine pripojene su u jedinstvene zone:

1) Zona Kaštela (marina Kaštela, Kaštel Gomilica, Kaštel Lukšić, Kaštel Kambelovac, Kaštel Stari, Kaštel Sućurac) pri čemu treba istaknuti kako u svim navedenim Kaštelima lučka pristojba nije bila naplaćena, stoga se donijela odluka o pripajanju u jedinstvenu zonu, a to je područje marine Kaštela koja se nalazi u Kaštel Gomilici.

2) Zona Trogir (luka Seget Donji, luka Trogir, ACI Trogir, marina SCT Trogir i Marina Baotić)

3) Zona Split (ACI marina Split, luka Split, Zapadna obala, Stobreč), s obzirom na to da su u Stobreču dostupna samo 4 nautička veza, a administrativno pripada Splitu, donesena je odluka o pridruživanju.

4) Zona Milna (luka od županijskog značaja Milna, ACI marina Milna, Marina Kanarija te Milna Vlačka)

5) Zona Baška voda (luka Baška voda, marina Baška voda, marina Ramova)

6) Zona Hvar (luka Hvar i luka Vira)

7) Zona Marina (luka Marina i marina Agana)

8) Zona Maslinica (luka Maslinica i marina *Martinis Marchi*)

9) Zona Podstrana (luka Podstrana i marina Lav)

10) Zona Vrboska (luka Vrboska i ACI Vrboska).

Za svaku od identificiranih zona kreirani su tzv. korisnički atributi, a to su redom: površina akvatorija, broj vezova, broj *charter* vezova, broj benzinskih crpki, broj restorana, broj trgovina, broj barova, broj koncerata, atrakcija u blizini, zaštićeno područje (geopark, nacionalni park), *Posidonia oceanica* – ako je prisutna unutar zone. Uz navedene attribute kreirani su i drugi atributi koji opisuju zonu. Popis svih kreiranih korisničkih atributa s njihovim nazivima dostupan je u tablici 14.

Tablica 14: Popis kreiranih korisničkih atributa zone u računalnom programu VISUM

Izvor: autorica

Objekt	Atribut ID	Puni naziv atributa	Vrsta atributa (brojka, teksta, formula)	Deskriptivni opis atributa
ZONA	AKV	Površina akvatorija u m ²	brojčani	površina akvatorija koji zauzima zona
ZONA	ATRAKCIJA	Atrakcija	brojčani	postoji atrakcija u blizini (NP, park prirode, park-šuma)
ZONA	ATTRAPONDERPOI	AttrPonderPOI	decimalni broj	ponder atraktivnosti određene zone, odnosno nalazi li se određena zona u blizini neke interesne točke
ZONA	ATTRPONDERCHART	AttrPonderChart	decimalni broj	ponder atraktivnosti otočnih lokacija za najam charter plovila
ZONA	BAR	Bar	brojčani	broj disko barova
ZONA	BAY	Broj uvala	brojčani	broj atraktivnih uvala u neposrednoj blizini
ZONA	BOOLOV_OPERATOR	BOOL	kategorijska varijabla/ <i>Bool</i> -ov operator	kategorijska varijabla
ZONA	BRISPL	BrISpl	brojčani	broj isplova na razini mjeseca po lukama (podatak lučke uprave)
ZONA	BRUPL	BrUPL	brojčani	broj uplova na razini mjeseca po lukama (podatak lučke uprave)

ZONA	BS	Broj sidrenih mjesta	brojčani	broj dostupnih mjesta za sidrenje
ZONA	CHART	Charter agencija	kategorijska varijabla/Bool-ov operator	mogućnost iznajmljivanja plovila u blizini
ZONA	CHART_VEZ	CHART_VEZ	brojčani	broj charter vezova (plovila za najam)
ZONA	FREQUENCYRATE	FrequencyRate	decimalni broj	broj putovanja dnevno
ZONA	FS	Pumpna stanica	brojčani	pumpna stanica u neposrednoj blizini
ZONA	GEOP	Geo park	tekst	područje zone ima kategoriju geoparka
ZONA	INLAND_ARR_CH_SHARE	Charter arrivals TrSys share	decimalni broj	udjeli turista u charteru prema prijevoznom sredstvu koje koriste u dolasku (cesta-zrakoplov)
ZONA	KONC	Konc	brojčani	broj koncerata na području zone
ZONA	MT	Potencijalne prijetnje okolišu	tekst	potencijalne prijetnje okolišu: uvučenost obale, zabilježeno smeće, velika koncentracija nautičkih sportova, ribolova
ZONA	NATURA2000	Natura 2000	tekst	zona je u mreži natura 2000
ZONA	NAUTIČARI	Nautičari	brojčani	broj dolazaka nautičkih gostiju - podatak hrvatske turističke zajednice
ZONA	PENAL	VP	decimalni broj	vrijednost penala, zaštićeno područje
ZONA	PO	<i>Posidonia oceanica</i>	tekst	u području je zabilježena zaštićena vrsta <i>posidonia oceanica</i>
ZONA	POI	POI	brojčani	u neposrednoj blizini nalaze se nautičke atrakcije
ZONA	R	Restorani	brojčani	broj restorana u neposrednoj blizini
ZONA	SHAREINLAND_HP_OP	ShareInland	decimalni broj	udio turista koji dolazi kopnom, ali ima vlastito plovilo
ZONA	SHARESEA_HP-OP	ShareSea	decimalni broj	udio turista koji dolazi morskim putem vlastitim plovilom
ZONA	TRG	Trg	brojčani	broj trgovina
ZONA	TURISTI	BROJ TURISTA	brojčani	broj turista na razini mjeseca za područje županije
ZONA	VEZ	Vez	brojčani	broj vezova

Nadalje, u tablici 15. prikazane su identificirane zone s pripadajućim kreiranim korisničkim atributima i njihovim vrijednostima pri čemu su izdvojeni samo pojedini atributi koji opisuju zonu. Jednako tako, svi podatci u tablici odnose se na mjesec kolovoz 2023., a za izradu tablice korišteni su izvori [52, 115, 121–124].

Tablica 15: Popis zona odabranog područja s izdvojenim atributima koji je opisuju

Izvor: autorica prema [52, 115, 121–124]

Naziv zone	Vez	Mogućnost najma chartera	Kulturne i festivalske manifestacije	Broj restorana	Trgovine	Natura 2000	<i>Posidonia oceanica</i>	Crpka
BAŠKA VODA	49	<input type="checkbox"/>	8	33	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SPLIT	422	<input checked="" type="checkbox"/>	55	509	449	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HVAR	50	<input checked="" type="checkbox"/>	2	117	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KOMIZA	84	<input type="checkbox"/>	14	24	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
VIS	196	<input type="checkbox"/>	3	39	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
BOL	150	<input type="checkbox"/>	1	43	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TROGIR	730	<input checked="" type="checkbox"/>	12	102	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
VRBOSKA	204	<input checked="" type="checkbox"/>	6	14	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
BOBOVIŠĆE	115	<input type="checkbox"/>	1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JELSA	186	<input type="checkbox"/>	1	50	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
STARIGRAD	462	<input type="checkbox"/>	1	49	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KAŠTELA	420	<input checked="" type="checkbox"/>	5	50	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
KRILO	83	<input type="checkbox"/>	5	4	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MAKARSKA	62	<input checked="" type="checkbox"/>	33	108	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MARINA	246	<input checked="" type="checkbox"/>	11	17	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MILNA	462	<input type="checkbox"/>	10	19	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MASLINICA	169	<input checked="" type="checkbox"/>	3	8	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SPLITSKA	36	<input type="checkbox"/>	1	4	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
STOMORSKA	142	<input type="checkbox"/>	1	9	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OMIŠ	169	<input type="checkbox"/>	3	54	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ROGAČ	74	<input checked="" type="checkbox"/>	1	2	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POSTIRA	105	<input type="checkbox"/>	3	13	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PUČIŠĆA	134	<input type="checkbox"/>	1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUĆURAJ	86	<input type="checkbox"/>	1	6	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUTIVAN	92	<input type="checkbox"/>	15	12	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PALMIŽANA	180	<input type="checkbox"/>	0	6	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUPETAR	237	<input checked="" type="checkbox"/>	5	31	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PODSTRANA	74	<input checked="" type="checkbox"/>	0	32	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EXT-MORE	0	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EXT-KOPNO	0	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZL	0	<input type="checkbox"/>	0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Od ukupno 31 zone, 28 su unutarnje zone, dok su 3 vanjske zone (vanjska zona na moru - EXT-MORE, vanjska zona na kopnu - EXT-KOPNO te zračna luka - ZL). Popis kreiranih zona s pratećim kraticama pojedine zone i kodom koji pojedinu zonu označava dostupan je u prilogu 5.

Prethodno su utvrđeni tipovi *linkova* u pomorskom prometu: *link* u slobodnoj plovidbi, *link* prilaza luci i *link* u manevriranju primijenjeni su na kontekst ove prometne mreže.

Zbog segmenta potražnje koji uključuju turiste koji nemaju vlastito plovilo te do određene luke, u kojoj će unajmiti plovilo, dolaze automobilom, kreirane su kopnene prometnice i trajektni *linkovi* za otočne zone u kojima postoji mogućnost najma plovila.

6.3. Generiranje putovanja po razvijenim stratumima potražnje

S obzirom na to da se funkcije produkcije i atrakcije razlikuju po pojedinom stratumu potražnje, niže su zasebno istaknuti modelirani stratumi potražnje s pratećim faktorima za generiranje *Home to Port* i *Port to Port* putovanja.

6.3.1. Primjena kreirane metodologije za produkciju *Home to Port* i *Port to Port* putovanja

Za produkcije putovanja koriste se formule predstavljene u poglavlju 5. pri čemu se kao broj turista uzima ukupan broj turista na području Splitsko-dalmatinske županije u mjesecu kolovozu 2023. U tablici 16. istaknuti su parametri koji se vežu uz generiranje putovanja.

Tablica 16: Modelirani stratumi potražnje s pratećim faktorima za generiranje putovanja

Izvor: autorica

Naziv stratuma potražnje	Kratica	Faktori za generiranje putovanja	Formula/ <i>Production function</i>	Balansiranje po produkciji i atrakciji
<i>Home to port</i> putovanja turista koji nemaju vlastito plovilo.	HP-NT-EKST	regresijska jednadžba sukladno modelu	$y=881,8175+0,03196*891208$	produkcija
<i>Home to port</i> putovanja turista koji imaju vlastito plovilo iz vanjskih zona.	HP-NT-SEA	regresijska jednadžba sukladno modelu	$x=(\% \text{udio osoba na vlastitom plovilu})/(\% \text{udio osoba koji unajmljuju charter}) * \text{broj charter turista}$	produkcija
<i>Home to port</i> putovanja turista s vlastitim plovilom iz internih zona.	HP-NT-INT	regresijska jednadžba sukladno modelu	$x=(\% \text{udio osoba na vlastitom plovilu})/(\% \text{udio osoba koji unajmljuju charter}) * \text{broj charter turista}$	produkcija
<i>Port to port</i> putovanja-putovanja između luka nautičkih turista.	PP-ALL	Rezultat distribucije HP putovanja za sva plovila (charter i osobno plovilo). Transformacija putovanja na temelju faktora popunjenosti po svakom pojedinom segmentu. Objedinjavanje segmenata u jedan (DIS-HP). Frekvencija putovanja	PP-ALL=DIS-HP*[FREQUENCYRATE]	produkcija

Nadalje, potrebno je istaknuti pojedine osobitosti vezane uz raspodjelu udjela po eksternim zonama pri generiranju *Home to Port* putovanja. Hrvatska je izrazita autodestinacija, što potvrđuje i TOMAS nautika jahting istraživanje [80], s obzirom na to da glavnina gostiju dolazi automobilom. Slijedom dostupnih podataka [80], produkcija putovanja za nautičare koji unajmljuju *charter* kreće iz dvije eksterne zone (zračna luka i eksterna zona kopno) pri čemu vrijedi pretpostavka da veći broj turista dolazi automobilom te je veći udio od ukupno određene produkcije za *charter* stavljen na eksternu zonu kopno (62 %) u odnosu na eksternu zonu zračna

luka (38 %). Navedeni udjeli prikazani su u posebno kreiranom korisničkom atributu [INLAND_ARR_CH_SHARE].

U proračunu produkcije putovanja turista s vlastitim plovilom treba istaknuti kako turisti s osobnim plovilom koji predstavljaju 40 % ukupne potražnje mogu doći iz eksterne zone na moru, eksternih zona na kopnu (zračna luka i kopno) te iz svih ostalih zona u kojima imaju ili drže plovilo, dok osam posto (8 %) turista s osobnim plovilom dolazi iz eksterne zone na moru [80]. Navedeni udio prikazan je u posebno kreiranom korisničkom atributu [SHARESEA-HP-OP].

Ostatak turista s osobnim plovilom raspoređuje se, odnosno kreće na putovanja iz preostalih zona, internih i eksternih. Raspodjela udjela zona koje sudjeluju u produkciji putovanja OP nije ravnomjerna. Raspodjela se radi ovisno o broju vezova u pojedinim zonama. Preciznije, zone su raspodijeljene prema broju vezova u nekoliko kategorija (do 50 vezova, do 100, do 150 itd.) te vrijedi pretpostavka da ako je u pojedinoj zoni veći broj vezova, samim time se iz te luke generira i veći broj putovanja, s obzirom na to da nautičari imaju na raspolaganju više kapaciteta za privezivanje broda u toj zoni. Odnosno, zona koja ima veći broj vezova ima i veći udio u produkciji putovanja. Navedeni udjeli prikazani su u posebno kreiranom korisničkom atributu [SHAREINLAND_HP-OP].

Nakon generiranja i distribucije *Home to Port* putovanja ključna stavka za generiranje putovanja između luka proces je transformacije broja putovanja po dobivenim segmentima potražnje na temelju faktora popunjenosti. Relevantnim podatkom u svezi s faktorom popunjenosti smatra se podatak o prosječnom broju osoba na vlastitim plovilima (2,5 osoba) te prosječnom broju osoba koje se nalaze na plovilima koja su u najmu – *charteru* (5 osoba). Kako bi se dobio ulazni podatak o ukupnoj populaciji koja kreće u realizaciju putovanja između luka, osim transformacije broja putovanja na temelju faktora popunjenosti, potrebno je objediniti sve segmente potražnje u jedan. Navedeni proces objedinjavanja rezultira ukupnom populacijom koja sudjeluje u generiranju putovanja između luka. Slijedom navedenih koraka, ukupna produkcija putovanja između luka dobije se na temelju frekvencije putovanja te objedinjene distribucijske matrice HP putovanja.

6.3.2. Definiranje funkcije atrakcije kod *Home to Port* putovanja i *Port to Port* putovanja

Važno je razlučiti funkciju atrakcije koja vrijedi kod *Home to Port* putovanja u odnosu na onu koja je razvijena za *Port to Port* putovanja.

6.3.2.1. Funkcija atrakcije kod *Home to Port* putovanja

Naime, tijekom početnih, odnosno *Home to port* putovanja prvo treba istaknuti HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo. Dakle, ono što privlači nautičare u određenu zonu kod ovih putovanja jest broj *charter* vezova [CHART_VEZ], odnosno mogućnost najma *charter* plovila u pojedinoj zoni. Treba naglasiti kako nemaju sve zone mogućnost najma *chartera*, već ih ima samo nekoliko, uglavnom većih zona. Jednako tako, nekoliko je zona na otocima u kojima je moguće iznajmiti *charter* plovilo te je do navedenih zona kreiran i poseban trajektni *link*. Kako bi se osigurala distribucija HP putovanja nautičkim *charterom* i u otočnim zonama, u funkciju atrakcije dodan je [PONDERCHART] koji množi, odnosno uvećava broj

vezova u *charteru* za one zone koje se nalaze na otocima kako bi se dio početnih HP putovanja uspio raspodijeliti i na te zone. S obzirom na to da je iznimno mali broj plovila dostupan za najam u otočnim destinacijama, *ponder* je kalibriran tako da maksimalna vrijednost kojom se množi broj *charter* vezova u određenoj otočnoj destinaciji ne prelazi 10 % vrijednosti od najvećeg broja *charter* vezova koji je dostupan za najam.

Druga su stavka HP putovanja turista koji imaju osobno plovilo, a razlikuju se putovanja iz zona na moru te internih zona na kopnu u kojima turisti drže svoje plovilo. Funkcija je atrakcije kod oba segmenta potražnje (kopno-more) ista. Preciznije, ono što privlači nautičare da odaberu određenu destinaciju broj je vezova [VEZ] u toj zoni i eventualna blizina određene prirodne ili kulturne destinacije [PonderPOI]. Definirane funkcije atrakcije po pojedinom segmentu potražnje prikazane su u tablici 17.

Tablica 17: Prikaz modeliranih stratuma potražnje s pripadajućim funkcijama atrakcije
Izvor: autorica

Naziv stratuma potražnje	Kratice stratuma potražnje	Funkcija atrakcije
<i>Home to port</i> putovanja turista koji nemaju vlastito plovilo.	HP-NT-EKST	[CHART_VEZ]* [PONDERCHART]
<i>Home to port</i> putovanja turista koji imaju vlastito plovilo iz vanjskih zona.	HP-NT-SEA	[VEZ]*[PonderPOI]
<i>Home to port</i> putovanja turista s vlastitim plovilom iz internih zona.	HP-NT-INT	[VEZ]*[PonderPOI]

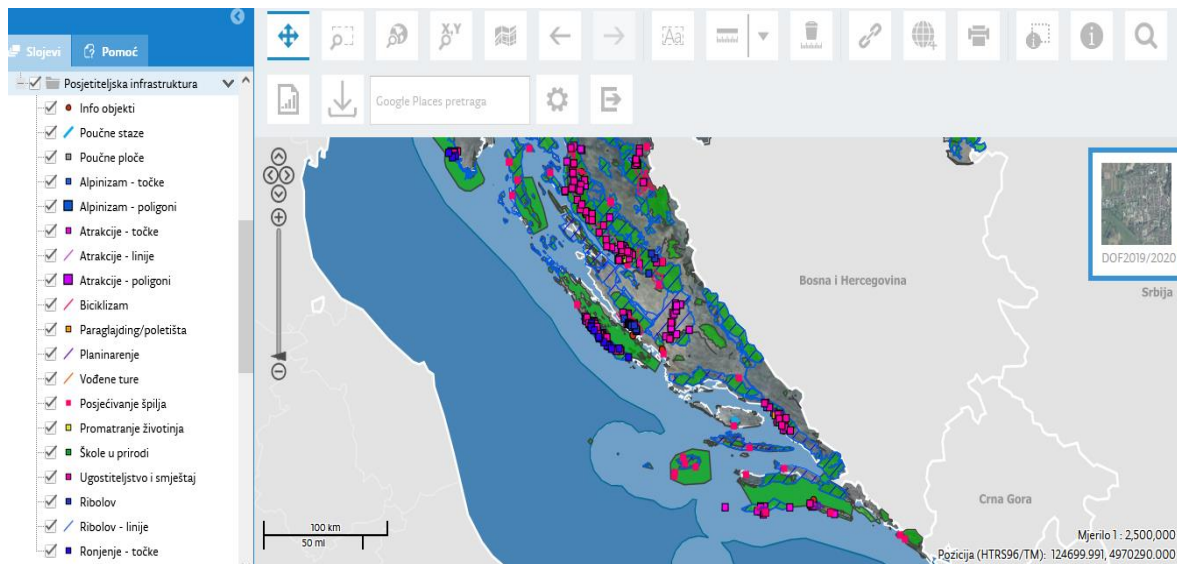
6.3.2.2. Definiranje funkcije atrakcije kod *Port to port* putovanja

Slijedeći predstavljenu metodologiju vezano za definiranje kriterija za određivanje funkcije atrakcije određene zone napravljen je proračun težinskih koeficijenata (*pondera*) za svaki pojedini atribut zone za koji je određeno da ima utjecaj na odabir zone.

Na temelju navedenih najatraktivnijih 5 aktivnosti za svaku zonu interesa identificirani su sljedeći podatci: broj restorana (uključivši i broj restorana s *Michelin* zvjezdicom), broj trgovina, broj kafića i slastičarnica, broj disko barova te postojanje prirodnih i kulturnih znamenitosti (ribolovna područja, poučne staze, biciklističke staze, posjećivanje špilja, ronjenje).

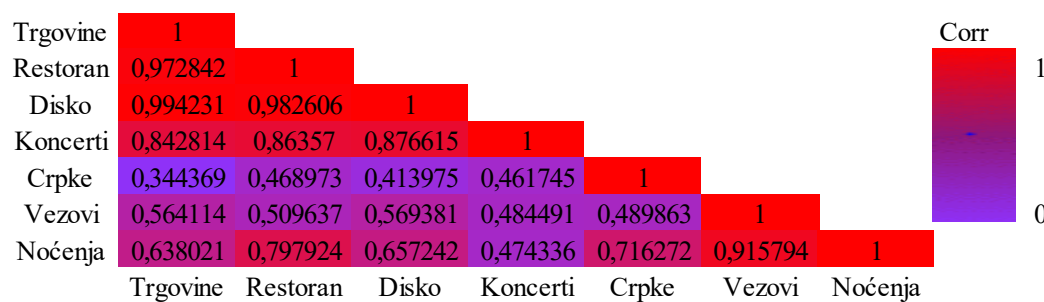
Kod identifikacije potrebnih podataka za svaku od navedenih varijabli važno je istaknuti sljedeće: za identifikaciju broja trgovina pri čemu se promatrao samo broj trgovina koji prema Nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti-NKD iz 2007. uključuje skupine 47.6. *Trgovina na malo proizvodima za kulturu i rekreaciju u specijaliziranim prodavaonicama* i 47.7. *Trgovina na malo ostalom robom u specijaliziranim prodavaonicama* korišteni su podatci Digitalne komore od strane Hrvatske gospodarske komore [102]. Za identifikaciju broja restorana, broja kafića, slastičarnica te disko barova korišteni su podatci Udruženja ugostiteljskih djelatnosti pri HGK-u [102], baze restorana u Republici Hrvatskoj – Gastronom [129] te TripAdvisor [130]. Za identifikaciju postojanja pojedine kulturne ili prirodne atrakcije korišteni su podatci Bioportala [104] pri čemu su uključeni sljedeći slojevi (engl. *layer*) prikazani na slici 16: ekološka mreža Natura 2000, posjetiteljska infrastruktura (info objekti, poučne staze, poučne ploče, alpinizam,

atrakcije, biciklizam, paraglajding, planinarenje, vođene ture, posjećivanje špilja, promatranje životinja, škole u prirodi, ugostiteljstvo i smještaj, ribolov, ronjenje). Za identifikaciju broja koncerata i kulturnih događanja u pojedinoj zoni korištene su stranice Turističke zajednice Splitsko-dalmatinske županije i Grada Splita [131], [132]. Svi podatci korišteni za proračun odnose se na podatke dostupne u 2023. godini, mjesecu kolovozu.



Slika 16: Isječak s Bioportala s uključenim slojevima vezanim za identifikaciju prirodnih i kulturnih atrakcija [104]

Po identifikaciji atributa koji imaju utjecaj na atraktivnost područja, navedeni atributi stavljeni su u korelaciju s brojem noćenja u pojedinoj zoni. Toplinska karta prikazana je na slici 17.



Slika 17: Korelacijski međuodnos faktora koji utječu na atraktivnost područja s brojem noćenja prikazan na toplinskoj karti

Izvor: autorica

U konkretnom primjeru, za vrijednosti dobivenih korelacija (slika 18.) napravljena je usporedba u parovima za svaki element koji se nalazi na istoj razini, potom je za dobivene usporedbe napravljena procjena relativne važnosti kriterija koristeći *Saatijevu* skalu. Dodijeljene vrijednosti, odnosno relativna važnost svakog pojedinog kriterija u odnosu na dobivene omjere težina prikazane su u tablici 18.

Tablica 18: Relativne važnosti kriterija u odnosu na dobivene omjere težina kriterija
Izvor: autorica

Kriterij	Trgovine	Restorani	Disko	Koncerti	Crpka	Vezovi
trgovine	1	3	1	3	2	4
restorani	3	1	3	5	2	3
disko	1	3	1	3	2	4
koncerti	3	5	3	1	4	6
crpka	2	2	2	4	1	3
vezovi	4	3	4	6	3	1

Nakon što su dodijeljene relativne važnosti kriterija (ocjene prema *Saatijevoj* skali) napravljen je proračun lokalnih težina kriterija (tablica 19.), a u ovom kontekstu vrijede gore opisana pravila, uključujući pravilo konzistentnosti i tranzitivnosti.

Tablica 19: Proračun lokalnih težina kriterija u promatranom području
Izvor: autorica

Kriterij	Trgovine	Restorani	Disko	Koncerti	Crpka	Vezovi
trgovine	1	0,33	1	3	0,5	0,25
restorani	3	1	3	5	2	0,33
disko	1	0,33	1	3	0,5	0,25
koncerti	0,33	0,2	0,33	1	0,25	0,16
crpka	2	0,5	2	4	1	0,33
vezovi	4	3	4	6	3	1
ukupno	11,33	5,36	11,33	22	7,25	2,33

Po dodjeljivanju ocjena i proračunu lokalnih težina, metodom normalizacije podataka dobivene su težinske vrijednosti svakog koeficijenta pri čemu se konačnom vrijednosti težine svakog pojedinog kriterija smatra srednja (prosječna) vrijednost. Navedeno je prikazano u tablici 20.

Tablica 20: Konačne vrijednosti težina pojedinih kriterija
Izvor: autorica

Kriterij	Trgovine	Restorani	Disko	Koncerti	Crpka	Vezovi	Težina kriterija (prosječna vrijednost)
trgovine	0,088235294	0,062111801	0,0882353	0,136363636	0,0689655	0,1071429	0,0925638
restorani	0,264705882	0,186335404	0,2647059	0,227272727	0,2758621	0,1428571	0,2194066
disko	0,088235294	0,062111801	0,0882353	0,136363636	0,0689655	0,1071429	0,0925638
koncerti	0,029411765	0,037267081	0,0294118	0,045454545	0,0344828	0,0714286	0,0436089
crpka	0,176470588	0,093167702	0,1764706	0,181818182	0,137931	0,1428571	0,1464489
vezovi	0,352941176	0,559006211	0,3529412	0,272727273	0,4137931	0,4285714	0,4054078
ukupno	1	1	1	1	1	1	1

U tablici 21. prikazane su definirane formule za funkcije produkcije i atrakcije koje se koriste za korak generiranja putovanja između luka.

Tablica 21: Prikaz funkcija atrakcije i produkcije za generiranje putovanja između luka
Izvor: autorica

Stratum potražnje	Funkcija produkcije	Funkcija atrakcije
PP-ALL	[MATCOLSUM(100)] *[FREQUENCYRATE]	([TRG]*0.092563821+[R]*0.219406645+[BAR]*0.092563821+[KONC]]*0.043608944+[FS]*0.14644893+[VEZ]*0.405407838)*[ATTRAPON DERPOI]

6.4. Distribucija putovanja

Za distribuciju putovanja u ovom modelu koristi se gravitacijski model pri čemu je potrebno definirati funkcije privlačnosti, odnosno impedancije te parametar c (PTV VISUM), odnosno β .

Prije same distribucije procedurom kalkulacije s matricama kreirane su odgovarajuće SKIM matrice za odabrane veličine kojima se iskazuje impedancija: vrijeme putovanja u uvjetima neopterećene mreže (TTO), udaljenost (DIS) i direktna udaljenost (DID). Kao funkcija impedancije kod distribucije HP putovanja uzima se udaljenost dok se kod distribucije putovanja između luka kao veličina impedancije uzima vrijeme putovanja TTO s obzirom na činjenicu da se može smatrati da je brzina putovanja, pa samim tim i vrijeme putovanja neovisno o broju plovila na *linku* te da je kapacitet neograničen. Detaljnije o parametrima za distribuciju gravitacijskim modelom prikazuje se u tablici 22. nakon proračuna parametra c za primjenu gravitacijskog modela.

6.4.1. Proračun kalibracijskog parametra u gravitacijskom modelu

Za proračun kalibracijskog parametra kod gravitacijskog modela korišten je *Hymanov* pristup opisan u razvijenoj metodologiji.

Kao polazne vrijednosti uzete su izračunate vrijednosti za produkcije i atrakcije *Home to Port* putovanja za četiri zone (Palmižana, Milna, Hvar i Vis). Vrijednosti za udaljenosti putovanja preuzete su iz kreirane SKIM matrice u programu VISUM (tablica 22.).

Tablica 22: Izvadak iz SKIM matrice, prikaz troškova putovanja između zona
Izvor: autorica

	Palmižana	Hvar	Milna	Vis
Palmižana	0	74,91007	76,8536	109,9556
Hvar	26,6718	0	91,1593	101,837
Milna	76,8536	91,9452	0	127,0195
Vis	103,9894	101,837	127,0195	0

Služeći se navedenim vrijednostima, vrijednošću srednje (prosječne) promatrane duljine putovanja te produkcijama i atrakcijama u navedenim zonama, napravljen je kod za proračun i kalibraciju β . Kod je pripremljen u R-u i prikazan u prilogu 3.

Vrijednost β koja je dobivena *Hymanovom* metodom za model ovog rada iznosi **-0,01**. Dobivena vrijednost blizu je 0 što bi značilo da se potvrđuje činjenica da nautičari biraju određenu destinaciju bez obzira na udaljenost, odnosno vrijeme putovanja do nje. Dakle, atraktivnost destinacije predstavlja glavni kriterij odabira.

Jednako tako, osim navedene metode korišten je i naivni pristup za testiranje dobivenih vrijednosti. *Hymanova* metoda korištena je na podacima koje generira model, dok je naivni pristup korišten na podacima koji su izvučeni iz lokatora.

S obzirom na to da dobiveni rezultati testiranja naivnim pristupom uključuju veliki set podataka prikazan je samo dio dobivenih rezultata (4 OD para, za vrijednosti β -0,01; -0,1; -0,2; -0,3; -0,8; -0,9; -1). U tablici 23. prikazane su dobivene vjerojatnosti putovanja između destinacija za različite vrijednosti β i pri različitim udaljenostima (minimalnim i maksimalnim između destinacija). Pri tumačenju tablice potrebno je istaknuti da plavo osjenčane vrijednosti predstavljaju OD parove kod kojih promjena između maksimalne i minimalne udaljenosti iznosi 12 NM, 30NM i 163NM (prethodno su u metodologiji opisane vrijednosti koje su referentne). Preciznije, između OD para 21, promjena između maksimalne i minimalne udaljenosti iznosi 12 NM, kod OD para 33, promjena između vrijednosti udaljenosti iznosi 163 NM, te kod OD para 44, promjena iznosi 30 NM.

Tablica 23: Vjerojatnosti putovanja između destinacija dobivene gravitacijskim modelom
Izvor: autorica

BETA -0,01									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,06049	0,02266	0,27515	0,19607	1	0,0604575	0,022661	0,2752991	0,19615
2	0,08354	0,03134	0,38061		2	0,0834012	0,031314	0,3801918	
3	0,10452	0,03925	0,47816		3	0,1048921	0,039339	0,4756231	
4	0,09300	0,03483		0,30266	4	0,0930303	0,034873		0,30208
BETA -0,1									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,061461669	0,022806872	0,272229	0,1947026	1	0,0611828	0,022838	0,2737458	0,19545
2	0,085463976	0,032110932	0,384233		2	0,0840134	0,031898	0,380038	
3	0,103999014	0,039518937	0,487484		3	0,1077446	0,040453	0,4621365	
4	0,092763394	0,034372888		0,305632	4	0,093092	0,034778		0,29988
BETA -0,2									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,062558011	0,022970711	0,268992	0,1931675	1	0,0619966	0,023035	0,2720203	0,19467
2	0,087629084	0,03298805	0,388212		2	0,0846967	0,032558	0,3798575	
3	0,103374469	0,039804675	0,49782		3	0,1109101	0,041693	0,4472165	
4	0,092498803	0,033867538		0,3089565	4	0,0931578	0,034671		0,29745
BETA -0,3									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,063666307	0,023132964	0,265762	0,1916218	1	0,0628187	0,023233	0,2702953	0,19389
2	0,089828476	0,03388137	0,392142		2	0,0853833	0,033231	0,3796667	
3	0,102702749	0,04007261	0,508124		3	0,1140663	0,042931	0,4323907	
4	0,092229513	0,033367645		0,3122986	4	0,0932206	0,034563		0,29503
BETA -0,8									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,069383969	0,023918356	0,249734	0,1837444	1	0,0670571	0,024234	0,2616804	0,18991
2	0,101331592	0,038590871	0,410979		2	0,0888632	0,036796	0,3785561	

3	0,098685869	0,041138111	0,558835		3	0,1295306	0,04905	0,3605383	
4	0,090813702	0,030949071		0,3292653	4	0,09349	0,034014		0,28308
BETA -0,9									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,070562029	0,024069849	0,246557	0,1821419	1	0,0679304	0,024436	0,25996	0,1891
2	0,103731468	0,039581185	0,414567		2	0,0895684	0,037551	0,3783019	
3	0,097761858	0,041295582	0,568756		3	0,132527	0,050245	0,3467813	
4	0,090516907	0,030481341		0,3327079	4	0,0935349	0,033902		0,28072
BETA -1									
MINIMALNA UDALJENOST					MAKSIMALNA UDALJENOST				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0,071751333	0,024219345	0,24339	0,1805314	1	0,0688124	0,02464	0,2582407	0,18829
2	0,106163651	0,040587534	0,418089		2	0,0902765	0,038319	0,3780368	
3	0,096801629	0,041434449	0,578586		3	0,1354815	0,051428	0,3332752	
4	0,090215655	0,030018874		0,3361664	4	0,093577	0,033789		0,27837

Ako se detaljnije pogledaju dobiveni rezultati, a posebno *OD* par 21 kod kojeg je promjena udaljenosti ujedno i *threshold* razvidno je da se vjerojatnost putovanja ne mijenja značajnije s promjenom udaljenosti od 12 NM. Točnije vjerojatnost putovanja između navedenih destinacija kada se vrijednost β postavi na kalibriranu *Hymanovom* metodom **-0,01** pri minimalnoj udaljenosti (odnosno najkraćim putom) iznosi 0,08354, a pri najvećoj udaljenosti iznosi 0,0834012. Promjena je dakle od 0,0001 što znači da promjena udaljenosti od 12 NM ne utječe značajnije na odluku da će turist nautičar zaista otputovati na određenu destinaciju. Promjena vjerojatnosti putovanja od 1 % za isti *OD* par vidljiva je tek kod vrijednosti β -0,4. Jednako tako, iz navedene tablice može se zaključiti da se značajnije promjene u vjerojatnosti putovanja u odnosu na promjenu udaljenosti vide tek kod velike promjene udaljenosti od 163 NM (odnosno kod *OD* para 33).

Slijedom navedenog niže u tablici 24. prikazani su parametri korišteni za pokretanje gravitacijskog modela i raspodjelu putovanja u modelu ovog rada.

Tablica 24: Vrijednosti kalibracijskog parametra korištenog kod gravitacijskog modela prema pojedinom stratumu potražnje

Izvor: autorica

Naziv stratuma potražnje	Kratice stratuma potražnje	Funkcija korisnosti	Gravitacijski model (tip funkcije)	Vrijednost parametra c	Parametri distribucije
<i>Home to port</i> putovanja turista koji nemaju vlastito plovilo.	HP-NT-EKST	Skim matrica – udaljenost OA	$f(c_{ij}) = e^{c_{ij}}$	-0,1	produkcija, dvostruko ograničeni
<i>Home to port</i> putovanja turista koji imaju vlastito plovilo iz vanjskih zona.	HP-NT-SEA	Skim matrica – udaljenost OP	$f(c_{ij}) = e^{c_{ij}}$	-0,01	produkcija, dvostruko ograničeni
<i>Home to port</i> putovanja turista s vlastitim plovilom iz internih zona.	HP-NT-INT	Skim matrica - udaljenost OA	$f(c_{ij}) = e^{c_{ij}}$	-1	produkcija, dvostruko ograničeni
<i>Port to port</i> putovanja - putovanja između luka nautičkih turista.	PP-ALL	Skim matrica TT0-OP	$f(c_{ij}) = e^{c_{ij}}$	-0,05	produkcija, dvostruko ograničeni

Iz gore navedene tablice vidljivo je kako se vrijednost parametra c kalibrirala ovisno o kojem se stratumu potražnje radi. Kod stratuma potražnje HP-NT-EKST, HP-NT-SEA, PP-ALL vrijednosti parametra c su u rasponu od 0 do -0,1 što znači da promjena udaljenosti ili

vremena putovanja neće značajnije utjecati na odabir destinacije i distribuciju putovanja. Jedino je u kategoriji HP-NT-INT vrijednost parametra c kalibrirana na -1 i to zato što vrijedi osnovna pretpostavka da će onaj tko ima vlastito plovilo zasigurno birati luku, odnosno zonu koja mu je najbliža za držanje plovila na vezu. Primjerice, ako netko živi u Splitu pretpostavka je da to isto plovilo drži i na vezu u Splitu, a ne u nekim drugim zonama. To bi značilo da će distribucija HP-NT-INT putovanja biti dominantna po dijagonali OD matrice, odnosno putovanja će biti dominantna u internim zonama iz kojih se kreće u generiranje putovanja.

6.4.2. Prijedlog penalizacije po pojedinoj zoni interesnog područja u skladu s definiranom metodologijom za penalizaciju

U razvoju metodologije modela istaknuto je da ako se promatra aspekt rekreacijske plovidbe, ono što može imati utjecaja kod proračuna generaliziranog troška putovanja jest dodjeljivanje atributa utjecaja na okoliš koji u tom slučaju može povećati vrijednost generaliziranog troška putovanja te učiniti određenu rutu ili destinaciju manje prihvatljivom.

Prateći korake za penalizaciju odabranog područja u tablici 25. istaknut je proračun penala po svakoj pojedinoj zoni. Navedene vrijednosti penala nisu testirane na modelu. Sam idejni pristup uključuje dodavanje određenog penala, odnosno njegove vrijednosti na konektor kao *AddValue*, s tim da se uz navedeno uključuje i povećani volumen prometa. Vrijednosti penala mogu se kalibrirati ovisno o promjenama i dostupnim podacima pri čemu je u ovom kontekstu odabran pristup koji je uključivao vrijednosti penala u rasponu od 0 do 1.

Tablica 25: Proračun penala za zone interesnog područja u skladu s definiranom metodologijom za penalizaciju

Izvor: autorica

Zona (NAZIV)	IUCN kategorija	Prisutna Posidonia oceanica	Područje geoparka	Zamijećeno zagašenje	Vrijednost penala
Baška Voda	IV	0	0	0	0,2
Bobovišća na moru	0	0	0	0	0
Bol	IV	da	0	da	0,5
Hvar	IV	da	0	0	0,4
Jelsa	IV	0	0	0	0,2
Kaštela	0	0	0	0	0
Komiža	IV	da	da	0	0,5
Krilo Jesenice	0	0	0	0	0
Makarska	IV	0	0	0	0,2
Marina	0	0	0	0	0
Maslinica	IV	da	0	da	0,5
Milna	0	0	0	da	0,1
Omiš	IV	0	0	0	0,2
Palmižana	IV	da	0	da	0,5
Podstrana	0	0	0	0	0
Postira	0	0	0	0	0
Pučićća	0	0	0	0	0
Rogač	0	0	0	0	0
Split	0	0	0	0	0
Splitska	0	0	0	0	0
Stari Grad	IV	0	0	0	0,2
Stomorska	0	0	0	0	0
Sućuraj	IV	0	0	0	0,2
Supetar	0	0	0	0	0

Sutivan	0	0	0	0	0
Trogir	0	0	0	0	0
Vis	IV	da	da	0	0,5
Vrboska	IV	0	0	0	0,2

Iz tablice 25. vidljivo je kako bi potencijalnu penalizaciju u kontekstu zaštite određenog područja imalo 14 zona, dakle njih 50 %. Najveći penali, odnosno posljedično, potencijalno najveće promjene u količini prometa po zonama i potencijalne promjene rute bile bi na zonama: Vis, Komiža, Palmižana i Maslinica.

6.5. Proces korekcije OD matrice putovanja između luka

S obzirom na to da su se kod produkcije putovanja jednako tako koristili podatci o uplovima i isplovima važno je napomenuti da se za korekciju koristi nezavisan set podataka koji se odnosi na sve uplove parnim danima u mjesecu srpnju 2023. koji su dostupni od luka i marina u interesnom području. Od ukupno 28 internih zona, podatak o broju uplova dostupan je za 50 % zona, odnosno njih 14 i to redom: Pučišća, Makarska, Stomorska, Starigrad, Krilo Jesenice, Postira, Splitska, Sućuraj, Bobovišće na moru, Rogač, Jelsa, Hvar, Vis, Komiža.

Slijedeći prethodno predstavljenu metodologiju, a nakon kreiranja OD matrice za putovanja između luka - PP-ALL, koristeći se dostupnim značajkama (engl. *features*) PTV VISUM-a, napravljen je GEH test kako bi se usporedile vrijednosti koje su modelirane u odnosu na podatak dostupan o broju uplova. Nakon provedenog GEH testa definiraju se parametri za korekciju OD matrice preko neizrazite logike. Vrijednosti parametara kalibrirane su u skladu s prethodno zadanim postavkama od PTV VISUM-a pri čemu je u dijelu kojim se definira vrijednost tzv. α parametra, vrijednost istog postavljena na 0,6. Naime, α parametar kontrolira u kojoj će mjeri vanjski podatci (podatci s brojača) utjecati na model. Dakle, to je parametar kojim se balansira originalna OD matrica uz pomoć podataka dobivenih brojanjem.

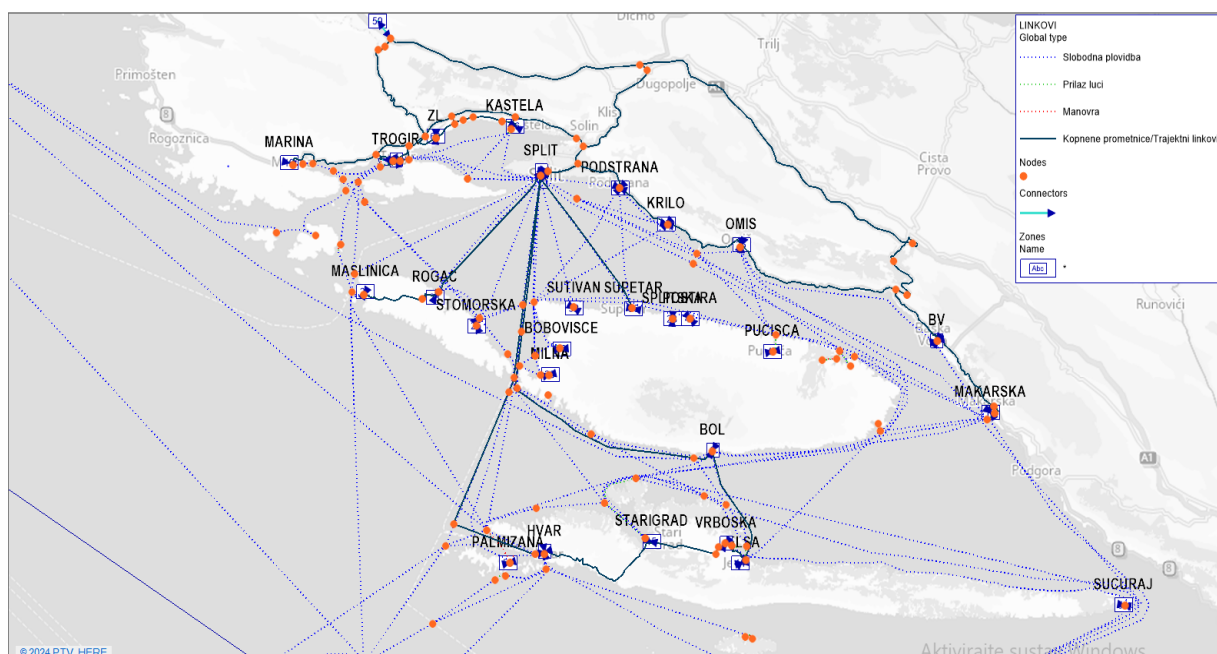
Tijekom korekcije matrice testirale su se različite vrijednosti α parametra pri čemu je kod nižih vrijednosti α uočeno kako se napravi korekcija matrice potražnje, ali se pritom prijeđe dopušteni maksimalni faktor korekcije. Kada bi se detaljnije gledali zapisi (engl. *log files*) na temelju kojih je napravljena korekcija uočilo bi se kako na pojedinim *linkovima* postoje znatno veća odstupanja (veća ili manja) od onih o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*. Navedeno se posebno javlja na *linkovima* kod velikih zona koje su ujedno glavne *charter* baze. Naime, zasebno promatrajući dobivene rezultate distribucije PP putovanja, kod turista koji unajmljuju *charter* plovilo jasno je vidljivo kako ovaj dio nije osjetljiv na drukčiji obrazac putovanja u odnosu na inicijalnu raspodjelu putovanja (HP putovanja) koja je koncentrirana samo između marina u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila. Dakle, PP putovanja za turiste koje unajmljuju *charter* plovilo odvijaju se samo iz marina u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila. Navedenu činjenicu svakako treba uzeti u obzir tijekom korekcije, odnosno potrebno je napraviti korekciju OD matrice, ali pritom ne narušavajući u velikom dijelu ono što je doprinos ovog rada. Slijedom navedenog, postavljanjem α na vrijednost 0,6 napravljena je dovoljno dobra korekcija OD matrice preko neizrazite logike, vrijednosti GEH-a su <5 na 93 % lokacija pri čemu ostaje jedna iznimka distribucije (engl. *outlier*) koju se nije dodatno korigiralo.

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I ANALITIČKA RAZMATRANJA

Unutar ovog poglavlja prikazani su rezultati dobiveni nakon testiranja modela. Rezultati su razrađeni po metodološkim koracima pri čemu se posebno ističu rezultati kojima se potvrđuju hipoteze rada i radom zadani ciljevi. Testiranje je provedeno na odabranom području interesa i to za kolovoz 2023., stoga svi rezultati predstavljaju volumene, odnosno kalkulacije na razini jednog mjeseca.

7.1. Izgled prometne mreže

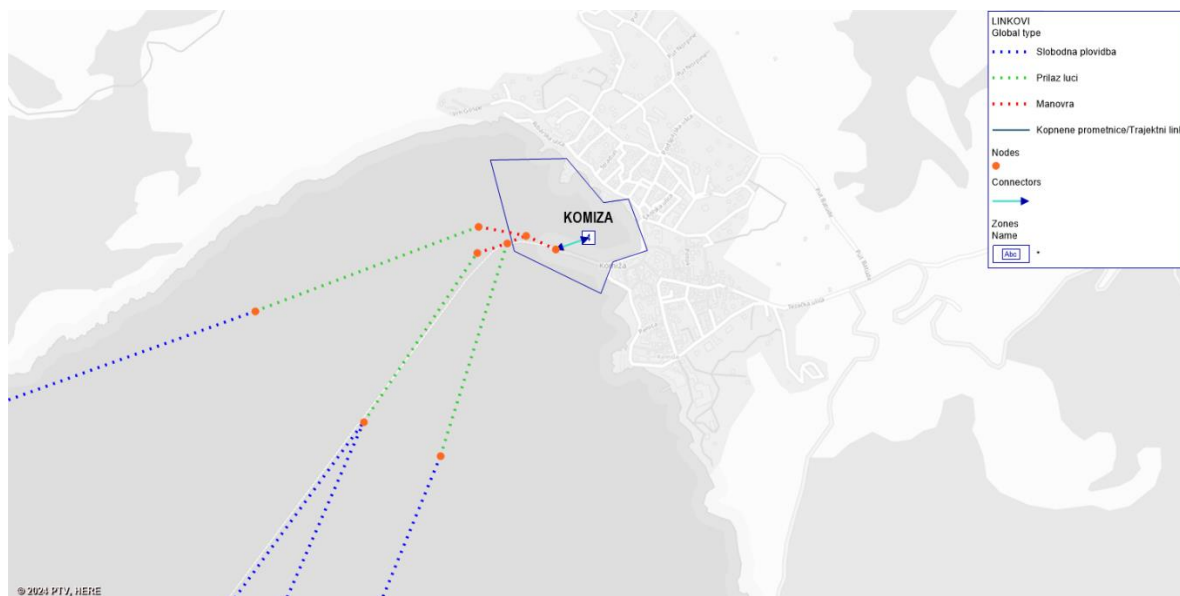
Prva stavka unutar modela uključivala je definiranje i kreiranje (izgradnju) prometne mreže i identifikaciju svih zona, veza i čvorova. Na slici 18. prikazana je kreirana prometna mreža. Ukupno je 31 zona, od čega su 3 eksterne, odnosno vanjske te 28 unutarnjih.



Slika 18: Izgled kreirane prometne mreže i raspored zona prikazanih programom PTV VISUM

Izvor: autorica

Na grafičkom prikazu (slika 19.) vidljive su tri kategorije *linkova*: slobodna plovidba, prilaz luci i manevriranje. Čvorovi, odnosno u kontekstu pomorskog prometa - mjesta promjene kursa označeni su narančastom bojom.



Slika 19: Kreirani tipovi *linkova* računalnim programom PTV VISUM

Izvor: autorica

Ukupan broj kreiranih morskih *linkova* za odabrano područje interesa je 658 pri čemu je najveći broj *linkova* u slobodnoj plovidbi, i to njih 340. Ukupan broj *linkova* prilaza luci je 164, dok je *linkova* u manevriranju 153.

Kopnenih *linkova* unutar područja istraživanja je 439, a podijeljeni su u nekoliko vrsta (autocesta, državna cesta s jednom prometnom trakom, državna cesta s dvije prometne trake, županijska cesta i lokalna cesta) pri čemu svaka pojedina vrsta *linka* ima pridružena obilježja koja ga opisuju (broj prometnih traka, brzinu slobodnog toka i kapacitet. Što se tiče trajektnih *linkova*, njih je ukupno 14 i oni su kreirani samo za one otočne destinacije u kojima je moguće unajmiti *charter* plovilo. Vrste *linkova* s pratećim atributima prikazani su u prilogu 5. Napravljena je prilagodba brzine i kapaciteta na morskim *linkovima* u odnosu na kalibriranu brzinu u 5. poglavlju. U svemu navedenom uzeta je u obzir činjenica da se model gradi na razini mjeseca.

7.2. Generiranje populacije za izradu modela prometnih tokova nautičkih plovila

7.2.1. Produkcija i atrakcija za kategoriju *Home to Port putovanja*

Na temelju predstavljenih metodoloških koraka i jednadžbi za proračun produkcija i atrakcija ukupno su tri procedure za generiranje inicijalnih putovanja (tablica 26).

Tablica 26: Prikaz formula produkcije i atrakcije kod procedure generiranja HP putovanja

Izvor: autorica

Stratum potražnje	Funkcija produkcije	Funkcija atrakcije
HP-NT-SEA	$0.66 * ([TURISTI] * 0.03196 + 881.8175) * [SHARESEA_HPOP]$	$[VEZ] * [ATTRAPONDERPOI]$

HP-NT-INT	$0.66 * ([TURISTI] * 0.03196 + 881.8175) * [SHAREINLAND_HPOP]$	$[VEZ] * [ATTRAPONDERPOI]$
HP-NT-EKST	$([TURISTI] * 0.03196 + 881.8175) * [INLAND_ARR_CH_SHARE] * [EKST_ZONE_BOOL]$	$[CHARTVEZ] * [ATTRPONDERCHART]$

Služeći se dostupnim statističkim podacima o broju turista na području Splitsko-dalmatinske županije u kolovozu 2023., podatci proračuna produkcije za kategoriju HP putovanja prikazani su u tablici 27.

Tablica 27: Produkcija putovanja prema stratumima potražnje po zonama za kolovoz 2023.

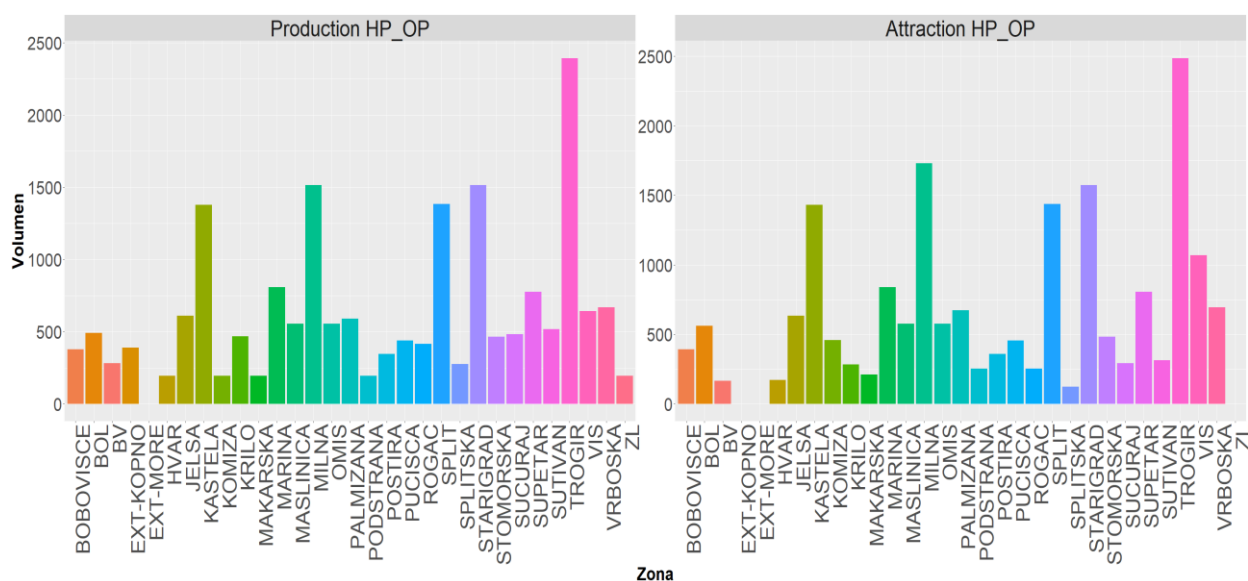
Izvor: autorica

Naziv zone	Udio turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu [ShareInland]	Udio koji dolazi vlastitim plovilom s mora [ShareSea]	Udio turista koji unajmljuje charter plovilo i dolazi iz eksternih zona na kopnu [INLAND_ARR_CH_SHARE]	Ukupna produkcija za HP-NT-INT	Ukupna produkcija za HP-NT-SEA	Ukupna produkcija za HP-NT-EKST
UKUPNO				19299	1550	29365
BV	0,014	0,00	0,00	281	0	0
SPLIT	0,071	0,00	0,00	1384	0	0
HVAR	0,010	0,00	0,00	194	0	0
KOMIŽA	0,010	0,00	0,00	194	0	0
VIS	0,033	0,00	0,00	643	0	0
BOL	0,025	0,00	0,00	492	0	0
TROGIR	0,123	0,00	0,00	2393	0	0
VRBOSKA	0,035	0,00	0,00	669	0	0
BOBOVIŠĆE	0,019	0,00	0,00	377	0	0
JELSA	0,031	0,00	0,00	610	0	0
STARIGRAD	0,078	0,00	0,00	1515	0	0
KAŠTELA	0,071	0,00	0,00	1377	0	0
KRILO	0,024	0,00	0,00	466	0	0
MAKARSKA	0,010	0,00	0,00	194	0	0
MARINA	0,042	0,00	0,00	807	0	0
MILNA	0,078	0,00	0,00	1515	0	0
MASLINICA	0,029	0,00	0,00	554	0	0
SPLITSKA	0,014	0,00	0,00	275	0	0
STOMORSKA	0,024	0,00	0,00	466	0	0
OMIŠ	0,029	0,00	0,00	554	0	0
ROGAČ	0,021	0,00	0,00	416	0	0
POSTIRA	0,018	0,00	0,00	344	0	0
PUČIŠĆA	0,023	0,00	0,00	439	0	0
SUĆURAJ	0,025	0,00	0,00	483	0	0
SUTIVAN	0,027	0,00	0,00	517	0	0
PALMIŽANA	0,030	0,00	0,00	590	0	0
SUPETAR	0,040	0,00	0,00	777	0	0
PODSTRANA	0,010	0,00	0,00	194	0	0
EXT-MORE	0,000	0,08	0,00	0	1550	0
EXT-KOPNO	0,020	0,00	0,62	388	0	18206
ZL	0,010	0,00	0,38	194	0	11159

Iz tablice 27. vidljivo je kako turisti koji unajmljuju *charter* plovilo (HP-NT-EKST) zapravo predstavljaju najveću skupinu, njih ukupno 29 365 koji dolaze iz eksternih zona bilo automobilom ili zrakoplovom i kreću u najam plovila prema zonama.

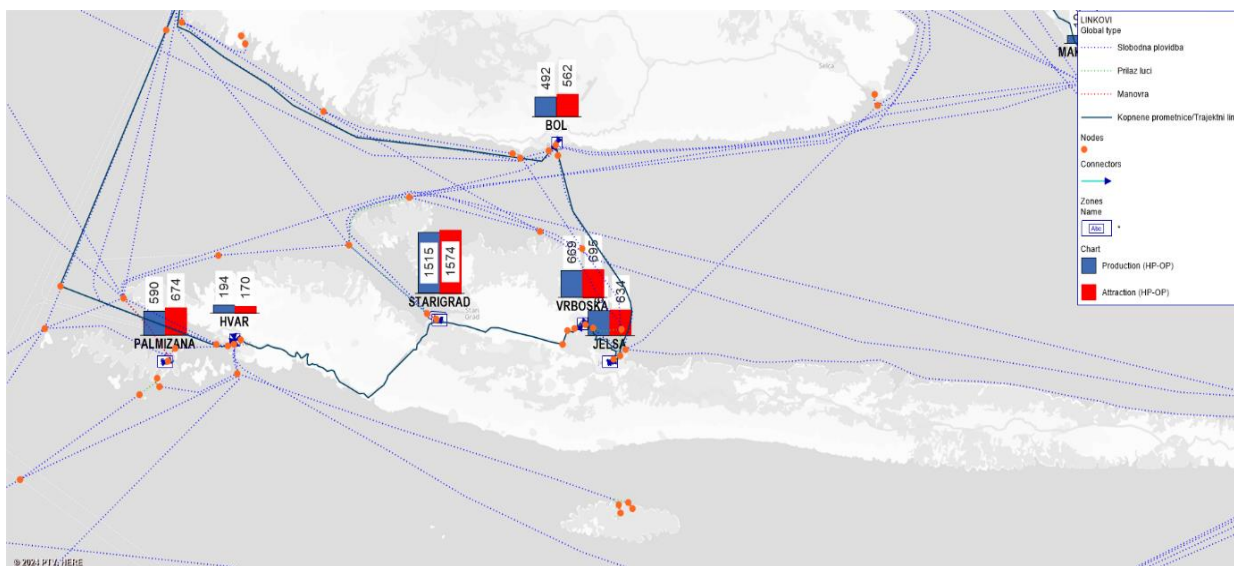
Kod kategorije HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu (HP-NT-INT) i putuju automobilom (ili drugim prijevoznim sredstvom) do luke u kojoj se plovilo nalazi, manja je produkcija u odnosu na turiste koji unajmljuju plovilo. Preciznije, takva ukupna produkcija iznosi 19 299 turista. Najmanji je udio turista koji imaju vlastito plovilo i u područje interesa dolaze iz eksterne zone na moru (HP-NT-SEA), a ta ukupna produkcija jest 1550 turista.

Na slikama 20. - 24. prikazani su rezultati produkcije i atrakcije za sva *Home to port* putovanja.



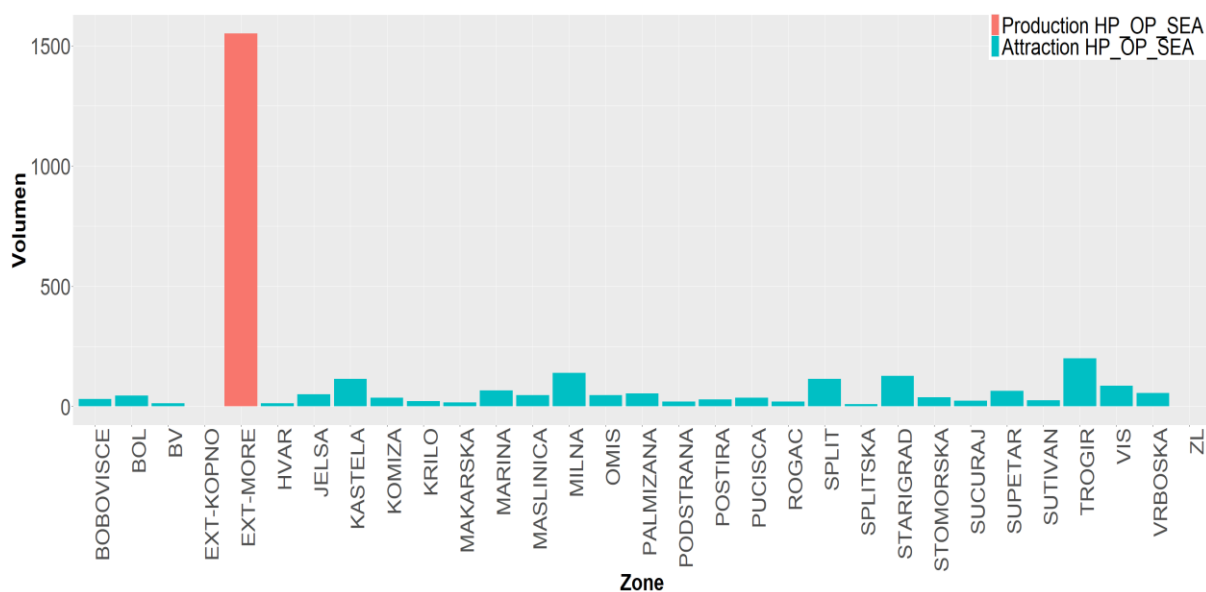
Slika 20: Rezultat produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu
Izvor: autorica

Na slici 20. vidljivo je kako je produkcija kod HP-NT-INT iz zona na kopnu dominantnija u većim zonama, s obzirom na to da je pretpostavka da je u većim zonama dostupan i veći broj vezova na kojima nautičari drže osobno plovilo. Ako se usporede dobivene vrijednosti atrakcije i produkcije po zonama, vidljivo je da je kod pojedinih zona vrijednost atrakcije puno veća nego vrijednost produkcije (Komiža, Vis, Milna) što bi značilo da su navedene zone u ovom kontekstu veći atraktori putovanja. Na slici 21. prikazuje se vizualizacija dijela mreže za HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu.



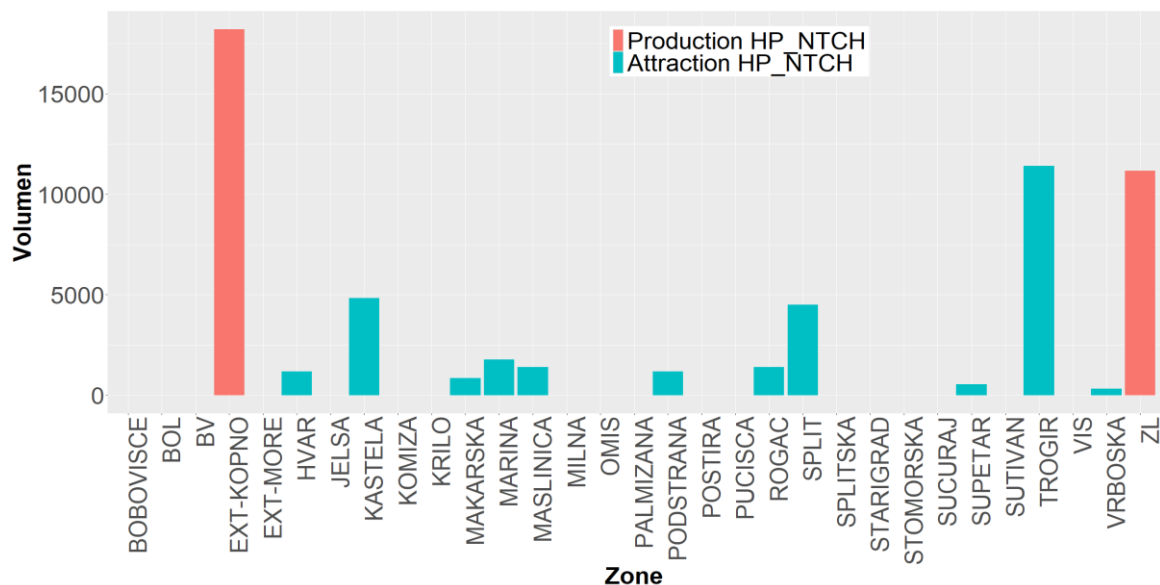
Slika 21: Prikaz rezultata produkcije i atrakcije HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu – izvadak iz modela
Izvor: autorica

Nadalje, sljedeći stratum odnosi se na HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo i dolaze u područje interesa iz eksterne zone na moru. Iz priložene slike (slika 22.) jasno se vidi kako je produkcija samo na jednoj zoni, odnosno vanjskoj zoni na moru dok su putovanja privučena po zonama u skladu s definiranom funkcijom atrakcije. Vidljivo je da su putovanja raspoređena na veće zone te na zone koje su ujedno identificirane kao zone u kojima je zabilježena neka prirodna ili kulturna znamenitost (Split, Kaštela, Trogir, Milna, Vis, Starigrad).



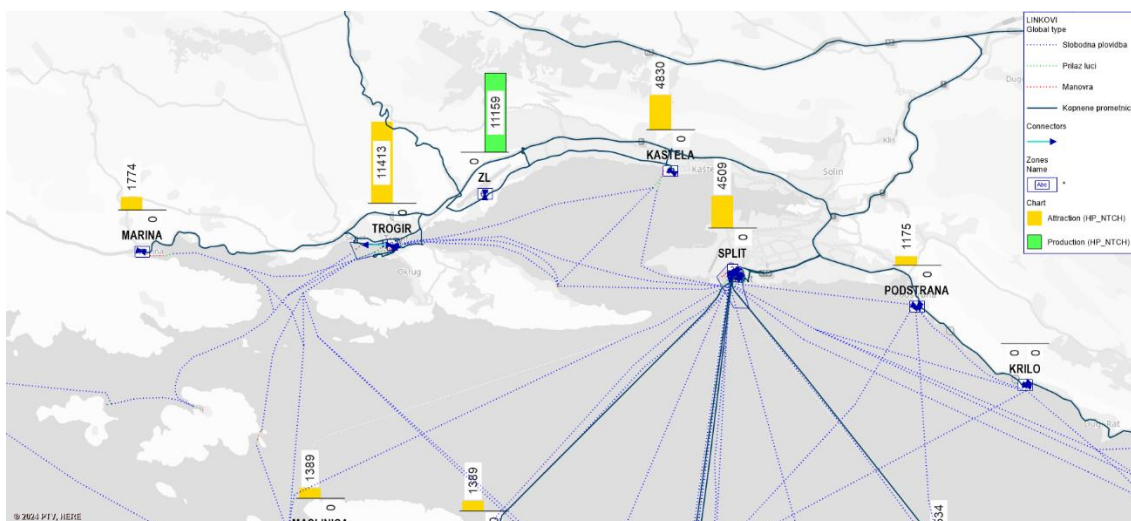
Slika 22: Rezultat produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji vlastitim plovilom dolaze iz eksterne zone na moru
Izvor: autorica

Na slici 23. prikazani su rezultati produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo. Može se uočiti kako produkcija kreće iz dvije eksterne zone (kopno i zračna luka), a putovanja su privučena samo u one zone u kojima je moguće unajmiti *charter* plovilo (ukupno 11 zona). Najveća su atrakcija naravno marine koje su ujedno i najveće *charter* baze na promatranom području (Trogir, Split, Kaštela).



Slika 23: Prikaz dobivenih rezultata produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovila
Izvor: autorica

Na slici 24. dan je vizualni prikaz dobivenih rezultata produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo.



Slika 24: Prikaz dobivenih rezultata za produkciju i atrakciju HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo – izvadak iz prometnog modela
Izvor: autorica

Detaljni podatci o produkciji i atrakciji za HP putovanja po svakoj pojedinoj zoni prikazani su u priložju 5.

7.2.2. Distribucija Home to Port putovanja

Koristeći se prethodno definiranim parametrima za distribuciju putovanja (prikazani u tablici 24.), procedurama kalkulacije s matricama za proračun SKIM matrice te procedurom distribucije putovanja napravljena je distribucija putovanja gravitacijskim modelom. Raspodjelom inicijalnih putovanja dobiju se tri distribucijske matrice. Popis svih modelom kreiranih matrica s pratećim nazivima matrica i kraticama dostupan je u priložju 5. Rezultati distribucije HP putovanja turista koji imaju osobno plovilo u nekoj od internih zona na kopnu prikazani su na slici 25.

Slika 25: Isječak matrice distribucije za HP putovanja turista koji imaju plovilo u internim zonama na kopnu
Izvor: autorica

Iz priložene slike ističu se dominantnija putovanja po dijagonali, točnije distribucija pokazuje da turisti koji imaju osobno plovilo u nekoj od internih zona, to plovilo uglavnom drže u istoj, odnosno najbližjoj zoni. Distribucijske matrice kojima se prikazuje raspodjela putovanja za turiste koji unajmljuju charter plovilo te turiste koji dolaze iz eksterne zone na moru s vlastitim plovilom prikazane su u priložju 5.

7.2.3. Transformacija broja putovanja po segmentima potražnje

Procedurama koje uključuju kombinacije matrica i vektora napravljena je transformacija broja putovanja po segmentima potražnje na temelju faktora potpunosti. Navedene transformacije napravljene su zasebno za svaki segment potražnje zatim su objedinjene. U tablici 28. prikazane su formule korištene u proceduri kalkulacije s matricama i vektorima kako bi se napravila transformacija broja putovanja na temelju faktora potpunosti.

Tablica 28: Prikaz kreiranih matrica i pratećih formula za kalkulacije s matricama kod transformacije broja putovanja na temelju faktora popunjenosti

Izvor: autorica

Broj matrice	Kod matrice	Naziv matrice	Pojašnjenje	Korištene formule kod procedura kalkulacija s matricama i vektorima
8	DIS HP-NT-INT	Distribution HP-OP	Distribucija HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama.	Rezultat prethodnog koraka distribucije
9	DIS HP-NT-SEA	Distribution HP-OP-SEA	Distribucija HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo iz eksterne zone na moru.	Rezultat prethodnog koraka distribucije
10	HP-OP-ALL	HP-OP-ALL	Distribucija svih HP putovanja za turiste koji imaju vlastito plovilo.	$\text{Matrix}([\text{NO}] = 10) := \text{Matrix}([\text{NO}] = 8) + \text{Matrix}([\text{NO}] = 9)$
20	DIS-HP-EKST	Distribution HP_NTCH	Distribucija HP putovanja turista koji unajmljuju charter plovilo.	Rezultat prethodnog koraka distribucije
31	PPVDCH	Port-To-Port-Vessel-Demand-CH	Ukupna potražnja za PP putovanjima turista koji unajmljuju charter plovilo.	$\text{Matrix}([\text{NO}] = 31) := \text{Matrix}([\text{NO}] = 20) / 5.00$
32	PPVDOP	Port-To-Port-Vessel-Demand-OP	Ukupna potražnja za PP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo.	$\text{Matrix}([\text{NO}] = 32) := \text{Matrix}([\text{NO}] = 10) / 2.50$
100	PP-DEMAND-ALL	PP-Vessel-Demand-ALL	Ukupna potražnja - Port - to- Port-objedinjeno.	$\text{Matrix}([\text{NO}] = 100 \ \& \ [\text{NAME}] = \text{"PP-Vessel-Demand-ALL"}) := \text{Matrix}([\text{NO}] = 10) / 2.50 + \text{Matrix}([\text{NO}] = 20) / 5.00$

Krajnji rezultat transformacije triju distribucijskih matrica na temelju faktora popunjenosti i objedinjavanje svih segmenata potražnje u jedan, iskazan je kalkulacijom kojom je kreirana matrica rednoga broja 100, koda „PP-DEMAND-ALL“. Isječak navedene matrice prikazan je na slici 26.

Rezultat modelom razvijene mogućnost odvojenog generiranja i distribucije putovanja između luka, kojom su kreirane i posebne matrice koje predstavljaju ukupnu potražnju za putovanjima između luka (matrice kodova „PPVDOP“, „PPVDCH“) prikazan je u prilogu 5.

Matrix editor (Matrix '100 PP-Vessel-Demand-ALL)

31 x 31	Name	1	2	3	4	5	6	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	25	26	28	46	47	51	52	53	56	
	Sum	89.18	1678.13	83.00	92.23	291.37	214.78	3906.44	289.86	163.40	264.29	656.46	1828.77	132.74	317.29	789.82	661.51	288.28	114.05	201.77	270.25	126.23	149.19	190.40	202.66	216.80	257.73	336.75	
1	Baška voda	112.35	83.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Split-Grad	553.43	0.00	553.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Hvar-Hvar	77.52	0.00	0.00	77.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Komiža-Nautički center Komi	77.52	0.00	0.00	0.00	77.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Vis-Vis	257.04	0.00	0.00	0.00	0.00	257.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Bol	196.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	196.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Trogir-ACI Trogir- SCT Trogir	942.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	942.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	14.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	VRboska	223.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	223.05	0.00	44.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Bobovišće na moru	150.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Jelsa	199.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.49	199.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Stari grad	605.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Kaštele	550.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	550.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Kriko Jesenice	123.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	Makarska	77.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Matina i Agana	322.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	322.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Milna, Milna Vlačka, Milna Luka	605.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Maslinica, Martinis Marci	221.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	221.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Splitska	110.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	110.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	Stomorska	186.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	186.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Omš	221.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	221.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Rogač	118.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.15	0.00	0.00	118.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Postira	137.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	Pačića	175.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	175.73	0.00	0.00	0.00	0.00
51	Sućuraj	193.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	193.25	0.00	0.00	0.00	0.00
52	Sutivan	206.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	206.73	0.00	0.00	0.00
53	Palmižana	236.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	236.06	0.00	0.00
56	Supetar	310.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	310.81	0.00	0.00
57	Podstrana	77.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	Eti more	620.19	5.36	46.19	5.47	14.71	34.32	18.06	79.90	22.33	12.59	20.36	50.57	45.97	9.08	6.79	26.93	55.62	18.50	3.94	15.54	18.50	8.10	11.49	14.67	9.41	10.07	21.67	25.94
59	Eti kopno	3796.28	0.00	628.77	0.00	0.00	0.00	0.00	1922.91	0.00	0.00	0.00	692.29	0.00	109.13	279.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	Zračna luka	2309.25	0.00	449.74	0.00	0.00	0.00	0.00	960.79	0.00	0.00	0.00	539.65	0.00	95.32	146.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Slika 26: Isječak objedinjene matrice kojom se prikazuje ukupna potražnja za putovanjima između luka
Izvor: autorica

Prema dobivenom rezultatu ukupna potražnja za putovanjima između luka na razini jednog mjeseca u analiziranom području iznosi 14 212 plovila.

7.3. Putovanja nautičkih turista između luka

7.3.1. Produkcija i atrakcija za *Port to Port* putovanja

Procedura generiranja *Port to Port* putovanja za sva plovila radila se prema formulama prikazanim u tablici 21.

U skladu s dobivenim rezultatima produkcije i atrakcije PP putovanja prikazanim u tablici 29. vidljivo je kako su produkcije za putovanja između luka dominantnije u većim zonama, kao i u zonama koje su u kategoriji inicijalnih HP putovanja bile veći atraktori (primjerice Milna).

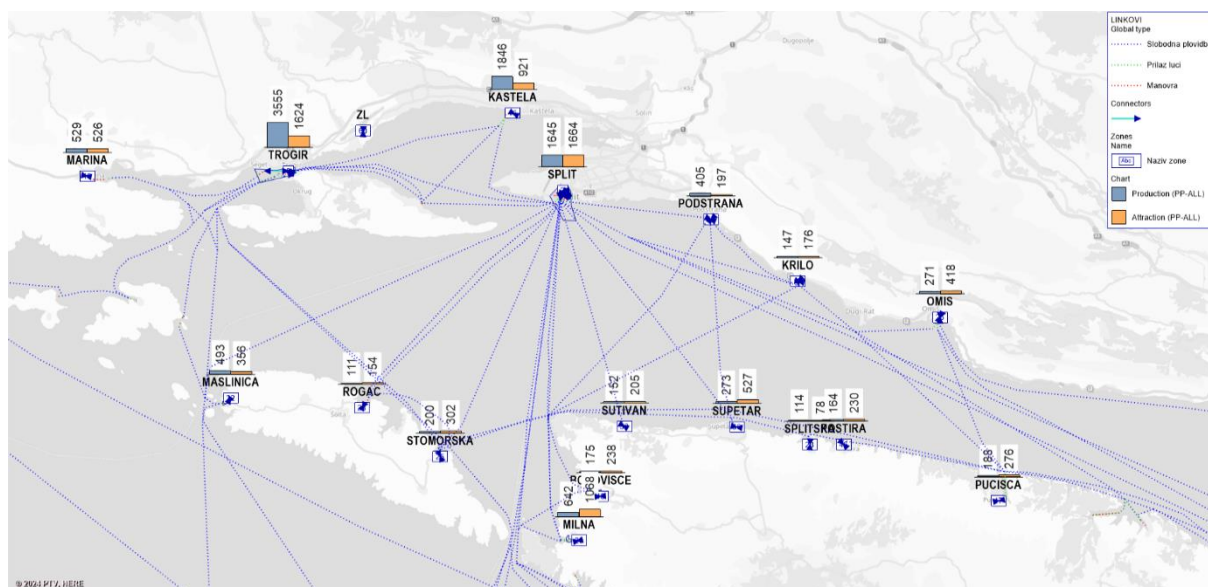
Tablica 29: Rezultat produkcije i atrakcije po svim zonama za putovanja između luka za sva plovila

Izvor: autorica

Naziv zone	Frekvencija putovanja	Produkcija (PP-ALL)	Atrakcija (PP-ALL)
BV	1,00	89	143
SPLIT	0,98	1645	1664
HVAR	0,87	72	240
KOMIŽA	1,07	99	324
VIS	0,94	274	720
BOL	1,00	215	394
TROGIR	0,91	3555	1624
VRBOSKA	1,21	351	435
BOBOVIŠĆE	1,07	175	238

JELSA	0,10	26	439
STARIGRAD	1,00	656	1003
KAŠTELA	1,01	1846	921
KRILO	1,11	147	176
MAKARSKA	1,17	371	267
MARINA	0,67	529	526
MILNA	0,97	642	1068
MASLINICA	1,71	493	356
SPLITSKA	1,00	114	78
STOMORSKA	0,99	200	302
OMIŠ	1,00	271	418
ROGAČ	0,88	111	154
POSTIRA	1,10	164	230
PUČIŠĆA	0,99	188	276
SUĆURAJ	0,97	197	183
SUTIVAN	0,70	152	205
PALMIŽANA	1,02	262	413
SUPETAR	0,81	273	527
PODSTRANA	1,01	405	197
EXT-MORE	0	0	0
EXT-KOPNO	0	0	0
ZL	0	0	0

Dobiveni rezultat pokazuje kako u putovanjima između luka sudjeluje ukupno 13 522 plovila. Činjenica je da su neke luke frekventnije u odnosu na druge i da se iz njih ostvari veći broj putovanja, dok je u nekim destinacijama frekvencija manja, odnosno turisti borave više dana u njima. Grafički prikaz dostupan je na slici 27.

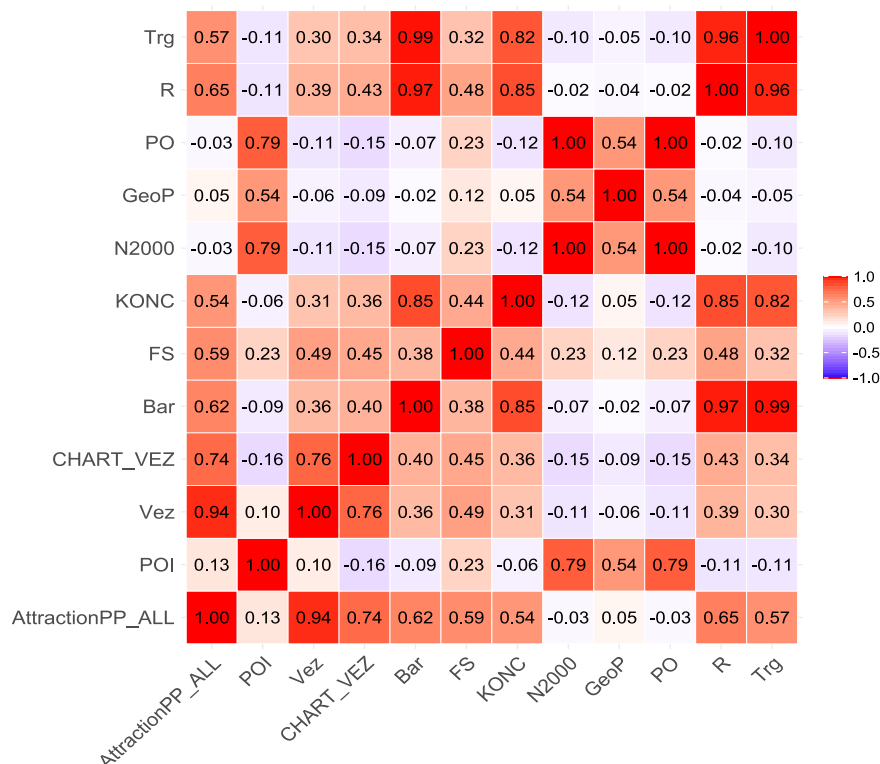


Slika 27: Rezultat produkcije i atrakcije kod putovanja između luka za sva plovila za kolovoz 2023. – izvadak iz prometnog modela

Izvor: autorica

S obzirom na to da pojedine luke privlače više putovanja u odnosu na broj putovanja koje generiraju, zanimljivo je promotriti dobivene rezultate u odnosu na pojedine karakteristike (obilježja) zone. Na slici 28. napravljena je korelacija između dobivenih rezultata atrakcije po

zonama u odnosu na kreirane korisničke atribute po zonama. Kratice atributa na toplinskoj karti dostupne su u listi svih kreiranih korisničkih atributa u tablici 14., kao i u popisu kratica.



Slika 28: Toplinska karta - korelacijski odnos između broja privučenih putovanja po zonama u odnosu na atribute zone

Izvor: autorica

Navedena slika zapravo pokazuje kako je najveća korelacija zabilježena za atribut zone vez, te *charter* vez. Činjenica je da slobodan vez predstavlja jedan od temeljnih preduvjeta da turisti dođu u određenu destinaciju. Dakle, nedostatak slobodnog veza zasigurno će imati utjecaja na odabir i potencijalno će odvratiti nautičare od putovanja u navedenu destinaciju. Jednako tako, broj *charter* vezova, odnosno mogućnost najma *charter* plovila visoko korelira s privučenim putovanjima. Ovaj podatak zapravo je povezan s inicijalnim, odnosno HP putovanjima s obzirom na to da se ista distribuiraju samo na zone koje imaju mogućnost najma *charter* plovila. Velik broj nautičara, odnosno njih 60 % unajmljuje *charter* plovilo, stoga je zapravo glavni kriterij za odabir početnog putovanja mogućnost najma plovila u određenoj zoni.

7.3.2. Distribucija *Port to Port* putovanja

Nakon dobivenih rezultata produkcije i atrakcije za putovanja između luka pokrenuta je procedura distribucije putovanja prema parametrima definiranim u tablici 24. Rezultati distribucije putovanja između luka za sva plovila prikazani su na slici 29.

Matrix editor (Matrix 101 DIS-PP-ALL)		1	2	3	4	5	6	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	25	26	28	46	47	51	52	53	56	57		
31x31	Name	sika voc	SpilGrad	HvarHva	aušićice	Vis-Vis	Bol	Trogir S	Wboska	više na	Jelsa	Stari grad	Kašela	u Jeseni	Makarski	ina i Agri	Vlaška	a Martin	Splitska	Imorski	Omš	Rogač	Postira	Pačića	Sućuraj	Sutvan	Valmžani	Supetar	Podst		
	Sum	143.31	1663.71	240.19	324.12	720.12	394.34	1623.97	435.21	238.16	439.21	1002.67	920.82	175.92	267.22	526.28	1067.83	355.51	78.35	301.84	417.69	153.93	230.49	276.13	182.93	205.41	413.18	526.72	196		
1	Baska voda	88.18	0.00	0.44	0.02	0.01	0.04	2.02	0.11	0.62	0.11	1.91	0.37	0.05	0.32	71.32	0.00	0.52	0.01	0.15	0.13	5.71	0.05	0.73	2.15	1.70	0.05	0.04	0.44	0.1	
2	SpilGrad	1644.57	5.41	0.00	36.37	6.65	25.67	9.39	292.55	2.89	36.35	2.06	129.91	133.23	45.36	22.97	12.66	267.72	17.03	7.30	45.10	77.15	39.98	22.21	33.82	1.39	78.17	70.90	160.23	61.8	
3	Hvar-Hvar	72.21	0.00	0.71	0.00	1.33	7.56	0.88	0.20	0.69	0.15	0.26	26.70	0.09	0.04	0.11	0.02	1.44	0.16	0.03	0.26	0.08	0.10	0.08	0.09	0.09	0.08	30.83	0.16	0.0	
4	Komža-Nautički centar Kom	38.69	0.00	0.16	1.60	0.00	35.17	0.19	0.21	0.15	0.10	0.06	5.99	0.02	0.02	0.01	0.05	0.94	0.50	0.02	0.17	0.04	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	3.13	0.05	0.0	
5	Vis-Vis	273.89	0.01	0.68	11.72	196.19	0.00	0.97	2.79	0.76	0.48	0.28	29.45	0.20	0.12	0.15	0.71	4.70	6.65	0.09	0.86	0.21	0.32	0.27	0.10	0.10	0.07	15.64	0.27	0.11	
6	Bol	214.78	0.22	0.20	0.45	0.08	0.32	0.00	0.05	80.56	0.51	57.35	40.13	0.02	0.07	5.76	0.01	4.95	0.01	0.05	0.23	1.21	0.08	0.22	0.64	20.59	0.02	0.88	0.12	0.0	
8	TrogirACI Trogir, SCT Trogir	354.86	4.30	864.54	30.72	32.56	187.77	7.46	0.00	3.74	35.59	1.64	144.75	223.34	36.02	18.24	445.18	212.59	254.27	7.15	98.86	61.26	36.96	21.74	26.85	1.10	62.07	59.90	127.23	49.1	
9	Wboska	350.74	0.14	0.03	0.18	0.03	0.13	41.70	0.01	0.00	0.08	213.18	16.21	0.00	0.01	0.92	0.00	0.79	0.00	0.01	0.04	0.19	0.01	0.03	0.10	76.53	0.00	0.36	0.02	0.0	
13	Boboviće na monu	174.84	0.24	6.50	1.34	0.74	2.86	2.11	1.75	6.30	0.00	0.46	24.42	0.74	2.04	1.03	0.26	90.80	0.26	1.50	8.54	3.46	3.18	4.55	1.52	0.17	0.75	3.07	4.52	1.7	
14	Jelsa	26.43	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	2.49	0.00	17.85	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	5.42	0.00	0.01	0.00	0.0	
15	Stari grad	656.46	0.16	5.18	54.79	10.02	38.97	160.82	1.59	125.49	5.45	46.90	0.00	0.59	1.36	4.23	0.23	53.02	1.22	1.00	7.74	2.31	2.89	3.04	1.01	16.84	0.60	106.82	3.02	1.1	
16	Kašela	1046.36	2.24	491.69	161.05	2.93	15.15	3.90	829.88	1.20	151.08	0.85	53.90	0.00	18.82	9.53	38.91	111.07	20.51	3.03	23.64	32.01	19.25	9.21	14.03	0.58	32.43	31.29	66.47	26.6	
17	Kolo Jesenice	147.34	1.51	17.49	0.82	0.40	1.55	2.62	4.35	0.81	4.39	0.58	13.18	1.95	0.00	6.42	0.19	20.61	0.38	0.88	5.03	21.55	1.88	3.18	9.45	0.39	2.02	1.65	17.34	6.7	
18	Makarska	371.23	104.61	2.74	0.69	0.06	0.57	76.71	0.68	24.25	0.69	17.27	14.45	0.31	1.98	0.00	0.03	3.23	0.06	1.74	0.79	35.54	0.29	8.29	24.61	45.17	0.32	0.36	2.72	1.0	
19	Manina i Agana	529.18	0.12	26.75	2.88	5.96	34.38	0.50	318.36	0.39	3.73	0.15	15.18	22.38	1.02	0.52	0.00	17.50	46.56	0.75	10.37	1.73	3.86	2.28	0.76	0.05	1.92	5.61	3.94	1.5	
20	Mina, Mina Vlaška, Mina Luka	641.67	1.01	37.60	11.96	6.55	25.48	18.78	9.35	56.03	80.57	4.12	217.23	4.26	8.47	4.29	1.07	0.00	1.07	6.23	35.52	14.41	13.24	18.95	6.32	1.48	4.34	27.28	18.80	7.2	
22	Maslinica, Martina Marči	492.96	0.19	24.83	12.15	31.17	179.74	1.48	102.00	1.15	2.09	0.43	44.59	7.17	1.56	0.79	26.12	9.82	0.00	0.42	5.82	2.66	2.17	1.28	1.17	0.15	2.69	23.68	5.52	2.1	
23	Splitska	114.05	0.55	2.13	0.40	0.22	0.86	1.33	0.57	0.41	2.44	0.29	7.32	0.24	0.67	4.26	0.08	11.46	0.08	0.00	2.80	7.80	1.04	49.51	15.71	0.64	0.25	0.92	1.48	0.5	
25	Stomorska	199.75	0.37	10.79	3.21	1.76	6.84	1.54	6.51	1.20	11.43	0.45	46.50	1.67	3.12	1.58	0.95	53.62	0.96	2.30	0.00	5.31	12.07	6.98	2.33	0.16	1.17	7.32	6.93	2.6	
26	Omš	271.19	11.91	13.09	0.61	0.30	1.15	20.68	3.26	6.37	3.29	4.54	9.86	1.48	9.48	59.55	0.14	15.43	0.29	4.54	3.77	0.00	1.40	21.59	64.09	2.63	1.51	1.24	12.98	5.0	
28	Rogač	111.08	0.17	11.86	1.48	0.81	3.16	0.71	3.01	0.56	5.28	0.21	21.50	1.69	1.44	0.73	0.44	24.79	0.44	1.86	15.00	2.45	0.00	0.00	3.23	1.08	0.07	1.28	3.39	3.20	1.2
46	Postira	164.11	1.43	3.55	0.67	0.37	1.43	3.47	0.96	1.07	4.07	0.76	12.21	0.40	1.32	11.11	0.14	19.11	0.14	27.16	4.66	20.34	1.74	0.00	40.97	1.68	0.41	1.53	2.47	0.9	
47	Pačića	188.50	3.91	4.99	0.66	0.12	0.47	9.50	1.24	2.93	1.25	2.06	3.76	0.57	3.62	30.46	0.05	5.88	0.11	7.96	1.44	55.77	0.54	37.85	0.00	4.61	0.58	1.29	4.95	1.9	
51	Sućuraj	196.58	0.13	0.01	0.03	0.01	0.02	13.36	0.00	95.95	0.03	81.13	2.73	0.00	0.01	24.44	0.00	0.25	0.00	0.01	0.01	0.10	0.00	0.07	0.20	0.00	0.00	0.06	0.01	0.0	
52	Sutvan	151.76	0.40	50.60	2.36	0.43	1.68	0.70	12.59	0.22	2.72	0.15	9.71	5.73	3.39	1.72	0.54	20.00	1.11	0.55	3.11	5.76	2.79	1.66	2.53	0.10	0.00	4.61	11.97	4.6	
53	Palmlžana	282.09	0.08	2.47	43.18	23.65	92.01	1.76	0.95	1.38	2.60	0.51	53.26	0.55	0.65	0.33	0.14	25.29	0.96	0.48	4.63	1.10	1.73	1.45	0.48	0.18	0.28	0.00	1.44	0.9	
56	Supetar	272.77	1.79	53.61	2.50	0.76	2.97	3.12	13.33	0.96	8.46	0.68	25.36	6.07	15.05	7.82	0.58	39.67	1.17	1.70	9.68	25.60	3.61	5.17	11.22	0.46	6.19	4.88	0.00	20.5	
57	Podstrana	404.81	2.38	71.07	3.32	1.81	3.94	4.13	17.67	1.27	11.21	0.91	33.61	8.05	19.95	10.10	0.76	62.99	1.56	2.25	12.94	33.93	4.79	6.85	14.87	0.61	8.20	6.47	70.46	0.0	
58	Črnomere	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	
59	Ekšipnovo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	
60	Zračna luka	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	

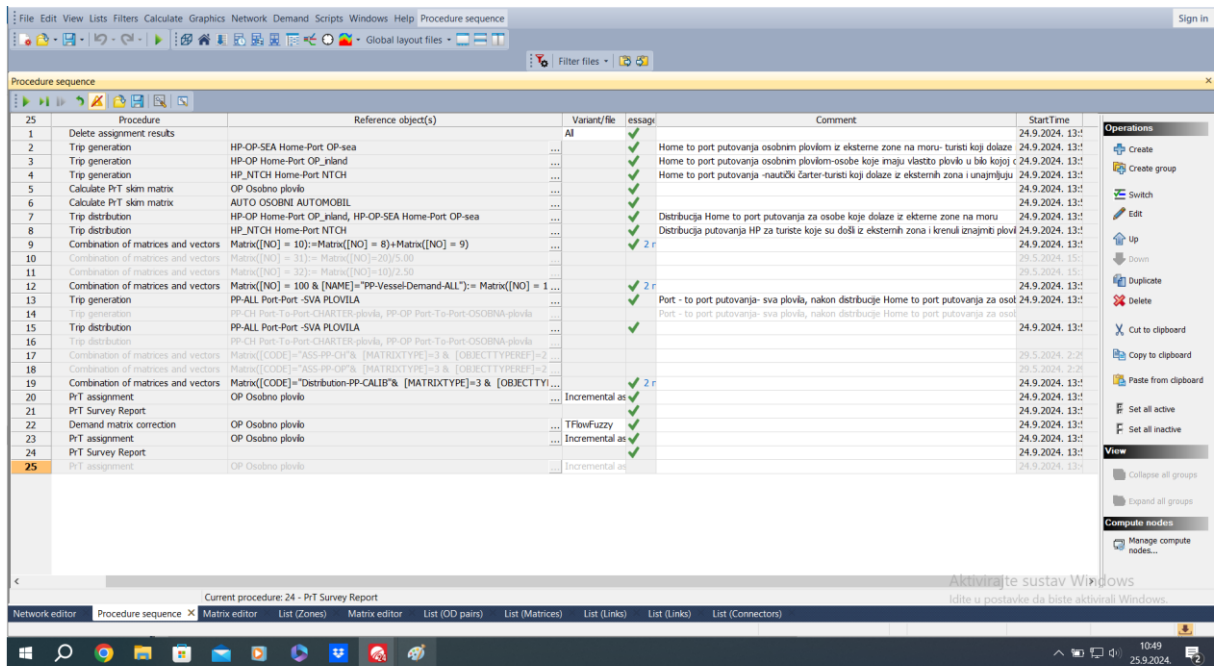
Slika 29: Isječak matrice distribucije putovanja između luka za sva plovila

Izvor: autorica

Parametri za pokretanje distribucija putovanja između luka zasebno za *charter* plovila te zasebno za osobna plovila dostupni su u prilogu 5.

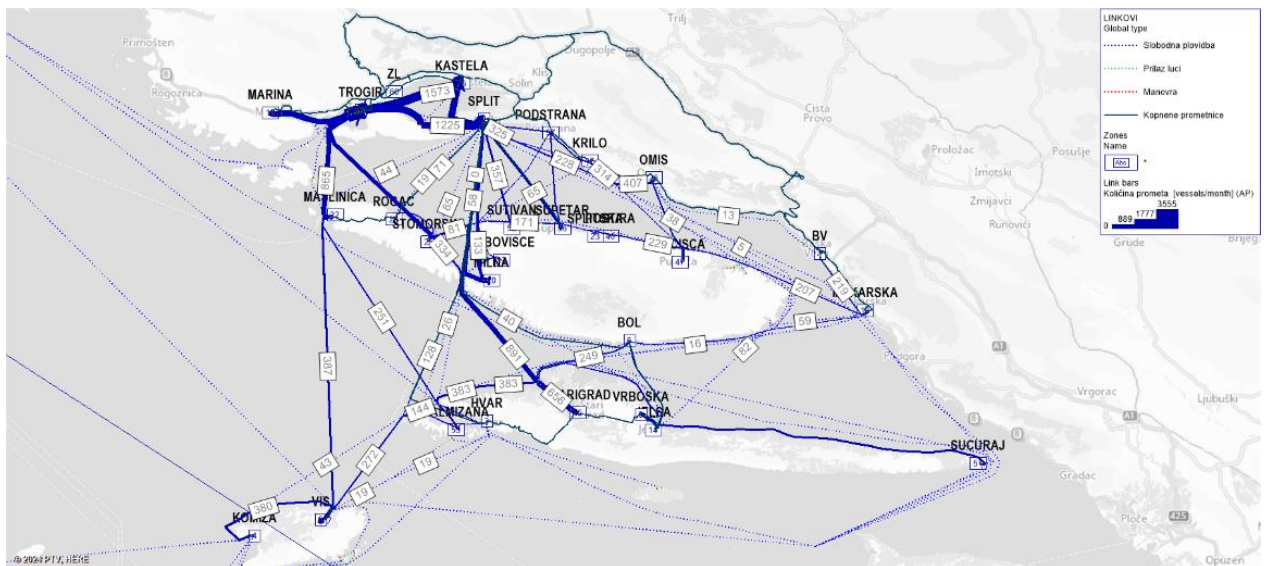
7.4. Dodjeljivanje putovanja na mrežu

S Obzirom na specifičnosti samog modela i prilagodbu metodologije prometnog modeliranja na aspekt nautičkog turizma napravljena je iznimka u odnosu na klasičnu metodologiju raspoređivanja koja se koristi. Korak koji se veže uz dodjeljivanje putovanja uključuje transformaciju distribucijskih matrica po svakom pojedinom segmentu potražnje na temelju faktora popunjenosti koji uključuje prosječan broj osoba koji borave na plovilu. Navedena transformacija napravljena je u prethodnom koraku pri kreiranju ukupne populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka. Jednako tako, s obzirom na mogućnost odvojenog generiranja i distribucije putovanja po segmentima *charter* plovila i osobnih plovila, raspodjelu putovanja moguće je napraviti i za svaki dio pojedinačno. Popis svih kreiranih procedura u programu PTV VISUM prikazan je na slici 30. Vidljivo je kako je kreirano ukupno 25 procedura pri čemu su pojedine neaktivne. Neaktivne procedure zapravo predstavljaju dodatne mogućnosti modela koje uključuju mogućnost zasebnog generiranja i distribucije putovanja između luka te zasebne procedure za kalkulacije s matricama i vektorima na temelju kojih se računa populacija po svakom pojedinom segmentu potražnje.



Slika 30: Izvadak iz liste kreiranih procedura u računalnom programu PTV VISUM
Izvor: autorica

Procedurom dodjeljivanja na mrežu (redni broj procedure 20) rasporedila se potražnja na prometne entitete (plovila), a rezultat su prometna opterećenja na pojedinim rutama. Dobiveni rezultati dostupni su na slikama 31. i 32.



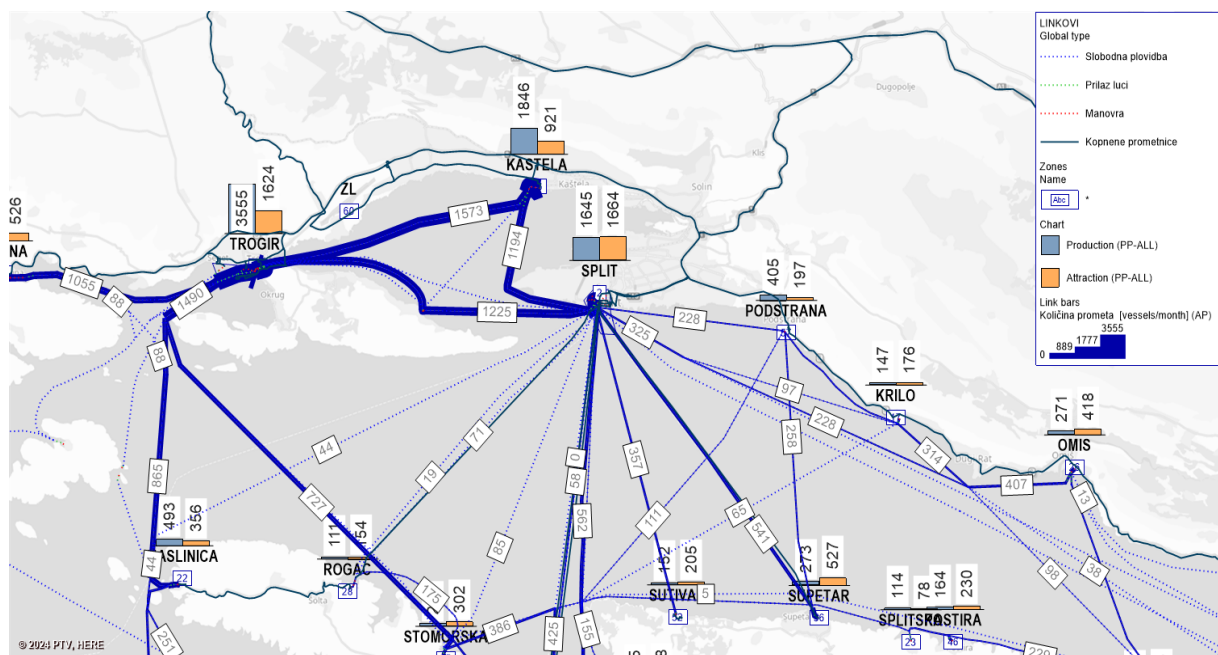
Slika 31: Rezultati prometnog opterećenja na linkovima nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu

Izvor: autorica

Najveće prometno opterećenje zabilježeno je između zona Split - Kaštela (586 plovila), Kaštela - Trogir (803 plovila), Trogir – Kaštela (743 plovila), Trogir - Split (755 plovila). Ove tri zone ujedno su najveće charter baze na promatranom području koje se i geografski nalaze blizu jedna drugoj. Stoga je i prometni tok na ovom dijelu najveći pri čemu ujedno treba

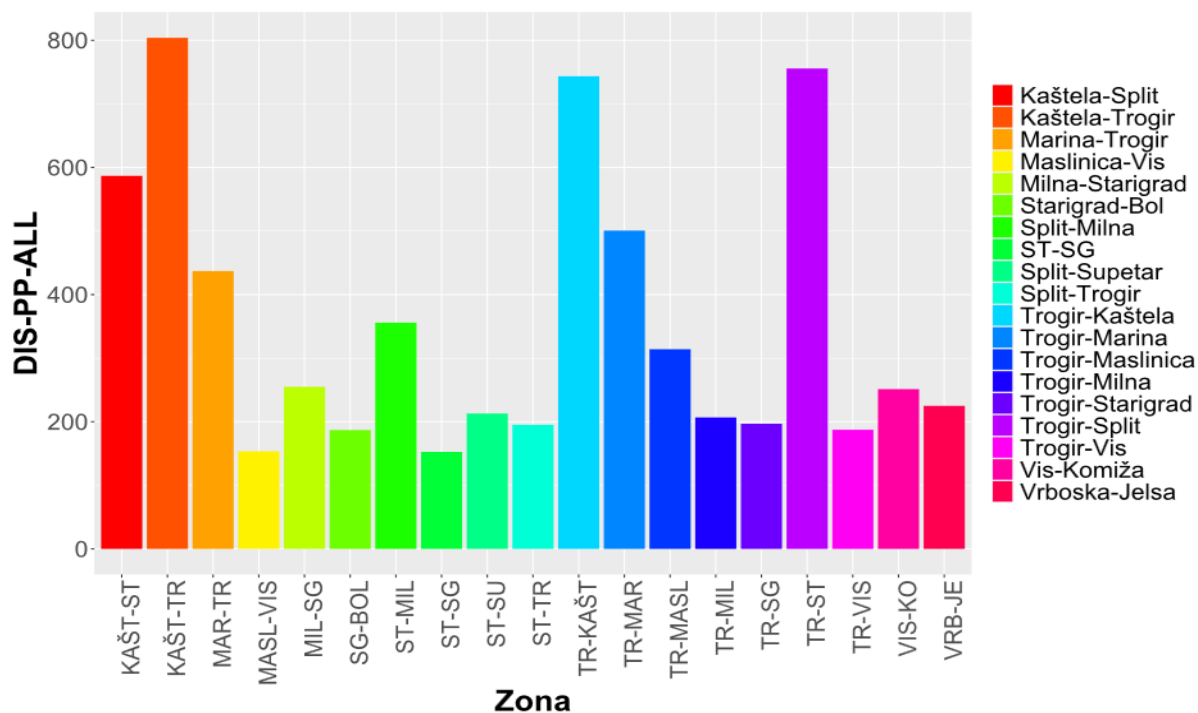
istaknuti da su zone Trogir i Split same po sebi velika turistička i nautička odredišta. Veće opterećenje vidljivo je i na rutama Trogir - Rogač, odnosno Trogir - Maslinica. Upravo je Maslinica i uvala Šešula nezaobilazna destinacija za nautičare, a u neposrednoj blizini, odnosno na ruti Trogir - Maslinica nalazi se i otok Krknjaš koji je nautičarima vrlo zanimljiv.

Nadalje, između luka Split i Milna, odnosno na putu prema Splitskim vratima uočava se veće prometno opterećenje. Također, iz zone Split veća količina prometa raspodjeljuje se prema zonama na istoku i jugoistoku, odnosno prema sjevernom dijelu otoka Brača. Veće prometno opterećenje u odnosu na ostale rute i destinacije na otoku Hvaru dobiveno je između Milne i Starigrada, odnosno Milne i Vrboske.



Slika 32: Rezultati prometnih opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu - dio mreže sjever
Izvor: autorica

Nadalje, uz navedeni grafički prikaz prometnog opterećenja zasebno je prikazan i volumen prometa između 20 parova zona s najvećim volumenom (slika 33.).



Slika 33: Prikaz volumena prometa između zona (luka)

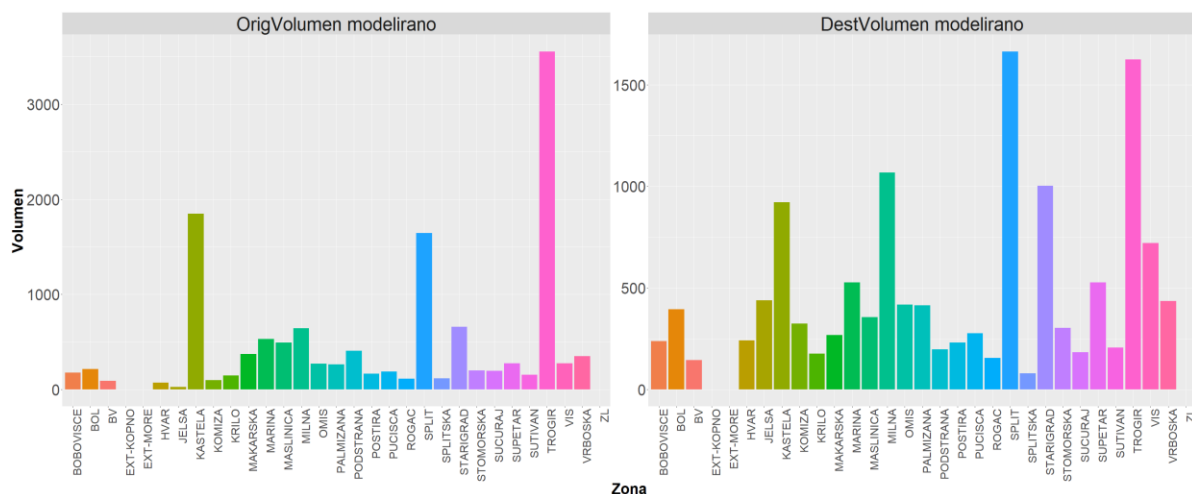
Izvor: autorica

Iz priložene slike vidljivo je kako od 20 OD parova s najvećim prometom Trogir kao ishodište ili odredište putovanja zastupljen je u 9 OD parova dok je u njih 7 zastupljen kao ishodište putovanja. Ako se navedeni rezultati povežu s aspektima atributa koji opisuju zonu, Trogir je zona koja je najbliža zračnoj luci kao i autocesti. Trogir je ujedno i zona koja ima najveći broj vezova za prihvat plovila, te najveći broj plovila za najam. Također, unutar ove zone nalaze se ukupno 4 luke, od čega su 3 marine. Uspoređujući grafičke rezultate (slika 32.) s volumenima prometa između zona (slika 33.), može se zaključiti da je najveće prometno opterećenje na rutama između Splita i Trogira te Kaštela i Trogira.

Uz prikaz najfrekventnijih OD parova potrebno je i zasebno promotriti količinu prometa na polaznim i odredišnim konektorima. Konektori predstavljaju dijelove puta od točke ulaska u akvatorij do samog privezišta pri čemu se u modelu privezišta tretiraju kao vezovi unutar akvatorija. Prvi link/čvorište u modelu nalazi se u akvatoriju i upravo konektor predstavlja poveznicu između tog prvog linka/čvorišta i veza za plovilo. Ako se promatra vrijeme putovanja, konektori obuhvaćaju vrijeme koje je potrebno za privezivanje, odvezivanje i manevriranje unutar luke.

Nakon distribucije putovanja između luka ukupan broj plovila koji se raspodijeli na konektorima iznosi 13 522 plovila. Rezultat prometa na konektorima pruža ključne informacije o dinamici kretanja plovila u lukama i omogućava bolje razumijevanje opterećenja na infrastrukturu luke, posebno vezove. Iz dobivenih rezultata kod pojedinih luka može se uočiti neujednačenost volumena prometa na polaznim i odredišnim konektorima. Preciznije, kod zona: Komiža, Vis, Jelsa, Starigrad, Milna i Supetar broj privučenih putovanja veći je u odnosu na generirani promet. Kod nekih je zona pak obrnuta situacija, odnosno pojedine zone bile su

veći generatori putovanja u odnosu na privučena putovanja. U ovom kontekstu mogu se istaknuti Trogir i Kaštela. Volumen prometa na konektorima po zonama prikazan je na slici 34.



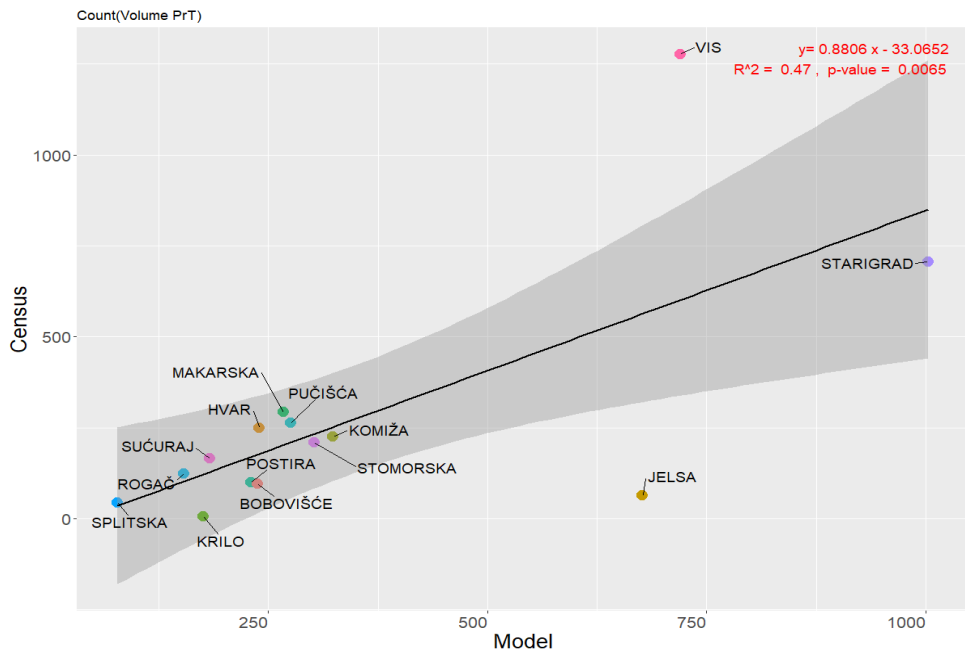
Slika 34: Prikaz volumena prometa na konektorima po zonama (lijevo – polazni konektori, desno - odredišni konektori)

Izvor: autorica

7.5. Primjena neizrazite logike za korekciju ishodišno-odredišne matrice

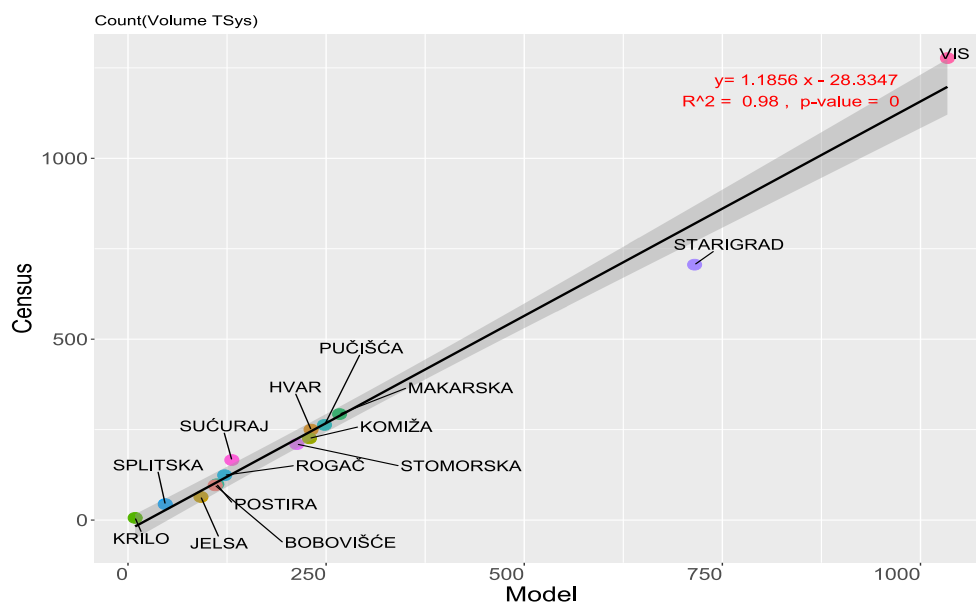
U skladu s prethodno predstavljanim koracima modela, a nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu, pokrenuta je procedura kojom se GEH testom napravila usporedba rezultata o količini prometa na prilaznim *linkovima* koji su dobiveni modelom s dostupnim podacima lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*.

Prvi rezultat pokazuje kako je prosječan $GEH = 8,7$ te da je $GEH < 5$ na 43 % lokacija za koje je dostupan podatak o evidenciji uplova. Dobiveni $R^2 = 0,4737$, a p vrijednost 0,0065 što predstavlja nisku vrijednost. Kako bi se identificirala odstupanja detaljno su pregledani dijelovi prometne mreže po dostupnim *log* zapisima. Problem „nižeg“ R^2 nastupa zbog činjenice da je veliki broj inicijalnih HP putovanja za nautički *charter* te njihova distribucija vezana samo za one zone u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila. Jednako tako, u obzir je uzeto 50 % lokacija, dakle ukupno 14 zona na kojima se radilo brojanje, a nema vjerodostojnog podatka za veće zone (Split, Trogir, Kaštela). To su ujedno i zone na kojima se generira najveća količina inicijalnih putovanja bilo da je riječ o osobnim plovilima ili *charter* plovilima. Na slici 35. prikazan je odnos između vrijednosti količine prometa na prilaznim *linkovima* koje su dobivene modelom u odnosu na podatke lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima* iz kojih su vidljivi *outlieri* Vis, Starigrad i Jelsa. Kod Starigrada i Jelse modelirane količine prometa veće su u odnosu na one koje su dostupne prema evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*. S druge pak strane kod Visa je modelirana količina prometa manja u odnosu na podatak lučkih uprava.



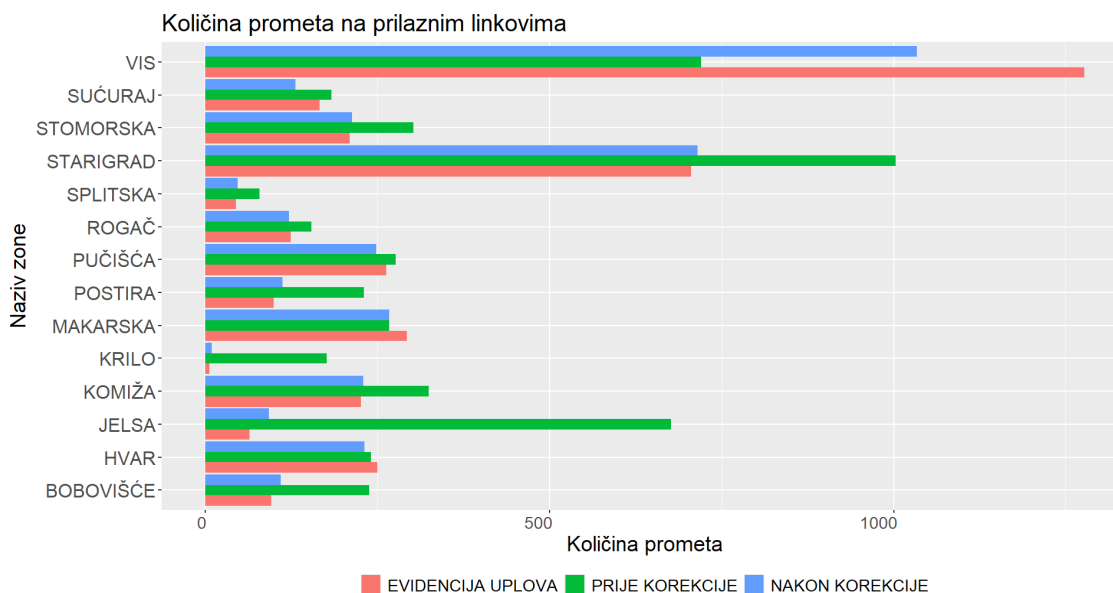
Slika 35: Vrijednosti količine prometa na prilaznim *linkovima* dobivene modelom u odnosu na podatke lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*
Izvor: autorica

Nakon provedene korekcije matrice distribucije putovanja između luka koristeći *fuzzy* logiku dobiveni su sljedeći rezultati : $R^2=0,98$; p vrijednost= $2.953e^{-12}$; prosječan GEH=1,6; $GEH < 5$ na 93 % lokacija. Odnos između vrijednosti količine prometa na prilaznim *linkovima* koje su dobivene nakon kalibracije u odnosu na podatke lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima* prikazan je na slici 36.



Slika 36: Vrijednosti količine prometa na prilaznim *linkovima* koje su dobivene nakon korekcije u odnosu na podatke lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*
Izvor: autorica

Usporedne vrijednosti količine prometa na prilaznim *linkovima* po svakoj pojedinoj zoni koje su dobivene modelom, vrijednosti količine prometa na ulaznim *linkova* koje su dobivene nakon korekcije te vrijednosti prema evidenciji uplova lučkih uprava na prilaznim *linkovima* prikazane su na slici 37.

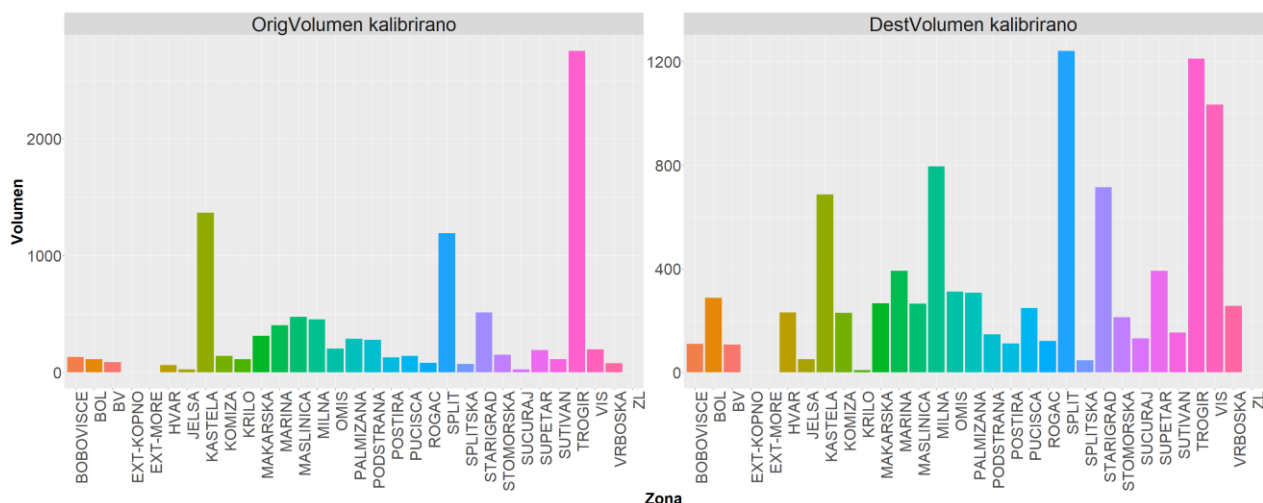


Slika 37: Odnos količina prometa na prilaznim linkovima dobivenih prije korekcije, nakon korekcije te kroz evidenciju uplova od strane lučkih uprava
Izvor: autorica

Ako se promotre *linkovi* na kojima je napravljen proces korekcije vidljivo je kako je količina prometa na prilaznim *linkovima* dobivena modelom veća 1,27 puta u odnosu na dostupan podatak o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima* u navedenim zonama. Ukupna količina prometa na prilaznim *linkovima* za zone u kojima postoji podatak lučkih uprava o evidenciji uplova iznosi 3824 plovila. Količina prometa na prilaznim *linkovima* dobivena modelom za navedene zone iznosi 4869 plovila. Nakon provedene korekcije ukupna količina prometa na prilaznim *linkovima* za navedene zone iznosi 3559 plovila.

S obzirom na to da promet na konektorima sadržava kompletnu potražnju za putovanjima, najveće promjene procesom korekcije zasigurno nastaju na konektorima. Rezultati prikazani na slici 40. pokazuju kako su korekcijom *OD* matrice najveće promjene na ishodišnim konektorima napravljene u sljedećim zonama: Split, Trogir, Vrboska, Kaštela, Milna, Sućuraj, Podstrana. Što se tiče odredišnih konektora najveće promjene napravljene su u zonama: Split, Vis, Trogir, Vrboska, Jelsa, Starigrad, Kaštela, Krilo i Milna.

Proces korekcije *OD* matrice manifestira se u kontekstu izmjene obrazaca mobilnosti putovanja. S obzirom na to da je kod pojedinih zona korekcija *OD* matrice u većoj mjeri utjecala na promjenu potražnje za očekivati je da će i distribucija putovanja iz navedenih zona biti izmijenjena u odnosu na početnu. Usporedba rezultata distribucije putovanja prije i nakon korekcije *OD* matrice dostupna je u potpoglavlju 7.6.



Slika 38: Volumen prometa na konektorima nakon korekcije (lijevo - ishodišni, desno - odredišni)

Izvor: autorica

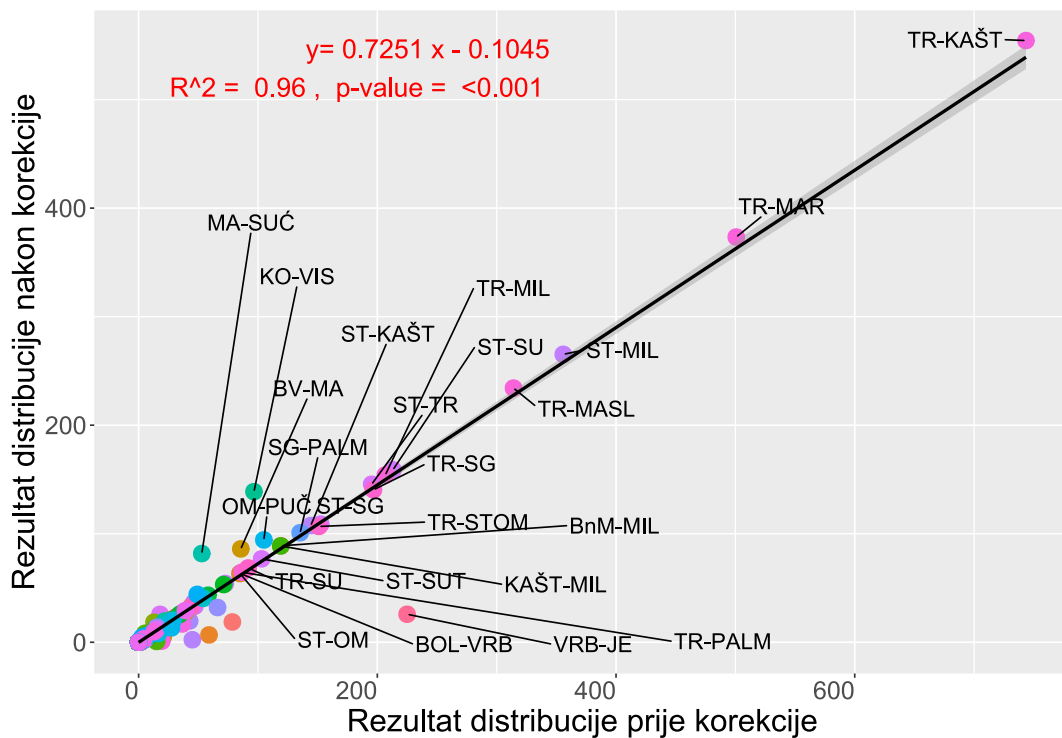
Ako se promatra zbirni podatak vezan uz volumen prometa prije i nakon korekcije, od ukupno 13 522 plovila dobivenih modelom, rezultat nakon korekcije *OD* matrice iznosi 10 073 plovila (slika 38). Krajnji rezultat nakon korekcije manji je u odnosu na onaj dobiven modelom prije korekcije. Jedan od razloga može biti činjenica da je frekvencija putovanja manja, odnosno da turisti ostvare manji broj dnevnih putovanja jer borave više dana u lukama koje su im zanimljive. Jednako tako, razlog navedenom mogu biti i pojedina ograničenja samog modela. U prvom koraku korekcije istaknut je problem niske vrijednosti R^2 koji se dobio nakon provedbe GEH testa i usporedbe količine prometa na prilaznim *linkovima* dobivenih modelom i onih koji su dostupni u evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*. Korekcija je napravljena na temelju podataka o evidenciji uplova za 50 % lokacija pri čemu nije postojao dostupan podatak za velike zone (Trogir, Split, Kaštela, Milna), a upravo iz navedenih zona ostvario se i najveći broj inicijalnih HP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo. Jednako tako, kod navedenih zona dominantnija su i početna HP putovanja turista koji imaju plovilo u internim zonama na kopnu. Posljedično to znači da se vrlo velika količina putovanja raspoređuje upravo iz tih zona, dok se s druge strane u pojedinim zonama, odnosno lukama otvorenim za javni promet javlja premala količina putovanja u odnosu na vrijednosti o evidenciji uplova na navedenim *linkovima*. Upravo dobiveni rezultati vezani uz promjene volumena prometa na konektorima pokazuju kako su kod navedenih zona ujedno i zabilježene najveće korekcije.

Vizualni prikaz rezultata prometnog opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu nakon provedene korekcije dostupan je u prilogu 5.

7.6. Usporedba dobivenih vrijednosti modelom u odnosu na dobivene vrijednosti nakon korekcije

S obzirom na napravljenu korekciju *OD* matrice, uz već prikazane promjene volumena prometa na *linkovima* u odnosu na inicijalno modelirane, u ovom dijelu rada prikazane su i promjene koje su napravljene u pojedinim segmentima mreže, primjerice količine prometa na

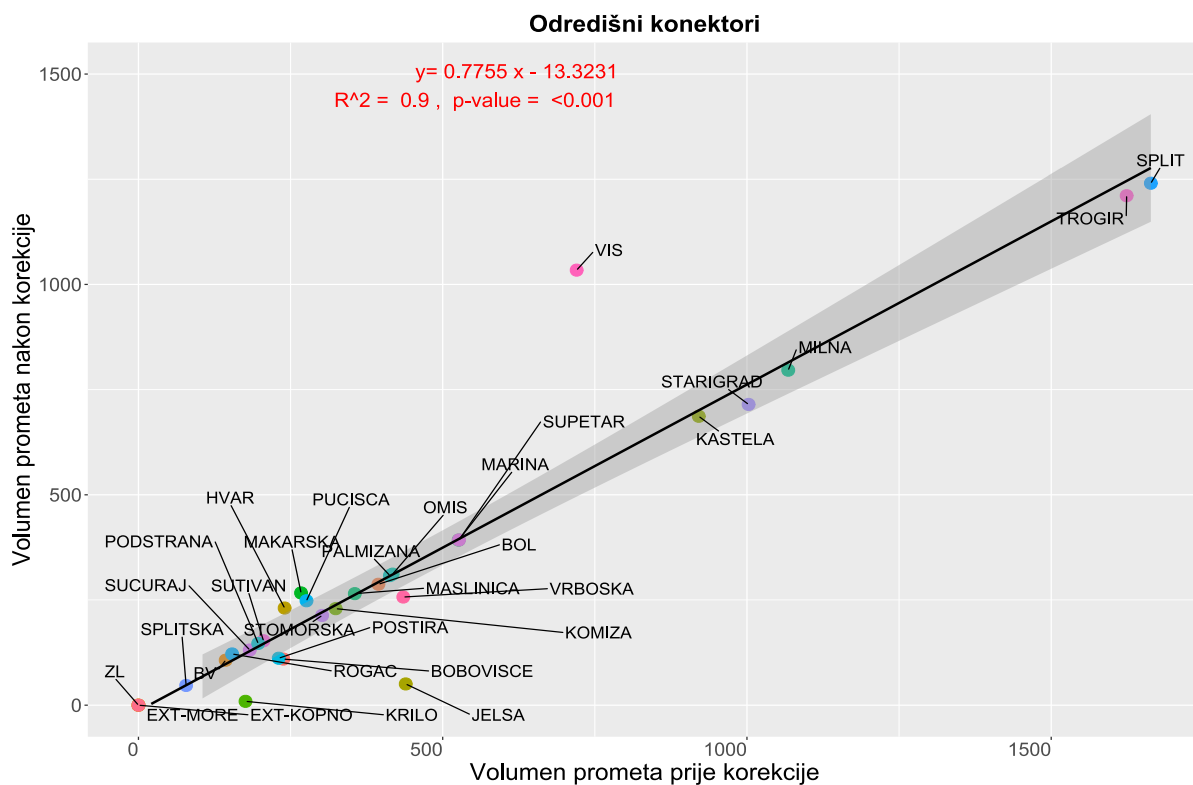
ishodišnim i odredišnim konektorima prije i nakon korekcije, kao i odnos između *OD* parova prije i nakon korekcije. Na slici 39. prikazana je usporedba vrijednosti *OD* matrice distribucije putovanja prije korekcije i nakon korekcije. Rezultat usporedbe prikazan je regresijskim pravcem pri čemu je vrijednost $R^2 = 0,96$, a p vrijednost $<0,001$. Ističu se *outlieri*: Vrboska-Jelsa, Makarska Sućuraj, Komiža-Vis. Najveći je *outlier OD* par Vrboska - Jelsa, odnosno dvije zone koje su geografski najbliže jedne drugoj. Količina prometa koja je dobivena distribucijom prije korekcije iznosi 225 plovila, dok je nakon korekcije distribucija između te dvije zone 26 plovila. Kada se promotri distribucija između Makarske i Sućurja, distribucija prometa između dvije navedene zone prije korekcije iznosila je 81 plovilo, dok nakon korekcije navedeni promet između zona iznosi 53 plovila. Komiža i Vis zone su koje su pri prvom GEH testu pokazivale najveća odstupanja u količini prometa na prilaznim *linkovima*. Vrijednost je distribucije između Komiže i Visa prije korekcije 96 plovila, dok nakon korekcije vrijednost distribucije iznosi 138 plovila.



Slika 39: Usporedba *OD* matrice prije (os x) i nakon korekcije (os y)

Izvor: autorica

Odnos volumena prometa na odredišnim konektorima prije i nakon korekcije prikazan je na slici 40. Dobivena vrijednost $R^2 = 0,9$, p vrijednost $<0,001$.

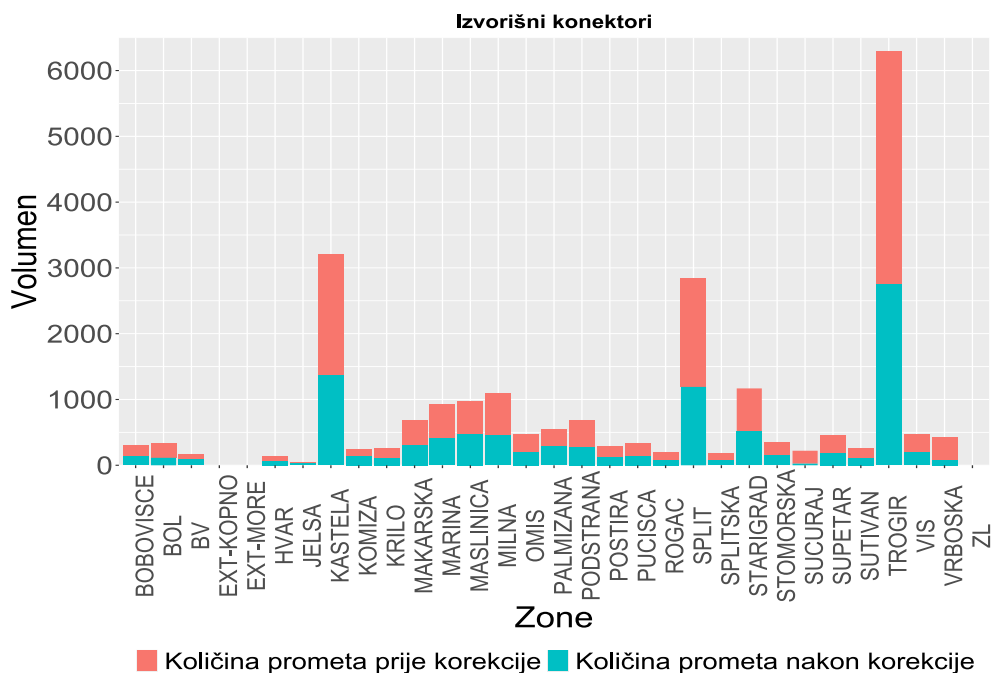


Slika 40: Odnos volumena prometa na odredišnom konektoru prije i nakon korekcije

Izvor: autorica

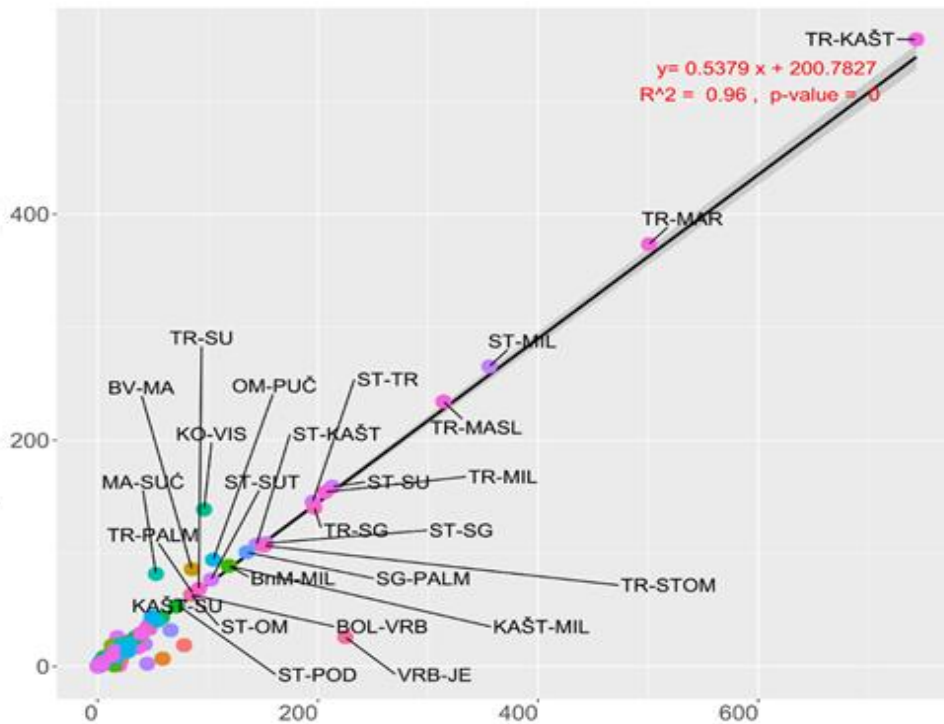
Regresijski pravac pokazuje odstupanja u odnosu na modelirane vrijednosti u odredišnim konektorima za Vis, Krilo i Jelsu (slika 40.). Vis i Jelsa bili su najveći *outlieri* i prije korekcije matrice. Ista usporedba regresijskim pravcem napravljena je i za ishodišni konektor, a rezultat promjene na ishodišnom konektoru dostupan je u prilogu 5.

Odnosi volumena prije i nakon korekcije na ishodišnom konektoru prikazani su na slici 41. Dobiveni rezultati na ishodišnim konektorima pokazuju kako je manji broj *outliera* u odnosu na vrijednosti volumena dobivene prije korekcije i nakon korekcije, odnosno odstupanja su zabilježena u Vrboskoj i Sućurju gdje su modelom dobivene više vrijednosti.



Slika 41: Usporedba modeliranog i korigiranog volumena prometa na ishodišnim konektorima po zonama
Izvor: autorica

Regresijskim pravcem prikazane su promjene na *OD* parovima prije i nakon korekcije (slika 42.). U ovom kontekstu, u odnos treba staviti prethodno istaknute rezultate vezano uz *OD* parove s najvećim volumenom (slika 33.) s dobivenim regresijskim pravcem (slika 42). Dobivena vrijednost za regresijski pravac s *OD* parovima $R^2 = 0.9601$; p vrijednost: $< 2.2e-16$



Slika 42: Usporedba po OD parovima prije (os x) i nakon korekcije (os y) - dio OD parova
Izvor: autorica

Od 20 *OD* parova s najvećim volumenom, nakon usporedbe *OD* parova prije i nakon korekcije vidljivo je kako 16 parova (Split - Trogir, Trogir - Split, Kaštela - Trogir, Trogir - Kaštela, Marina - Trogir, Split - Milna, Trogir - Marina, Trogir - Maslinica, Starigrad - Bol, Split - Starigrad, Trogir - Maslinica, Split - Supetar, Trogir - Milna, Kaštela - Split, Milna - Starigrad, Trogir - Starigrad) s najvećim volumenom „leži“ na regresijskoj krivulji. Od njih 20, 4 su para *outlieri*, a to su: Komiža - Vis, Maslinica - Vis, Vrboska - Jelsa, Trogir - Vis. Osim navedenih, kao *outlieri* mogu se još istaknuti sljedeći *OD* parovi: Makarska - Sućuraj, Starigrad - Vis, Baška voda - Makarska, Palmižana - Vis, Starigrad - Hvar. Popis svih zona sa skraćenim nazivima dostupan je u prilogu 5.

8. RASPRAVA

8.1. Analiza rezultata u kontekstu postavljenih znanstvenih hipoteza

Kreiranje prometne mreže, identifikacija zona generiranja i privlačenja putovanja te korisničkih atributa koji opisuju samu zonu korak je koji kao i kod modeliranja u kopnenom prijevozu zahtijeva veliku količinu primarnih (ankete, lokatori) i sekundarnih podataka (razni statistički podatci o broju turista, broju nautičara, broju vezova, broju sidrenih mjesta, površina akvatorija, frekvencija putovanja,..). Nakon što se navedeni podatci prikupe i obrade sam proces kreiranja prometne mreže u računalnom okruženju sličan je, čak u jednom dijelu i nešto jednostavniji, u odnosu na kopneni promet. Iako na moru postoji bezbroj ruta kojima se može doći od ishodišta do odredišta, činjenica je da brodovi u naravi slijede uglavnom iste rute, odnosno biraju najkraći put. Ono što je zasigurno razlika u odnosu na kopneni promet jest stavka koja uključuje proračun kašnjenja na raskrižjima, a koji u kontekstu prilagodbe prometne mreže na pomorski promet nije potrebno računati. Jedan od izazova kod kreiranja prometne mreže jest sama prilagodba prometne mreže na kontekst pomorskog prometa. Prva stavka vezana uz prilagodbu prometne mreže uključivala je određivanje brzine na *linkovima*, odnosno definiranje vrijednosti atributa koji opisuju pojedini *link*. Upravo jedan od važnih doprinosa rada uključuje definirane vrijednosti atributa (brzina, kapacitet) na kreiranim *linkovima*.

Nadalje, u kontekstu moguće primjenjivosti metoda prometnog modeliranja na pomorski promet – segment nautičkog turizma, pokrenutim procedurama i rezultatima navedena znanstvena hipoteza dokazana je u nekoliko dijelova ovog rada. Generiranje putovanja uključuje kreiranje formula za produkciju i atrakciju putovanja. U prometnom modeliranju za produkciju putovanja uobičajeno se koristi kategorijska i regresijska analiza. Upravo je u prvom koraku modela za generiranje početnih HP putovanja korištena regresijska analiza. Točnije, rezultati dobiveni modelom pokazuju kako je pomoću kreirane regresijske jednadžbe za proračun produkcija početnih putovanja (slike 20. - 24., tablice 26. - 27.) u kolovozu 2023. u području analize u početnim HP putovanjima ukupno sudjelovalo 50 214 turista (pri čemu je 29 365 turista koji unajmljuju *charter* plovilo, a 20 849 turista koji osobno plovilo). Turisti u inicijalna putovanja kreću iz eksternih zona na moru i kopnu, kao i iz internih zona u kojima imaju plovilo. Kako bi model na vjerodostojan način prikazao ukupnu potražnju za putovanjima, kod generiranja putovanja, a uz produkciju putovanja potrebno je definirati i funkciju atrakcije. S obzirom na specifičnost modela ovisno o kategoriji putovanja i stratumu potražnje bilo je potrebno odrediti koji parametri određuju funkciju atrakcije. Modelom su ukupno definirane tri funkcije atrakcije.

Primjenjivost metodologije prometnog modeliranja, osim generiranja putovanja, dokazana je i pri distribuciji putovanja u kontekstu pomorskog prometa. Distribucija putovanja, napravljena je uz pomoć gravitacijskog modela. Izazov povezan s distribucijom putovanja bio je vezan uz pravilno postavljanje parametara za pokretanje gravitacijskog modela koji uključuju definiranje funkcije korisnosti i kalibraciju parametra *c*. Nakon definiranja parametara korištenjem gravitacijskog modela napravljena je distribucija HP putovanja između luka. Rezultati distribucije putovanja prikazani na slici 29. jasno pokazuju kako se gravitacijski model može primjenjivati i za distribuciju putovanja u pomorskom prometu, uz prethodno

definiranje potrebnih parametara. Jednako tako, za kalibraciju parametara c koristila se *Hymanova metoda*, a dobiveni rezultat testiran je naivnim pristupom (rezultati prikazani u tablicama 23. i 24.) što potvrđuje tezu da se metode prometnog modeliranja mogu koristiti i za kalibraciju potrebnih parametara u pomorskom prometu.

Fokus ovog rada putovanja su nautičkih turista između luka - *Port to Port* putovanja. Uzimajući u obzir problematiku vezanu uz dostupne mogućnosti praćenja plovila u nautičkom turizmu i činjenicu da navedena plovila nisu obvezna imati AIS uređaj nedvojbeno je kako je iznimno teško na pravilan način identificirati ukupnu populaciju koja sudjeluje u putovanjima između luka. U ovom kontekstu ističe se i postavljena znanstvena hipoteza koja glasi: Transformacijom broja putovanja po segmentima potražnje i modovima prijevoza te njihovim objedinjavanjem u jedan mod, može se dobiti ulazni podatak o ukupnoj populaciji koja sudjeluje u putovanjima između luka. Navedena je teza testirana i dokazana. Na temelju dobivenih rezultata distribucije inicijalnih HP putovanja, njihovom pretvorbom na temelju faktora popunjenosti te njihovim objedinjavanjem u jedan segment dobio se ulazni podatak o ukupnoj populaciji koja sudjeluje u putovanjima između luka (rezultati na slici 26. te rezultati u prilogu 5.). S obzirom na to da je transformacija na temelju faktora popunjenosti napravljena i pojedinačno po segmentima *charter* plovilo i osobno plovilo, dodana vrijednost modela uključuje mogućnost odvojenog generiranja, distribucije i dodjeljivanja putovanja po svakom segmentu. Navedeni korak treba staviti i u kontekst prethodne teze, odnosno primjene metoda prometnog modeliranja. Pretvorba na temelju faktora popunjenosti inače se radi neposredno prije dodjeljivanja putovanja. S obzirom na specifičnost modela i primjenu na dio pomorskog prometa može se reći kako je u ovom dijelu napravljena prilagodba metoda koje su inače korištene u prometnom modeliranju.

Nakon određivanja ukupne populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka, potreban podatak uz pomoć kojeg se određuju obrasci kretanja između luka jest podatak o frekvenciji putovanja, odnosno prosječnom broju putovanja u jednom danu. Najvjerodostojnijim podatkom za frekvenciju putovanja smatrao se podatak lučkih uprava o broju isplova i uplova, čijim se omjerom dobila frekvencija putovanja iz pojedine luke. U ovom dijelu važno je istaknuti kako funkcija atrakcije više nije jednostavno definirana, nego se u obzir uzima činjenica da i nešto drugo osim veza i prirodnih atrakcija u blizini privlači nautičare. Predstavljenom metodologijom za određivanje atributa koji imaju utjecaj na odabir destinacije u funkciju atrakcije uvrstile su se i dodatne stavke čime se omogućila pravilnija distribucija putovanja između zona.

Ono što karakterizira nautički turizam jest činjenica da rekreacijska plovidba predstavlja plovidbu za razonodu i uključuje popratne aktivnosti poput ronjenja, sunčanja, kupanja, posjeta prirodnim i kulturnim atrakcijama, posjeta restoranima. Izuzev navedenog, ako se promatraju demografska obilježja navedenih turista, uglavnom je riječ o turistima koji imaju viša primanja. Slijedom navedenog postavlja se teza: Atraktivnost lokacija predstavlja dominantan kriterij za odabir destinacije putovanja u odnosu na udaljenost ili vrijeme putovanja. Dobivenim rezultatima (tablice 23. i 24.) ovog rada, kalibracijom parametara c na vrijednost **-0,01** preko *Hymanove* metode te testiranjem dobivene vrijednosti naivnom metodom na stvarnim podacima iz lokatora dokazano je da je zapravo temeljni kriterij za odabir destinacije sama atraktivnost lokacije i da povećanje troškova, odnosno u ovom smislu udaljenosti i vremena

putovanja neće utjecati na odluku da u tu destinaciju i putuju. Točnije, kao *threshold* vrijednost promjene udaljenosti uzeta je vrijednost dobivena anketom, a ona iznosi 12 NM. Testiranjem parametra c na stvarnim podacima iz lokatora, rezultat je pokazao da se kod *OD* para kod kojeg je promjena udaljenosti ujedno i *threshold*, vjerojatnost putovanja ne mijenja se značajnije s promjenom udaljenosti. Vjerojatnost putovanja između navedenih destinacija kada se vrijednost c postavi na kalibriranu *Hymanovom* metodom **-0,01** pri minimalnoj udaljenosti (odnosno najkraćim putom) iznosi 0,08354, a pri najvećoj udaljenosti iznosi 0,0834012. Promjena je, dakle, od 0,0001 što znači da promjena udaljenosti od 12 NM ne utječe značajnije na odluku da će turist nautičar u određenu destinaciju i putovati. Promjena vjerojatnosti putovanja od 1 % za isti *OD* par vidljiva je tek kod vrijednosti $c = -0,4$. Jednako tako, iz tablice 22. razvidno je da se značajnije promjene po pitanju vjerojatnosti putovanja u odnosu na promjenu udaljenosti vide tek kod velike promjene udaljenosti od 163 NM. Osim prethodno istaknutih, navedena teza dokazana je i rezultatima provedenog kvalitativnog istraživanja (prilog 1.) unutar kojeg su ispitanici na skali od 1 do 5 morali ocijeniti koliko im je pojedina stavka važna kada odabiru destinaciju, a kod stavke troška putovanja najveći broj ispitanika je kategoriji troška putovanja dodijelio srednju ocjenu (3).

Neujednačeni načini statističkog praćenja, nedostatak statističkih informacija o ukupnoj populaciji (*charter* plovilo i osobno plovilo) koja ostvaruje putovanja, te već spomenuta činjenica da rekreacijska plovila nisu obvezna imati AIS uređaj dodatno otežavaju mogućnost utvrđivanja prometnog toka, odnosno dinamike kretanja između luka. Prethodnom tezom, odnosno generiranjem i distribucijom HP putovanja, njihovom transformacijom na temelju faktora popunjenosti te objedinjavanjem u jedan način dobio se ključan ulazni podatak potreban za utvrđivanje prometnog toka između luka. Procedurom generiranja putovanja između luka na temelju definiranih funkcija produkcije i atrakcije, pokretanjem gravitacijskog modela na temelju definiranih parametara distribucije te dodjeljivanjem putovanja napravljena je raspodjela potražnje prema rutama i prometnim entitetima. Rezultati prikazani na slikama 31. - 34. jasno prikazuju kako je potvrđena sljedeća znanstvena hipoteza: Nedostatak zapisa o stvarnim kretanjima plovila u nautičkom turizmu može se nadomjestiti razvijenim prometnim modelom uspostavljenim matricama prometne potražnje i raspodjelu potražnje prema rutama i prometnim entitetima.

Rezultati testiranja modela na odabranom području prvi put jasno prikazuju produkcije i atrakcije putovanja po pojedinim zonama. Osim toga, prometnim modelom prvi put su jasno istaknute rute kretanja plovila, prometna opterećenja na rutama te cjelokupni volumen prometa (plovila) na odabranom području u određenom vremenskom razdoblju (razina mjeseca). Ovdje treba istaknuti kako za odabrano područje na kojem je testiran model, jedini dostupan statistički podatak o broju nautičkih gostiju po pojedinim lukama jest onaj od turističke zajednice (podatak HTZ-a o dolascima i noćenjima nautičara od dostupan u prilogu 4.). To je podatak o dolascima i noćenjima nautičara koji unajmljuju plovilo pri čemu se u tom pogledu u statistici zbrajaju i podatci o turističkim/izletničkim brodovima, odnosno sedmodnevnim kružnim putovanjima pri čemu navedeni podatak predstavlja broj osoba, a ne brodova. Kako segment sedmodnevnih putovanja opslužuje veliki broj turista, jasno je kako je vrlo teško uspoređivati dobivene rezultate modelom s podacima Hrvatske turističke zajednice - dio vezan za osobna plovila statistički nije praćen. U ovom se kontekstu reflektira i važnost dobivenih rezultata, s obzirom

na to da se modelom može dobiti podatak važan za kontekst planiranja buduće nautičke ponude po svakoj identificiranoj zoni te po svakom odvojenom segmentu (osobno plovilo i *charter* plovilo). Ako se promatra krajnji rezultat dobiven testiranjem modela, od inicijalnih 50 214 nautičara koji su krenuli u putovanje, kao rezultat distribucije plovila među lukama na razini mjeseca dobila se brojka od 13 522 plovila.

Nadalje, važan rezultat modela jest postupak kalibracije modela. Točnije, nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu napravljena je korekcija matrice distribucije putovanja između luka na temelju dostupnih podataka o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima* od lučkih uprava. Podatak o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima* bio je dostupan za 50 % lokacija. U ovom je dijelu napravljen GEH test na temelju kojeg su se dobile prosječne vrijednosti GEH-a za lokacije na kojima je postojao podatak o broju uplova. Ovdje je važno raspraviti o ključnoj stavki, a to je činjenica da je početna prosječna vrijednost GEH-a bila 8,7 pri čemu je vrijednost R^2 bila niska. Navedeno se jasno isticalo na pojedinim *linkovima* gdje su odstupanja bila zaista velika. Identifikacijom *log* zapisa te promatranjem matrica distribucije putovanja za *charter* plovilo i osobno plovilo ističu se sljedeća saznanja koja ujedno predstavljaju i ograničenja modela. Kod kategorije putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo (ujedno i najveća kategorija) problem se javlja kod *Port to Port* putovanja s obzirom na to da ovaj dio nije osjetljiv na drukčiji obrazac putovanja u odnosu na inicijalnu raspodjelu putovanja (HP putovanja) koja je koncentrirana između marina. Inicijalna je raspodjela HP putovanja za *charter* plovila samo na marine, odnosno zone u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila (ukupno 11 od 28 kreiranih zona). Drugim riječima, kod segmenta potražnje turista koji unajmljuju *charter* plovila nema inicijalnih polazaka *Port to Port* putovanja iz preostalih zona, već samo iz zona u kojima je postojala mogućnost najma *chartera*. U ovom kontekstu balansiranje između produkcije i atrakcije izvodi se samo među zonama gdje vrijednosti produkcije nisu 0. Ovaj je problem djelomično riješen/kompenziran zbrajanjem svih putovanja (osobno plovilo i *charter*) kod generiranja *Port to port* putovanja između luka. Upravo pridruživanjem inicijalnih putovanja osobnim plovilima na ostale luke (otvorene za javni promet) dobije se produkcija i na tim zonama te se distribucijom i balansiranjem produkcije i atrakcije dio *charter* putovanja rasporedi i prema lukama otvorenim za javni promet. U ovom kontekstu i dobivene vrijednosti GEH testa značajnije odstupaju, odnosno vrijednost R^2 je u samom početku niska. Nakon provedene korekcije *OD* matrice neizrazitom logikom, dobivene su sljedeće vrijednosti: $R^2=0,98$; p vrijednost = $2.953e-12$; prosječan GEH=1,6; GEH<5 na 93 % lokacija. Promatranjem zbirnog podatka za korekciju, od ukupno 13 522 plovila koji su modelom dobiveni, krajnji rezultat nakon korekcije *OD* matrice iznosi 10 073 plovila. Jedan od razloga zbog čega je krajnji rezultat nakon korekcije manji u odnosu na onaj dobiven modelom može biti činjenica da je frekvencija putovanja manja u odnosu na onu definiranu modelom, odnosno da turisti ostvare manji broj dnevnih putovanja jer borave više dana u lukama koje su im zanimljive. Jednako tako, u obzir treba uzeti činjenicu da je korekcija matrice provedena na temelju podataka o uplovu za 50 % lokacija, pri čemu nije postojao dostupan podatak za velike zone, a kod kojih je prethodno istaknuto ograničenje vezano uz veliku količinu inicijalnih PP putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo koja se rasporedi upravo iz tih zona.

Osim navedenog, potrebno je istaknuti i posebno definiranu stavku vezanu uz kreiranje metodološkog okvira za penalizaciju pojedinih područja s obzirom na kategoriju zaštite područja. S obzirom na to da je nautički turizam relativno nedavno doživio veliki procvat, njegove štetne učinke na okoliš tek se počelo primjećivati, odnosno jasnije kategorizirati. U ovome radu jasno su istaknuti ekološki deskriptori i s obzirom na činjenicu da se prvi puta razvija makromodel i primjenjuje na kontekst nautičkog turizma predložen je metodološki okvir za penalizaciju pojedinih morskih područja u skladu s kategorijama zaštite prema IUCN-u. U radu se predlaže način penalizacije pojedinih zona, točnije penalizacija na konektoru i to ovisno o ekološkim deskriptorima, odnosno ekološkim atributima koji definiraju samu zonu. Konkretno na odabranom području interesa na ukupno 14 zona bi se trebala provesti penalizacija, odnosno uključiti aspekt vezan uz zaštitu morskog okoliša. Od 14 lokacija, njih 4 nosile bi najveći penal Vis, Komiža, Maslinica i Palmižana. Upravo su Vis, Komiža i Maslinica tri destinacije koje su se istaknule među 20 OD parova s najvećim volumenom na *linkovima*. Zasižno je da bi se uključivanjem navedenih penala za navedene zone pojedina količina prometa preraspodijelila na druge rute, odnosno zone.

Slijedom svega navedenog, testiranjem razvijene metodologije modela po svakom koraku; prilagodbom prometne mreže na kontekst pomorskog prometa; identifikacijom zona privlačenja i stvaranja putovanja; definiranjem funkcija za produkciju i atrakciju početnih putovanja; distribucijom početnih putovanja preko gravitacijskog modela prema definiranim parametrima za distribuciju; pretvorbom matrica distribucije na temelju faktora potpunosti i stvaranjem populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka; definiranjem frekvencije putovanja između luka; kreiranjem metodološkog okvira za određivanje težina kriterija koji utječu na privlačenje putovanja; distribucijom putovanja između luka; razvojem metodološkog okvira za penalizaciju područja na temelju atributa utjecaja na okoliš; dodjeljivanjem putovanja na mrežu; korekcijom matrice distribucije putovanja neizravnom logikom, a uzimajući u obzir prethodno istaknuta ograničenja modela nedvojbeno je dokazano kako se ***prometna opterećenja i pritisci na okoliš u domeni nautičkog turizma kvantificiraju ovisno o raspodjeli prijevozne potražnje među zonama stvaranja i privlačenja putovanja, primjenom prilagođenog prometnog modela.***

8.2. Očekivani znanstveni doprinos i primjena rezultata istraživanja

Znanstveni doprinos provedenog istraživanja ovog doktorskog rada ima teorijsku i praktičnu primjenu.

Teorijski doprinos ovog rada ogleda se u razvijenoj metodologiji, odnosno prilagodbi prometnog modela na pomorski promet – segment nautičkog turizma. Modelom je prvi put definirana, odnosno kreirana prometna mreža s *linkovima* i čvorištima s obzirom na to da plovni put ne predstavlja klasičnu infrastrukturu kao što je to slučaj na kopnu s prometnicama i raskrižjima, nego je potrebno definirati rute pomorske plovidbe i međutočke gdje se mijenja kurs broda.

Nadalje, teorijski doprinos ogleda se i u aspektu kreiranja i kategorizacije morskih *linkova* te definiranju vrijednosti atributa koji ih opisuju (brzina, broj traka, kapacitet *linka*, *VD* funkcija).

Modelom je predstavljen pristup za segmentaciju potražnje u nautičkom turizmu te su razvijene funkcije za generiranje, odnosno produkciju i atrakciju putovanja za različite segmente potražnje. Ključan doprinos modela uključuje i definiran pristup za proračun ukupne populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka dok je dodatan značaj i kreirana metodologija za definiranje funkcije atrakcije kod putovanja između luka. Dakle, radom je razvijen pristup za proračun težinskih koeficijenata pojedinih atributa koji mogu imati ili imaju utjecaj na privlačenje putovanja u određenu zonu.

Također, u dijelu distribucije inicijalnih putovanja, kao i putovanja između luka, modelom su definirane funkcije impedancije koje se koriste za distribuciju putovanja preko gravitacijskog modela. Osim definiranih funkcija impedancije, ključan aspekt uključuje i proračun vrijednosti za parametar c za provedbu distribucije putovanja gravitacijskim modelom.

Radom su predstavljeni prepoznati ekološki deskriptori u kontekstu nautičkog turizma. Razvijen je metodološki okvir koji je obuhvaća sve prepoznate ekološke deskriptore i stavlja ih u kontekst proračuna vrijednosti penala za zone koje su identificirane kao zone privlačenja prometa. Razvijena metodologija proračuna penala za pojedine kategorije zaštićenih područja u obzir uzima više stavki: aktivnosti povezane s rekreacijskom plovidbom unutar IUCN kategorija zaštite; područje geoparka; u području je zamijećena morska cvjetnica posidonija; u području je primijećeno zagušenje.

Rezultati razvijenog modela predstavljaju pionirski i posve novi pristup koji se može koristiti za identifikaciju zona privlačenja i generiranja putovanja, utvrđivanje prometnih ruta i prometnih tokova kod plovila u nautičkom turizmu. Ono što je izuzetno važno u kontekstu planiranja buduće ponude u nautičkom turizmu jest stavka modela koja uključuje razvijenu mogućnost za odvojeno dodjeljivanje putovanja između luka, odnosno prvi put predstavljen je pristup kojim se može utvrditi količina prometa između luka odvojeno za plovila u *charteru* te vlastita plovila.

Jedan od temeljnih praktičnih doprinosa je i činjenica da dobiveni rezultati i razvijeni model mogu služiti kao baza za identifikaciju vršnih opterećenja u prometnom i ekološkom smislu. Osim korištenja za upravljanje prometnim opterećenjem marko i mikro plovnih područja, model se može koristiti za planiranje hipotetskih scenarija prometne potražnje i procjenu mogućih budućih utjecaja na morska područja.

Dobiveni rezultati istraživanja kao i model kretanja u rekreacijskoj plovidbi mogu biti značajni brojnim dionicima, uključujući subjekte u praksi koji su pružatelji usluga (*charter* agencije, marine, luke, turističke agencije), ali i druge subjekte koji se bave planiranjem prometnog opterećenja, planiranjem i razvojem buduće ponude destinacija, planiranjem i zaštitom pojedinih područja od posebnog interesa.

Također, provedenim kvalitativnim istraživanjem nude se značajne spoznaje o razlozima zbog kojih nautičari biraju pojedinu lokaciju. Razlozi odabira pojedinih ruta značajan su *input* ponuditeljima usluga na odabranoj destinaciji.

8.3. Ograničenja istraživanja

Unutar ovog istraživanja može se istaknuti nekoliko niže navedenih ograničenja. S obzirom na to da je morsko područje puno otvorenije od kopnenog područja, činjenica je da prometna

mreža ne može predstaviti, odnosno prikazati sve moguće veze koje postoje između zona, stoga kreirana prometna mreža može sadržavati određene nepravilnosti. Jednako tako, pri kreiranju prometne mreže i testiranja modela na odabranom području, pojedine su zone spojene budući da se nalaze blizu jedna drugoj u geografskom i prostornom smislu što posljedično ima utjecaja i kod same kalibracije i validacije modela.

Kod prijevoznih sustava nije napravljena daljnja segmentacija, a činjenica je da svaka vrsta plovila ima svoja obilježja u smislu brzine, potrošnje i sl. Jednako tako, određene vrste plovila (veća, luksuznija plovila) ne mogu pristati u svaku marinu što bi posljedično značilo da se i atrakcija zona u ovom smislu može razlikovati.

Sljedeće ograničenje povezuje se s mogućnošću validacije modela, s obzirom na to da ne postoji dovoljno provjeren i točan podatak kojim bi se model mogao potvrditi. Ako se promatra podatak o broju plovila u tranzitu na području interesa, on je dostupan samo na razini godine. Jednako tako, podatci koji su dostupni od lučke uprave ne obuhvaćaju i moguća putovanja (ako se ona odvijaju) nakon naplaćene pristojbe. Odnosno, ako netko plati pristojbu za 5 dana u luci, u navedenom se razdoblju (od pet dana) dinamika i obrasci kretanja broda ne bilježe. Točnije, brod u međuvremenu može dolaziti i odlaziti na putovanja, ali kao takav neće se evidentirati ponovno. Uz navedeno veže se i podatak o frekvenciji putovanja, koji je izračunat na temelju podataka o broju uplova i isplova koji su ustupljeni od lučkih uprava.

Jedno od ograničenja već je istaknuto u diskusiji, a veže se uz *Port to Port* putovanja i činjenicu da ovaj dio nije osjetljiv na drukčiji obrazac putovanja u odnosu na inicijalnu raspodjelu putovanja (HP putovanja) koja je koncentrirana između marina u kojima postoji mogućnost najma *charter* plovila (ukupno 11 od 28 kreiranih zona).

Sljedeće ograničenje povezano je s prethodnim, a odnosi se na proces korekcije matrice potražnje i dobivene vrijednost R^2 kod GEH testa. Vrijednost R^2 koja je dobivena tijekom provođenja GEH testa prije korekcije relativno je niska. Točnije, na pojedinim *linkovima*, odnosno vezama u samom početku raspoređena je velika količina putovanja turista koji unajmljuju *charter* plovilo, dok je drugi dio putovanja osobnim plovilom manje zastupljen. Problem se javlja u velikim zonama koje su upravo i *charter* baze pri čemu se jako velika količina prometa raspoređi iz tih zona, dok se s druge strane u pojedinim zonama, odnosno lukama otvorenim za javni promet javlja premala količina putovanja u odnosu na vrijednosti o evidenciji uplova na prilaznim *linkovima*. U ovom su kontekstu pojedini *linkovi* veliki *outlieri*.

8.4. Daljnje mogućnosti razvoja modela

Razvojem modela te provedenim testiranjem uočene su pojedine stavke koje bi bilo korisno dalje unaprijediti pri čemu bi se dobili korisni rezultati za kontekst praktične primjene modela.

Prva mogućnost za daljnji razvoj i unaprjeđenje modela odnosi se na način određivanja populacije koja sudjeluje u početnim, odnosno HP putovanjima. Po uzoru na ankete kućanstva, provođenjem sveobuhvatnog istraživanja mogle bi se prikupiti korisne informacije o turistima, obrascima putovanja, učestalosti putovanja, vrstama i obilježjima plovila. Informacije dobivene istraživanjem dalje se pak mogu koristiti kao ulazni podatak kod određivanja produkcije putovanja po skupinama.

U pogledu određivanja intenziteta putovanja, preciznije frekvencije putovanja, koja je modelom određena kao omjer isplova i uplova plovila na temelju podataka lučke uprave, prijedlog nadogradnje uključuje prikupljanje i obradu što većeg broj podataka s lokatora u dužem vremenskom razdoblju (segmentirano: sezona/izvan sezone) te korištenje navedenih podataka za određivanje frekvencije između luka.

Mogućnost koja je već prethodno diskutirana kod praćenja kretanja plovila, a koja uključuje proračun gustoće prometa prema EMODnet metodologiji. Prijedlog daljnjeg razvoja modela uključuje kreiranje mreže i njezinu implementaciju u model kako bi se za svaki pojedini dio prometne mreže, odnosno sektor mogla izračunati gustoća prometa i potencijalni pritisak na morski okoliš. U ovom se kontekstu dodatno može primijeniti i razvijeni okvir za penalizaciju pojedinih zona u skladu s kategorijom zaštićenog područja.

Nadalje, daljnja preporuka uključuje ekološki deskriptor fekalija. Točnije, koristeći se dostupnim podacima o količini fekalija koje se ispuštaju, odrediti faktor rizika ispuštanja fekalija, odnosno identificirati područja gdje je faktor rizika ispuštanja veći te potencijalno kvantificirati onečišćenje fekalijama.

Prethodno je istaknuto ograničenje vezano za vrste prijevoznih sustava. Jedan od prijedloga daljnjeg razvoja modela uključuje kategorizaciju plovila (jedrilica, brod na motorni pogon,...). Osim provedene kategorizacije, dodatno napraviti testiranje mogućnosti proračuna emisije po uzoru na cestovni promet i integrirati takvo rješenje u model. Nadalje, razviti metodologiju za izračun emisije malih plovila dostupnim značajkama programa za prometno modeliranje. Na ovaj način pokušati direktno kvantificirati ekološki otisak malih plovila.

U razvijeni model prijevozne potražnje integrirati i druge segmente koji čine nautički turizam, a koji uključuju mini krstarenja te segment turističkih izletničkih brodova. U ovom kontekstu, potrebno je razviti posebnu metodologiju generiranja i distribucije putovanja.

Jedna od važnih preporuka, implementacijom koje bi se omogućilo kvalitetnije modeliranje potražnje te sama validacija modela, jest da se na identificiranim zonama generiranja i privlačenja putovanja, a posebno na područjima velikih luka postave identifikatori prometa uz pomoć kojih bi se dobili vjerodostojni podatci o količini prometa u pojedinoj luci.

9. ZAKLJUČAK

Analizom prometne potražnje, kao i prostorne i sezonalne distribucije u nautičkom turizmu te prikazom načina za utvrđivanje dinamike kretanja plovila u nautičkom turizmu pokazalo se kako dosada nije poznato da je razvijen niti jedan model kojim bi se mogla prikazati dinamika kretanja plovila u nautičkom turizmu te utvrditi količina prometnih tokova na pojedinim rutama, odnosno po pojedinim zonama.

Ovaj doktorski rad imao je za cilj predstaviti posve novi pristup za utvrđivanje prijevozne potražnje u nautičkom turizmu, identifikaciju zona privlačenja i generiranja putovanja te u konačnici utvrđivanje prometnih ruta i količine prometnih tokova kod plovila u nautičkom turizmu. Koristeći se metodologijom prometnog modeliranja te prilagodbom klasičnih metoda na kontekst pomorskog prometa – nautičkog turizma, testiranjem razvijenog modela na odabranom području interesa radom postavljena znanstvena hipoteza: ***Prometna opterećenja i pritisci na okoliš u domeni nautičkog turizma kvantificiraju se ovisno o raspodjeli prijevozne potražnje među zonama stvaranja i privlačenja putovanja, primjenom prilagođenog prometnog modela***, u potpunosti je dokazana.

Uz temeljnu hipotezu, dokazane su i pomoćne hipoteze, a rezultati dobiveni ovim istraživanjem pružaju odgovore na sva istraživačka pitanja iz kojih su i proizašle same hipoteze. Prateći razvijene metodološke korake i dobivene rezultate, niže su istaknuti temeljni zaključci kojima se potvrđuju glavna i pomoćne hipoteze, kao i prateći ciljevi rada.

Rezultati pokazuju kako pouzdan način za identifikaciju zona stvaranja i privlačenja putovanja u nautičkom turizmu uključuje kombinaciju velike količine primarnih i sekundarnih podataka. Za identifikaciju zona generiranja i privlačenja putovanja koristili su se obrađeni podatci s lokatora ugrađenih na plovilima, rezultati provedene ankete, kao i statistički podatci vezani za broj luka, marina, lučica, sidrišta te količinu prometa u istima. Krajnji rezultat dobiven pokretanjem simulacije potvrđuje kako se prometna opterećenja raspodjeljuju između identificiranih zona privlačenja i generiranja putovanja.

U nekoliko metodoloških koraka ovog rada nedvojbeno je dokazana pomoćna hipoteza povezana s mogućnošću primjene metoda koje se koriste u prometnom modeliranju i na pomorski promet - dio nautičkog turizma. Točnije, kod generiranja putovanja, a za produkciju putovanja korištena je regresijska funkcija koja se i inače koristi u prometnom modeliranju. Identifikacijom zavisnih i nezavisnih varijabli u kontekstu nautičkog turizma, regresijskom funkcijom izračunao se ulazni podatak važan za generiranje inicijalnih putovanja. Nadalje, kod definiranja funkcije atrakcije, uzimajući u obzir činjenicu da segment određivanja atraktivnosti ni u kopnenom prometu nije dovoljno istražen, za definiranje funkcije atrakcije razvijen je poseban metodološki pristup. Razvijenim pristupom, korištenjem AHP metode predstavljena je metodologija za izračun težinskih koeficijenata pojedinih atributa koji mogu imati ili imaju utjecaj na privlačenje putovanja u određenu zonu. Primjenjivost metodologije prometnog modeliranja dokazana je i u distribuciji putovanja, s obzirom na to da je za distribuciju putovanja korišten gravitacijski model koji se uobičajeno upotrebljava kod distribucije putovanja u kopnenom prometu. Jedan od glavnih izazova povezanih s korištenjem gravitacijskog modela za distribuciju putovanja u pomorskom prometu - dijelu nautičkog turizma bio je pravilno postavljanje parametara za pokretanje gravitacijskog modela koji

uključuju definiranje funkcije korisnosti i kalibraciju parametra c . Pri kalibraciji parametra c kod gravitacijskog modela korištena je *Hymanova* metoda, a testiranje dobivene vrijednosti odrađeno je preko naivnog pristupa. Obe se metode inače upotrebljavaju u prometnom modeliranju za kalibraciju parametra c .

Središnji su dio rada putovanja nautičkih turista između luka. Kako nautička plovila nisu obvezna imati AIS uređaj, a vrlo je malo dostupnih statističkih podataka pomoću kojih se na pravilan način može odrediti ukupna populacija koja ostvaruje putovanja između luka, ovaj je model imao za cilj predložiti metodologiju za stvaranje/određivanje populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka. Rezultatima ovog rada dokazalo se kako se na temelju dobivenih rezultata distribucije inicijalnih HP putovanja, pretvorbom putovanja na temelju faktora popunjenosti te njihovim objedinjavanjem može dobiti ulazni podatak o ukupnoj populaciji koja sudjeluje u putovanjima između luka. U ovom dijelu treba istaknuti i dodatnu mogućnost modela, s obzirom na to da su kreirane posebne procedure kojima je transformacija na temelju faktora popunjenosti napravljena i pojedinačno po segmentima za *charter* plovila i osobna plovila te je modelom razvijena mogućnost odvojenog generiranja, distribucije i dodjeljivanja putovanja između luka po svakom segmentu.

Budući da je rekreacijska plovidba prije svega plovidba za razonodu te da demografski profil turista nautičara uglavnom uključuje goste veće platežne moći kojima osnovne aktivnosti u destinaciji uključuju ronjenje, sunčanje, kupanje, posjet prirodnim i kulturnim atrakcijama, kao i posjet restoranima, postavljena je teza vezana uz atraktivnost same lokacije, točnije uz povećanje troškova putovanja (vremena i udaljenosti putovanja) i utjecaja navedenog povećanja na odabir destinacije. Kalibracijom parametra c na vrijednost $-0,01$ preko *Hymanove* metode, te testiranjem dobivene vrijednosti naivnom metodom na stvarnim podacima iz lokatora neosporno je dokazano da povećanje troškova, odnosno u ovom smislu udaljenosti i vremena putovanja neće utjecati na odluku turista da u tu destinaciju i putuju. Navedena teza dodatno je dokazana i provedenim kvalitativnim istraživanjem unutar kojeg su ispitanici na skali od 1 do 5 morali ocijeniti koliko im je pojedina stavka važna pri odabiru destinacije. Upravo je za stavku troška putovanja najveći broj ispitanika dodijelio srednju ocjenu (3).

Problematika vezana za utvrđivanje dinamike kretanja plovila između luka, odnosno nemogućnost utvrđivanja prometnog toka posljedica je više različitih čimbenika, uključujući neujednačene načine statističkog praćenja, nedostatak statističkih informacija o ukupnoj populaciji (*charter* plovilo i osobno plovilo) koja ostvaruje putovanja te činjenicu da rekreacijska plovila nisu obvezna imati AIS uređaj. Razvijenim prometnim modelom, odnosno kreiranim procedurama za generiranje putovanja između luka, a na temelju definiranih funkcija produkcije i atrakcije, pokretanjem gravitacijskog modela, na temelju definiranih parametara distribucije te dodjeljivanjem putovanja napravljena je raspodjela potražnje prema rutama i prometnim entitetima. Ovim koracima dokazana je hipoteza kako je nedostatak zapisa o stvarnim kretanjima plovila u nautičkom turizmu moguće nadomjestiti uspostavljenim matrice prometne potražnje i raspodjelom potražnje prema rutama i prometnim entitetima.

Pri samom razvijanju modela i brojnih izazova u smislu nedostatka velike količine potrebnih i vjerodostojnih podataka, stalno se isticalo i pitanje te način validacije samog modela. U prometnom modeliranju vrlo se često koristi proces kalibracije kojim se rezultati dobiveni modelom uspoređuju s podacima dobivenim s brojača, odnosno brojanjem prometa.

Upravo je ovaj korak ključan u smislu moguće primjene modela u praksi, a i način njegove validacije. Po uzoru na navedeno napravljena je usporedba vrijednosti OD matrice dobivenih modelom s podacima o evidenciji uplova plovila na prilaznim *linkovima* po zonama. Nakon provjere u GEH testu napravljena je korekcija OD matrice neizrazitom logikom. Ovaj dio metodologije, osim što se može koristiti kao pristup, odnosno način validacije dobivenog modela, pokazuje kako je još jedan aspekt metoda koje se koriste u prometnom modeliranju primjenjiv u pomorskom prometu, odnosno nautičkom turizmu.

Potrebno je istaknuti doprinos dobiven rezultatima ovog rada kod ciljeva rada poveznih s identifikacijom ekoloških deskriptora te razvojem metodologije za penalizaciju morskog okoliša. Ekološki deskriptori jasno su definirani i predstavljeni pri čemu je prvi put razvijen i metodološki okvir koji prepoznate ekološke deskriptore stavlja u kontekst izračuna vrijednosti penala za zone koje su identificirane kao zone privlačenja prometa. Kreiranjem metodologijom daje se izračun vrijednosti penala za pojedine kategorije zaštićenih područja pri čemu se u obzir uzima više stavki, odnosno pitanja, uključujući sljedeće: Koje su to dozvoljene aktivnosti povezane s rekreacijskom plovidbom unutar IUCN kategorija zaštite?; Je li navedeno područje geopark?; Je li u području zamijećena posidonija?; Je li u području već primijećeno zagušenje? Budući da u kontekstu pomorskog prometa nije moguće penalizirati sami *link*, navedeni prijedlog uključuje penalizaciju zone, točnije penalizaciju na konektoru. Na ovaj se način dio prometa odvraća (rerutira) iz navedene zone u sljedeću te se smanjuje prometno i ekološko opterećenje pojedine „ekološki ugrožene“ zone.

Razvijena metodologija ovog rada uključivala je nekoliko koraka čijom se provedbom i testiranjem te naposljetku i dobivenim rezultatima, a poštujući prepoznata ograničenja, **dokazalo kako se razvijenim prometnim modelom**, odnosno prilagodbom prometne mreže na kontekst pomorskog prometa; definiranjem vrijednosti atributa (kapaciteta i brzine na *linkovima*); identifikacijom zona privlačenja i stvaranja putovanja; definiranjem funkcija za produkciju i atrakciju putovanja početnih putovanja; definiranjem funkcije korisnosti; kalibracijom parametra *c*; distribucijom početnih putovanja preko gravitacijskog modela; stvaranjem populacije koja sudjeluje u putovanjima između luka; pretvorbom matrica distribucije na temelju faktora popunjenosti; određivanjem intenziteta putovanja (frekvencije) putovanja između luka; kreiranjem metodološkog okvira za određivanje težina kriterija koji utječu na privlačenje putovanja kod putovanja između luka; distribucijom putovanja između luka preko gravitacijskog modela, a na temelju definiranih parametara za distribuciju; razvojem metodološkog okvira za penalizaciju područja na temelju atributa utjecaja na okoliš; dodjeljivanjem putovanja na mrežu; korekcijom matrice distribucije putovanja neizrazitom logikom **mogu kvantificirati prometna opterećenja i pritisci na okoliš u domeni nautičkog turizma ovisno o raspodjeli prijevozne potražnje među zonama stvaranja i privlačenja putovanja**. S obzirom na činjenicu da je segment modeliranja prometa u nautičkom turizmu potpuno neistražen i da je ovaj pristup pionirski, zasigurno je da dobiveni rezultati predstavljaju osnovu koja može poslužiti kao početni alat za upravljanje prometnim opterećenjem na pojedinim plovnim područjima. Jednako tako, rezultati dobiveni modelom mogu služiti u kontekstu identifikacije vršnih opterećenja u prometnom i ekološkom smislu.

Slijedeći preporuke za buduće istraživanje, daljnjim razvojem modela u nekoliko stavki koje uključuju: kreiranje različitih scenarija, podjelu područja na sektore, modeliranje potražnje

na razini dana, testiranje metodološkog okvira penalizacije na konektorima, zasigurno je da će se još detaljnije i jasnije moći istaknuti pritisci nautičkog turizma u prometnom i ekološkom smislu te ponuditi optimalna rješenja za zone, odnosno sektore koji su preopterećeni.

Poštujući prethodno definirana ograničenja ovog istraživanja, nedvojbeno je da rezultati dobiveni ovim radom pokazuju da je povezivanjem dva potpuno različita segmenta, metodologije prometnog modeliranja u kopnenom prometu i zakonitosti koje vrijede na kopnu, na aspekt pomorskog prometa - nautičkog turizma moguće dobiti zadovoljavajući rezultat, odnosno identificirati zone generiranja i privlačenja putovanja, ustanoviti prometne rute te utvrditi količinu prometnih tokova između luka, marina i lučica.

Ako se dobiveni rezultati stave u kontekst važnosti za budući razvoj nautičkog turizma i planiranje buduće ponude, zasigurno je da će oni biti korisni brojnim dionicima. Korist od rezultata imaju pružatelji usluga u nautičkom turizmu - brojne *charter agencije, marine, luke i turističke agencije*. Dobiveni rezultati mogu biti korisni u kontekstu optimizacije same infrastrukture. Preciznije, mogu im poslužiti kao *input* za razvijanje strategije upravljanja kapacitetom, definiranje rasporeda vezova te u konačnici i samih resursa u sezoni i izvan sezone (ljudskih i materijalnih).

Jednako tako, model i dobiveni rezultati korisni su i donositeljima odluka - državnim subjektima – u ovom kontekstu više je različitih referentnih tijela za koje rezultati predstavljaju važan *input*. Primjena rezultata ogleda se u aspektu planiranja prometnog opterećenja, analizi obrazaca kretanja brodova, identifikaciji najprometnijih ruta, utvrđivanju vremena zadržavanja u pojedinim marinama, izračunu frekvencije putovanja iz pojmernih luka, utvrđivanju sezonskih varijacija, u cilju identifikacije „uskih grla“, identifikaciji područja/točaka potencijalnih „konflikata“ između različitih vrsta plovila (rekreacijska plovidba, lokalne i međunarodne trajektne linije). Sve navedene stavke u konačnici doprinose povećanju sigurnosti plovidbe i zaštiti mora i morskog okoliša. Jednako tako, rezultati su korisni i za utvrđivanje i definiranje buduće ponude destinacija, odnosno za razvijanje strategija razvoja nautičkog turizma, kao i planiranje budućih infrastrukturnih potreba. Nadalje, rezultati su primjenjivi u kontekstu planiranja i zaštite pojmernih područja. Modeliranjem se omogućuje procjena utjecaja prometa na okoliš, identificiraju se zone koje su „zagušene“, a prepoznate su u kategorijama zaštićenih područja.

Slijedom svega navedenog, a uzimajući u obzir definirana ograničenja istraživanja za očekivati je da će rezultati ovog istraživanja biti primjenjivi i mogu služiti kao potpora u odlučivanju svim dionicima koji opskrbljuju sektor nautičkog turizma. U konačnici, promatrajući širi kontekst, model i rezultati široko su primjenjivi, odnosno predstavljaju osnovne *inpute* za planiranje održivog razvoja pomorskog/nautičkog turizma.

POPIS SLIKA

Slika 1: Usporedba objavljenih publikacija u WoS - u koje se bave modeliranjem rekreacijske plovidbe, pomorskog prijevoza i multimodalnog prijevoza za razdoblje 2000.-2021. [6]	7
Slika 2: Pregled proučavanih učinaka u odnosu na ukupan broj objavljenih radova za odabrane studije u razdoblju 2010. - 2021. [6]	8
Slika 3: Osnovni elementi prometne mreže [18].....	16
Slika 4: Dijagram raspršenja [24].....	19
Slika 5: Ukupno, objašnjeno i neobjašnjeno odstupanje y od svoje sredine [26]	21
Slika 6: Prikaz zapisa s lokatora u <i>gpx</i> formatu	46
Slika 7: Prikaz ishodišta i odredišta putovanja na temelju obrađenih podataka iz lokatora	48
Slika 8: Dijagram toka razvijenog modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu.....	51
Slika 9: Prikaz tipova <i>linkova</i>	53
Slika 10: Obradeni podatci s AIS uređaja za potrebe definiranja brzine na <i>linkovima</i> u kontekstu pomorskog prometa	54
Slika 11: Dijagram toka pri donošenju odluke o pojedinačnom ili objedinjenom modeliranju putovanja između luka	67
Slika 12: Prikaz <i>fuzzy</i> seta logike [122]	81
Slika 13: Primjena neizrazite logike za korekciju <i>OD</i> matrice	81
Slika 14: Administrativna podjela Splitsko-dalmatinske županije [124].....	83
Slika 15: Područja ekološke mreže u Splitsko-dalmatinskoj županiji [126].....	85
Slika 16: Isječak s Bioportala s uključenim slojevima vezanim za identifikaciju prirodnih i kulturnih atrakcija [104].....	95
Slika 17: Korelacijski međuodnos faktora koji utječu na atraktivnost područja s brojem noćenja prikazan na toplinskoj karti.....	95
Slika 18: Izgled kreirane prometne mreže i raspored zona prikazanih programom PTV VISUM	102
Slika 19: Kreirani tipovi <i>linkova</i> računalnim programom PTV VISUM.....	103
Slika 20: Rezultat produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu	105
Slika 21: Prikaz rezultata produkcije i atrakcije HP putovanja turista koji imaju vlastito plovilo u internim zonama na kopnu – izvadak iz modela.....	106
Slika 22: Rezultat produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji vlastitim plovilom dolaze iz eksterne zone na moru	106
Slika 23: Prikaz dobivenih rezultata produkcije i atrakcije za HP putovanja turista koji unajmljuju <i>charter</i> plovila.....	107
Slika 24: Prikaz dobivenih rezultata za produkciju i atrakciju HP putovanja turista koji unajmljuju <i>charter</i> plovilo – izvadak iz prometnog modela	107
Slika 25: Isječak matrice distribucije za HP putovanja turista koji imaju plovilo u internim zonama na kopnu.....	108
Slika 26: Isječak objedinjene matrice kojom se prikazuje ukupna potražnja za putovanjima između luka	110

Slika 27: Rezultat produkcije i atrakcije kod putovanja između luka za sva plovila za kolovoz 2023. – izvadak iz prometnog modela	111
Slika 28: Toplinska karta - korelacijski odnos između broja privučenih putovanja po zonama u odnosu na attribute zone.....	112
Slika 29: Isječak matrice distribucije putovanja između luka za sva plovila.....	113
Slika 30: Izvadak iz liste kreiranih procedura u računalnom programu PTV VISUM	114
Slika 31: Rezultati prometnog opterećenja na <i>linkovima</i> nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu.....	114
Slika 32: Rezultati prometnih opterećenja na <i>linkovima</i> nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu - dio mreže sjever	115
Slika 33: Prikaz volumena prometa između zona (luka).....	116
Slika 34: Prikaz volumena prometa na konektorima po zonama (lijevo – polazni konektori, desno - odredišni konektori).....	117
Slika 35: Vrijednosti količine prometa na prilaznim <i>linkovima</i> dobivene modelom u odnosu na podatke lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim <i>linkovima</i>	118
Slika 36: Vrijednosti količine prometa na prilaznim <i>linkovima</i> koje su dobivene nakon korekcije u odnosu na podatke lučkih uprava o evidenciji uplova na prilaznim <i>linkovima</i> ...	118
Slika 37: Odnos količina prometa na prilaznim <i>linkovima</i> dobivenih prije korekcije, nakon korekcije te kroz evidenciju uplova od strane lučkih uprava	119
Slika 38: Volumen prometa na konektorima nakon korekcije (lijevo - ishodišni, desno - odredišni).....	120
Slika 39: Usporedba <i>OD</i> matrice prije (os x) i nakon korekcije (os y)	121
Slika 40: Odnos volumena prometa na odredišnom konektoru prije i nakon korekcije	122
Slika 41: Usporedba modeliranog i korigiranog volumena prometa na ishodišnim konektorima po zonama	123
Slika 42: Usporedba po OD parovima prije (os x) i nakon korekcije (os y) - dio OD parova	124

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Prikaz broja luka nautičkog turizma i broja zaposlenih u razdoblju 2009. - 2022.	31
Grafikon 2: Pregled provedenih dana u lukama nautičkog turizma za plovila na stalnom vezu u odnosu na plovila u tranzitu u razdoblju 2009. - 2020.....	32
Grafikon 3: Prikaz ukupnih komercijalnih dolazaka i noćenja u nautičkom turizmu za razdoblje 2016. - 2021.....	33
Grafikon 4: Međuodnos broja turista i broja <i>charter</i> gostiju prikazan preko dijagrama raspršenja.....	59
Grafikon 5: Prosječna popunjenost kapaciteta vezova u lukama nautičkog turizma po mjesecima za 2022. godinu (u %)	87

POPIS TABLICA

Tablica 1: Prikaz općeg oblika ishodišno-odredišne matrice (OD matrice) [10].....	23
Tablica 2: Prikaz odnosa ukupnog broja turista u županijama na moru i broja <i>charter</i> gostiju za razdoblje 2012. - 2023.	34
Tablica 3: Broj plovila u tranzitu te ukupan broj dana boravka plovila u lukama nautičkog turizma po mjesecima za razdoblje 2016. - 2020.	35
Tablica 4: Negativni učinci nautičkog turizma na morski okoliš [6].....	41
Tablica 5: Izvori podataka za izradu modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu	48
Tablica 6: Rezultati regresije za produkciju <i>Home to Port</i> putovanja	59
Tablica 7: Interpretacija relativne važnosti između kriterija - <i>Saatyeva</i> skala [114].....	70
Tablica 8: Opisi pojedinih kategorija zaštićenih područja prema IUCN [115].....	72
Tablica 9: Matrica prihvatljivosti pojedinih aktivnosti unutar različitih kategorija zaštite morskih područja prema IUCN-u.....	74
Tablica 10: Križna matrica: vrijednosti penala za pojedine kategorije zaštićenih područja u skladu s dozvoljenim aktivnostima unutar pojedinih područja	76
Tablica 11: Brojčani prikaz zaštićenih morskih područja pridruženih pojedinoj kategoriji IUCN-a	77
Tablica 12: Broj luka nautičkog turizma u 2023. godini [30].....	84
Tablica 13: Broj dostupnih vezova i prateća površina u namjeni nautičkog turizma za područje Splitsko-dalmatinske županije.....	86
Tablica 14: Popis kreiranih korisničkih atributa zone u računalnom programu VISUM	89
Tablica 15: Popis zona odabranog područja s izdvojenim atributima koji je opisuju.....	90
Tablica 16: Modelirani stratumi potražnje s pratećim faktorima za generiranje putovanja.....	92
Tablica 17: Prikaz modeliranih stratuma potražnje s pripadajućim funkcijama atrakcije	94
Tablica 18: Relativne važnosti kriterija u odnosu na dobivene omjere težina kriterija	96
Tablica 19: Proračun lokalnih težina kriterija u promatranom području	96
Tablica 20: Konačne vrijednosti težina pojedinih kriterija	96
Tablica 21: Prikaz funkcija atrakcije i produkcije za generiranje putovanja između luka	97
Tablica 22: Izvadak iz SKIM matrice, prikaz troškova putovanja između zona	97
Tablica 23: Vjerojatnosti putovanja između destinacija dobivene gravitacijskim modelom... ..	98
Tablica 24: Vrijednosti kalibracijskog parametra korištenog kod gravitacijskog modela prema pojedinom stratumu potražnje	99
Tablica 25: Proračun penala za zone interesnog područja u skladu s definiranom metodologijom za penalizaciju.....	100
Tablica 26: Prikaz formula produkcije i atrakcije kod procedure generiranja HP putovanja	103
Tablica 27: Produkcija putovanja prema stratumima potražnje po zonama za kolovoz 2023.	104
Tablica 28: Prikaz kreiranih matrica i pratećih formula za kalkulacije s matricama kod transformacije broja putovanja na temelju faktora popunjenosti	109
Tablica 29: Rezultat produkcije i atrakcije po svim zonama za putovanja između luka za sva plovila.....	110

POPIS KRATICA

*	<i>Napomena</i>	NMVOC	<i>Nemetanski hlapljivi organski spojevi</i>
EU	<i>Europska unija</i>	ECNI	<i>Europske konfederacije nautičke industrije</i>
AIS	<i>Sustav za automatsku identifikaciju</i>	TM	<i>Metali u tragovima</i>
GPS	<i>Globalni sustav za određivanje položaja</i>	PO	<i>Morska cvjetnica Posidonia oceanicae</i>
WoS	<i>Web of Science</i>	POI	<i>Točke interesa</i>
AHP	<i>Analitički hijerarhijski proces</i>	DIS	<i>Udaljenost</i>
OD	<i>Izvorišno-odredišni</i>	DID	<i>Direktna udaljenost</i>
HB	<i>Putovanja bazirana na kućanstvu</i>	TTC	<i>Vrijeme putovanja između OD parova</i>
NHB	<i>Putovanja koja nisu bazirana na kućanstvu</i>	CH	<i>Charter</i>
MLE	<i>Analiza procjene najveće vjerojatnosti</i>	TBK	<i>Turistički brod</i>
RA	<i>Regresijska analiza</i>	W	<i>Pješaćenje</i>
R ²	<i>Koeficijent determinacije</i>	NM	<i>Nautička milja</i>
H0	<i>Nulta hipoteza</i>	NumLane	<i>Broj prometnih traka</i>
H1	<i>Alternativna hipoteza</i>	VoPrT	<i>Brzina slobodnog toka</i>
VOT	<i>Vrijednost vremena</i>	CapPrT	<i>Propusna moć po traku</i>
AON	<i>Metoda dodjeljivanja putovanja sve ili ništa</i>	OP	<i>Osobno plovilo</i>
OD	<i>Izvorišno- odredišni</i>	NTCH	<i>Nautički charter</i>
HTZ	<i>Hrvatska turistička zajednica</i>	OA	<i>Osobni automobil</i>
DZS	<i>Državni zavod za statistiku</i>	HP	<i>Početna putovanja, Putovanja od kuće do luke</i>
LNT	<i>Luka nautičkog turizma</i>	PP	<i>Putovanja između luka</i>
SDŽ	<i>Splitsko-dalmatinska županija</i>	PH	<i>Putovanja od luke do kuće</i>
EMODnet	<i>Europska mreža za promatranje i podatke o moru</i>	OTLD	<i>Promatrana srednje duljine putovanja</i>
PM 2.5	<i>Lebdeće čestice</i>		
NOx	<i>Dušikov monoksid</i>		
CO	<i>Ugljični monoksid</i>		
EXT-KOPNO	<i>Eksterna zona na kopnu</i>		
ZL	<i>Zračna luka</i>		
HP-NT-INT	<i>Home to port putovanja turista koji imaju osobno plovilo u internim zonama</i>		

PP-ALL	<i>Port to port putovanja- putovanja između nautičkih turista</i>
MPPI	<i>Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture</i>
MPA	<i>Zaštićena morska područja</i>
EXT-MORE	<i>Eksterna zona na moru</i>

LITERATURA

- [1] E. B. Industry, "Facts & figures." <https://www.europeanboatingindustry.eu/about-the-industry/facts-and-figures> (accessed Jul. 16, 2021).
- [2] D. L. Gray, R. R. Canessa, C. Peter Keller, P. Dearden, and R. B. Rollins, "Spatial characterization of marine recreational boating: Exploring the use of an on-the-water questionnaire for a case study in the Pacific Northwest," *Mar. Policy*, vol. 35, no. 3, pp. 286–298, May 2011, doi: 10.1016/j.marpol.2010.10.005.
- [3] G. Pallotta, M. Vespe, and K. Bryan, "Vessel pattern knowledge discovery from AIS data: A framework for anomaly detection and route prediction," *Entropy*, 2013, doi: 10.3390/e15062218.
- [4] H. Ukić Boljat, L. Krpan, N. Grubišić, and M. Slišković, "Assessment of nautical tourism capacity in Split and Dalmatia county through prism of spatial and transport planning - CROSBI," in *ICTS 2020: Maritime, transport and logistics science*, 2020, pp. 373–379, Accessed: Apr. 21, 2022. [Online]. Available: <https://www.bib.irb.hr/1079231>.
- [5] Official Journal of the European Union, "Razmatračko mišljenje Europskog gospodarskog i socijalnog odbora o Strategiji diversifikacije nautičkog i pomorskog turizma." 2017.
- [6] H. Boljat Ukić, N. Grubišić, and M. Slišković, "The Impact of Nautical Activities on the Environment—A Systematic Review of Research," *Sustain.* 2021, Vol. 13, Page 10552, vol. 13, no. 19, p. 10552, Sep. 2021, doi: 10.3390/SU131910552.
- [7] L. Johansson *et al.*, "Model for leisure boat activities and emissions-implementation for the Baltic Sea," *Ocean Sci*, vol. 16, pp. 1143–1163, 2020, doi: 10.5194/os-16-1143-2020.
- [8] R. Moreau, *Nautical activities: What impact on the environment? A life cycle approach for "Clear blue" boating- commissioned by the European Confederation of nautical industries- ECNI*, 2nd ed., no. June. European Confederation of nautical Industries, 2009.
- [9] T. A. Byrnes and R. J. K. Dunn, "Boating-and shipping-related environmental impacts and example management measures: A review," *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 8, no. 11. MDPI AG, pp. 1–49, Nov. 01, 2020, doi: 10.3390/jmse8110908.
- [10] J. de D. Ortuzar and L. G. Willumsen, *Modelling Transport 4th Edition*, 4th ed. London: John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
- [11] E. Afrifa-Yamoah and U. A. Mueller, "Modeling digital camera monitoring count data with intermittent zeros for short-term prediction," *Heliyon*, vol. 8, no. 1, p. e08774, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.HELIYON.2022.E08774.
- [12] E. Afrifa-Yamoah, S. M. Taylor, and U. Mueller, "Modelling climatic and temporal influences on boating traffic with relevance to digital camera monitoring of recreational fisheries," *Ocean Coast. Manag.*, vol. 215, p. 105947, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.OCECOAMAN.2021.105947.
- [13] D. Cvitanić, "Prometna tehnika-predavanja na sveučilišnom diplomskom studiju."
- [14] L. Novačko, K. Babojelić, and N. God, "Primjena simulacijskih alata u analizi prometnih tokova u cestovnom prometu," in *CESTE 2019 - Zbornik radova*, 2019, pp.

- 170–184.
- [15] I. Ištoka Otković, “Prometni modeli- autorizirana predavanja.” Građevinski fakultet Osijek, Accessed: Mar. 29, 2022. [Online]. Available: www.gfos.hr.
- [16] L. Krpan, “Integralni prostorno-prometni model urbanističkog planiranja,” Sveučilište u Rijeci, 2010.
- [17] M. Pečet, “Model prometa i procjena emisija iz cestovnog prometa u gradu Ozlju -,” Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2018.
- [18] L. Novačko, “Prometno modeliranje u cestovnom prometu- autorizirana predavanja.” .
- [19] T. & M. Leuven, “Microscopic Traffic Models.” <https://www.tmluven.be/en/navigation/microscopic-traffic-models> (accessed Mar. 30, 2022).
- [20] TDM Encyclopedia - Victoria Transport Policy Institute, “Online TDM Encyclopedia - Transportation Demand,” 2015. <https://www.vtpi.org/tdm/tdm132.htm> (accessed Mar. 03, 2022).
- [21] I. Bačić, “Izvedena potražnja za cestovnim prometom na primjeru Republike Hrvatske,” Sveučilište u Splitu, 2019.
- [22] D. Brčić and M. Ševrović, “Logistika prijevoza putnika,” Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012.
- [23] S. Hess, *Planiranje prometne potražnje*. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, 2010.
- [24] T. Bubalo, “Model vrednovanja kvalitete prijevozne usluge u javnom cestovnom međugradskom linijskom putničkom prometu,” Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2022.
- [25] D. Dizdar, *Kvantitativne metode*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2007.
- [26] A. Belullo, *Uvod u ekonometriju*. Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Odjel za ekonomiju i turizam “Dr. Mijo Mirković,” 2011.
- [27] A. N. Koso, “Jednostavna linearna regresija,” Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, 2023.
- [28] L. Novačko, K. Babojelić, N. God, and L. Babić, “Estimation of modal split parameters-a case study,” *Int. Sci. J. “Trans Motoauto World,”* vol. V, no. 2, pp. 51–53, 2020.
- [29] Hrvatske vode, “Hrvatska – zemlja sa više od tisuću otoka | Hrvatske vode.” <https://voda.hr/hr/novost/hrvatska-zemlja-sa-vise-od-tisucu-otoka> (accessed Sep. 09, 2024).
- [30] Državni zavod za statistiku, “Web | Državni zavod za statistiku,” 2024. <https://podaci.dzs.hr/hr/> (accessed Mar. 26, 2024).
- [31] Hrvatska turistička zajednica, “NAUTIČKI TURIZAM HRVATSKE: ‘Nautički charter – izdanje 2020,’” 2020.
- [32] 70/21 NN 130/17, 25/19, 98/19, 42/20, “Zakon o pružanju usluga u turizmu - Zakon.hr.” 2021, Accessed: Apr. 21, 2022. [Online]. Available: <https://www.zakon.hr/z/343/Zakon-o-pruzanju-usluga-u-turizmu>.
- [33] Državni zavod za statistiku, “Nautički turizam – kapaciteti i poslovanje luka nautičkog turizma u 2022,” 2022. Accessed: Mar. 14, 2024. [Online]. Available: <https://podaci.dzs.hr/2022/hr/29510>.

- [34] Ž. Pašalić, *Promet i gospodarstveni razvoj - prilozi teoriji i politici gospodarstvenog razvoja Hrvatske.* .
- [35] Moneo, “Mali hrvatski brodari- društveno gospodarski doprinosi i poteškoće u poslovanju,” 2020.
- [36] Z. Marušić, S. Horak, and I. Sever, “Rezultati istraživanja Tomas nautika jahting- Republika Hrvatska,” 2018.
- [37] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa-2020.,” 2020. [Online]. Available: [https://www.htz.hr/sites/default/files/2021-01/Informacija o statističkim pokazateljima - prosinac 2020.pdf](https://www.htz.hr/sites/default/files/2021-01/Informacija_o_statistickim_pokazateljima_-_prosinac_2020.pdf).
- [38] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa-2021.,” 2021. Accessed: Apr. 22, 2022. [Online]. Available: [https://www.htz.hr/sites/default/files/2022-01/Informacija o statističkim pokazateljima - prosinac 2021.pdf](https://www.htz.hr/sites/default/files/2022-01/Informacija_o_statistickim_pokazateljima_-_prosinac_2021.pdf).
- [39] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa-2019.,” 2019. [Online]. Available: [https://www.htz.hr/sites/default/files/2020-01/Informacija o statističkim pokazateljima - prosinac 2019_0.pdf](https://www.htz.hr/sites/default/files/2020-01/Informacija_o_statistickim_pokazateljima_-_prosinac_2019_0.pdf).
- [40] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa-2018.,” 2018. [Online]. Available: [https://www.htz.hr/sites/default/files/2019-01/Informacija o statističkim pokazateljima - prosinac 2018_0.pdf](https://www.htz.hr/sites/default/files/2019-01/Informacija_o_statistickim_pokazateljima_-_prosinac_2018_0.pdf).
- [41] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa-2017.,” 2017. [Online]. Available: [https://www.htz.hr/sites/default/files/2018-01/Informacija o statističkim pokazateljima - prosinac 2017..pdf](https://www.htz.hr/sites/default/files/2018-01/Informacija_o_statistickim_pokazateljima_-_prosinac_2017..pdf).
- [42] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa- 2016.,” 2016. [Online]. Available: [https://www.htz.hr/sites/default/files/2019-09/Informacija o turističkoj godini_2016.pdf](https://www.htz.hr/sites/default/files/2019-09/Informacija_o_turistickoj_godini_2016.pdf).
- [43] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa - 2022,” 2020.
- [44] Hrvatska turistička zajednica, “Informacije o statističkim pokazateljima turističkog prometa- 2023,” 2023.
- [45] Ministry of Sea Transport and Infrastructure, “Nautika-statistički izvještaji.” 2024.
- [46] I. M. O. (IMO), “Resolution A.1106 (29) Revised Guidelines for the operational onboard use of shipborne Automatic Identification System (AIS),” 2015. Accessed: Sep. 11, 2024. [Online]. Available: https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ism/imo/imo_a1106-29.pdf %0A %0A.
- [47] E. A. Russell Montiel, R. F. Klunk, E. Tijan, and M. Jović, “Using Automatic Identification System Data in Vessel Route Prediction and Seaport Operations,” *Pomor. Zb.*, vol. 61, no. 1, pp. 45–56, Dec. 2021, doi: 10.18048/2021.61.04.
- [48] K. Sotošek, “Razvoj AIS sustava,” Sveučilište u Rijeci. Pomorski fakultet. Zavod za nautičke znanosti., 2021.
- [49] V. Fernandez Arguedas, G. Pallotta, and M. Vespe, “Maritime Traffic Networks: From Historical Positioning Data to Unsupervised Maritime Traffic Monitoring,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, 2018, doi: 10.1109/TITS.2017.2699635.
- [50] V. F. Arguedas, G. Pallotta, and M. Vespe, “Automatic generation of geographical

networks for maritime traffic surveillance,” 2014.

- [51] G. Pallotta, M. Vespe, and K. Bryan, “Traffic knowledge discovery from AIS data,” 2013.
- [52] S. K. Zhang, Z. J. Liu, Y. Cai, Z. L. Wu, and G. Y. Shi, “AIS Trajectories Simplification and Threshold Determination,” *J. Navig.*, 2016, doi: 10.1017/S0373463315000831.
- [53] N. Willems, H. Van De Wetering, and J. J. Van Wijk, “Visualization of vessel movements,” *Comput. Graph. Forum*, 2009, doi: 10.1111/j.1467-8659.2009.01440.x.
- [54] L. Zhao and G. Shi, “A method for simplifying ship trajectory based on improved Douglas–Peucker algorithm,” *Ocean Eng.*, 2018, doi: 10.1016/j.oceaneng.2018.08.005.
- [55] L. Hermanssen, L. Mikkelsen, J. Tougaard, K. Beedholm, M. Johnson, and P. T. Madsen, “Recreational vessels without Automatic Identification System (AIS) dominate anthropogenic noise contributions to a shallow water soundscape,” *Sci. Reports 2019 91*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, Oct. 2019, doi: 10.1038/s41598-019-51222-9.
- [56] Maritime Safety Committee, “RESOLUTION MSC.112(73) (adopted on 1 December 2000) ADOPTION OF THE REVISED PERFORMANCE STANDARDS FOR SHIPBORNE GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) RECEIVER EQUIPMENT.”
- [57] Magniblu, “Smart Navigation Systems.” <https://www.magniblu.com/> (accessed May 05, 2022).
- [58] M. E. Wittmann, B. E. Kendall, C. L. Jerde, and L. W. J. Anderson, “Estimating relative risk of within-lake aquatic plant invasion using combined measures of recreational boater movement and habitat suitability,” *PeerJ*, vol. 3, no. 3, p. e845, Mar. 2015, doi: 10.7717/PEERJ.845.
- [59] B. P. Chapagain, N. C. Poudyal, J. M. Bowker, A. E. Askew, D. B. K. English, and D. G. Hodges, “Demand for and Economic Value of Nonmotorized Boating Access in Rivers at US National Forests,” *J. For.*, vol. 119, no. 3, pp. 275–290, May 2021, doi: 10.1093/JOFOR/FVAB006.
- [60] S.-Y. Z. Kao *et al.*, “Network connectivity of Minnesota waterbodies and implications for aquatic invasive species prevention,” *Biol. Invasions 2021*, pp. 1–12, May 2021, doi: 10.1007/S10530-021-02563-Y.
- [61] A. D. Davidson, A. J. Fusaro, and D. R. Kashian, “Using a Novel Spatial Tool to Inform Invasive Species Early Detection and Rapid Response Efforts,” *Environ. Manage.*, vol. 56, no. 1, pp. 54–65, Jul. 2015, doi: 10.1007/S00267-015-0484-2.
- [62] J. Ferrario, A. Marchini, P. Borrelli, F. Gigli Berzolari, and A. Occhipinti-Ambrogi, “A fuzzy ‘boater’ model to detect fouling and spreading risk of non-indigenous species by recreational boats,” *J. Environ. Manage.*, vol. 182, pp. 198–207, Nov. 2016, doi: 10.1016/J.JENVMAN.2016.07.029.
- [63] J. Curtis, S. Hynes, and B. Breen, “Recreational boating site choice and the impact of water quality,” *Heliyon*, vol. 3, no. 10, p. e00426, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.HELIYON.2017.E00426.
- [64] C. Chivers, D. A. R. Drake, and B. Leung, “Economic effects and the efficacy of intervention: exploring unintended effects of management and policy on the spread of non-indigenous species,” *Biol. Invasions 2017 196*, vol. 19, no. 6, pp. 1795–1810, Feb. 2017, doi: 10.1007/S10530-017-1391-7.

- [65] A. Hotaling-Hagan, R. Swett, L. Ellis, and T. Frazer, “A spatial model to improve site selection for seagrass restoration in shallow boating environments,” *J. Environ. Manage.*, vol. 186, no. Pt 1, pp. 42–54, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.JENVMAN.2016.10.005.
- [66] N. Montes, R. Swett, S. K. Jacobson, and C. Sidman, “Factors Influencing Recreational Boaters’ Intentions to Comply with Right Whale Regulations in the Southeastern United States,” *Soc. Nat. Resour.*, vol. 31, no. 4, pp. 473–488, Apr. 2018, doi: 10.1080/08941920.2017.1377795.
- [67] N. Montes, R. Swett, and R. Ahrens, “Modeling the spatial and seasonal distribution of offshore recreational vessels in the southeast United States,” *PLoS One*, vol. 13, no. 11, Nov. 2018, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0208126.
- [68] S. Bigerna, S. Micheli, and P. Polinori, “Willingness to pay for electric boats in a protected area in Italy: A sustainable tourism perspective,” *J. Clean. Prod.*, vol. 224, pp. 603–613, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.03.266.
- [69] T. Dalton, M. Weir, A. Calianos, N. D’Aversa, and J. Livermore, “Recreational boaters’ preferences for boating trips associated with offshore wind farms in US waters,” *Mar. Policy*, vol. 122, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.MARPOL.2020.104216.
- [70] RTI International, “National Recreational Boating Survey Report,” 2020. [Online]. Available: <https://uscgboating.org/library/recreational-boating-servey/NRBSS-Exposure-Survey-Final-Report-11302020.pdf>.
- [71] U.S. Coast Guard, “National Recreational Boating Survey Report,” 2012. [Online]. Available: <https://uscgboating.org/library/recreational-boating-servey/USCG-2012-NRBS-Report.pdf>.
- [72] U.S. Coast Guard, “National Recreational Boating Survey Report,” 2011. [Online]. Available: <https://uscgboating.org/library/recreational-boating-servey/USCG-2011-NRBS-Report.pdf>.
- [73] S. R. Group, “2002 National Recreational Boating Survey,” 2002. [Online]. Available: <https://uscgboating.org/library/recreational-boating-servey/USCG-2002-NRBS-Report.pdf>.
- [74] N. Montes Osorio de Soto, “Analyzing the Distribution of Recreational Boating off the Coast of Northeast Florida to Determine Implications for the Conservation of the North Atlantic Right Whale,” UNIVERSITY OF FLORIDA, 2016.
- [75] N. Montes, R. Swett, C. Sidman, and T. Fik, “Offshore Recreational Boating Characterization in the Southeast US,” 2016. [Online]. Available: https://www.flseagrant.org/wp-content/uploads/Tp_226_web.pdf.
- [76] C. O’Mahony, J. Gault, V. Cummins, K. Köpke, and D. O’Suilleabhain, “Assessment of recreation activity and its application to integrated management and spatial planning for Cork Harbour, Ireland,” *Mar. Policy*, vol. 33, no. 6, pp. 930–937, Nov. 2009, doi: 10.1016/j.marpol.2009.04.010.
- [77] V. Cummins *et al.*, “Establishing information needs for planning and assessment of recreation activity in the coastal environment: A case study from Cork Harbour, Ireland,” in *Proceedings of the International Pluridisciplinary Conference “The littoral: challenge, dialogue, action,”* 2008, no. january, pp. 16–18.
- [78] Swedish Transport Agency, “Recreational Boating Survey,” 2016.
- [79] Ministarstvo turizma, “Tomas nautika jahting- 2012.,” 2012.

- [80] Intitut za turizam, “Stavovi i potrošnja nautičara u Hrvatskoj u 2022. godini,” Zagreb, 2022. Accessed: Oct. 12, 2023. [Online]. Available: <https://mint.gov.hr/vijesti/tomas-nautika-2022-stavovi-i-potrosnja-nauticara-u-hrvatskoj/23520>.
- [81] M. González D., A., Campanales, S., Grimalt, “Managing the environmental sustainability of nautical tourism in Mediterranean Marine Protected Areas.” [Online]. Available: <http://www.ecounion.eu/en/>.
- [82] European Commission: Science for Environment Policy, “Environmental Impacts of Recreational Boating,” 2007. [Online]. Available: moz-extension://acde7365-03f5-4dce-b160-8026f24a72db/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fenvironment%2Fintegration%2Fresearch%2Fnewsalert%2Fpdf%2F87na2_en.pdf.
- [83] T. A. Byrnes and J. Warnken, “Greenhouse Gas Emissions from Marine Tours: A Case Study of Australian Tour Boat Operators Greenhouse Gas Emissions from Marine Tours: A Case Study of Australian Tour Boat Operators,” *J. Sustain. Tour.*, vol. 14, no. 3, pp. 255–270, 2009, doi: 10.1080/09669580608669058.
- [84] A. M. Cindrić, C. Garnier, B. Oursel, I. Pižeta, and D. Omanović, “Evidencing the natural and anthropogenic processes controlling trace metals dynamic in a highly stratified estuary: The Krka River estuary (Adriatic, Croatia),” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 94, no. 1–2, pp. 199–216, May 2015, doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.02.029.
- [85] MedPAN organization, “NaTEF - Nautical Tourism Ecological Footprint in MPAs.” <https://sites.google.com/view/natef/> (accessed Feb. 02, 2020).
- [86] H. Carić, N. Cukrov, and D. Omanović, “Nautical tourism ecological footprinting (NatEF) – experiences from east Adriatic in developing assessments,” in *The 9th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas (MMV9) The 9th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas (MMV9)*, 2018, p. 500.
- [87] A. O. Valkirs, P. F. Seligman, E. Haslbeck, and J. S. Caso, “Measurement of copper release rates from antifouling paint under laboratory and in situ conditions: Implications for loading estimation to marine water bodies,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 46, no. 6, pp. 763–779, 2003, doi: 10.1016/S0025-326X(03)00044-4.
- [88] K. Thomas, K. Raymond, J. Chadwick, and M. Waldock, “The Effects of Short-term Changes in Environmental Parameters on the Release of Biocides from Antifouling Coatings: Cuprous Oxide and Tributyltin,” 1999. doi: 10.1002/(SICI)1099-0739(199906)13:6.
- [89] J. Lloret, N. Zaragoza, D. Caballero, and V. Riera, “Impacts of recreational boating on the marine environment of Cap de Creus (Mediterranean Sea),” *Ocean Coast. Manag.*, 2008, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2008.07.001.
- [90] M. Milazzo, F. Badalamenti, G. Ceccherelli, and R. Chemello, “Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): Effect of anchor types in different anchoring stages,” *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, vol. 299, no. 1, pp. 51–62, Feb. 2004, doi: 10.1016/j.jembe.2003.09.003.
- [91] G. Jelić Mrčelić and M. Slišković, “Environmentally responsible nautical tourism and related services,” 2020. Accessed: May 13, 2021. [Online]. Available: www.italy-croatia.eu.
- [92] J. Sagerman, J. P. Hansen, and S. A. Wikström, “Effects of boat traffic and mooring

- infrastructure on aquatic vegetation: A systematic review and meta-analysis,” *Ambio*, vol. 49, no. 2. Springer, pp. 517–530, Feb. 01, 2020, doi: 10.1007/s13280-019-01215-9.
- [93] Official Journal of the European Union, “Directive 2013/53/EU of the European Parliament and the Council of 20 November 2013 on recreational craft and personal watercraft and repealing Directive 94/25/EC,” *Official Journal of the European Union*. 2013.
- [94] Koboević, Kurtela, and N. Koboević, “Risk assessment model of coastal sea pollution by black (sewage) waters from vessels,” *Trans. R. Inst. Nav. Archit. Part A Int. J. Marit. Eng.*, vol. 160, pp. A311–A323, 2018, doi: 10.3940/RINA.IJME.2018.A4.496.
- [95] Maptionnaire, “Maptionnaire officail page,” 2022. <https://new.maptionnaire.com/> (accessed Feb. 23, 2022).
- [96] U. B. Helena, “Upitnik - Let’s explore boating routes in Adriatic.” 2021, [Online]. Available: https://new.maptionnaire.com/q/8s8nzy3huc8g?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAR1Th_27GDneiEUhNL_xJUEHnPa0R2XkYYpMf4bFVzdGx23xz80nonIPnsE_aem_AUbNmu6NCZ8ke-mQ29d5IFo-f7uePgJwUmCP4g5ZbFqX5STXHVTXJLoqpFNAbg2e_FLINsd69dJeSQRKPwAyoS2z.
- [97] U. pružateljca usluga smještaja na Plovilima-Charter, “Podaci na upit,” 2021.
- [98] Smartivo, “Naslovna - Smartivo.” <https://smartivo.com/hr/> (accessed Sep. 09, 2024).
- [99] Sentinel, “Praćenje lokacije & Internet za brodove.” <https://www.sentinel.hr/> (accessed Sep. 09, 2024).
- [100] Splitsko-dalmatinska županija, “Podaci na upit: Upravni odjel za turizam i pomorstvo.” 2021.
- [101] Lučka uprava Splitsko-dalmatinske županije, “Broj naplaćenih pristojbi u lukama Splitsko-dalmatinske županije (Podatak dostupan na upit).” 2024.
- [102] Hrvatska gospodarska komora, “HGK - Digitalna komora.” <https://digitalnakomora.hr/home> (accessed Feb. 20, 2024).
- [103] Hrvatska gospodarska komora, “Udruženje pružatelja usluga smještaja na plovilima – charter HGK,” Oct. 22, 2018.
- [104] Bioportal, “Informacijski sustav zaštite prirode,” 2021. <https://bioportal.hr/> (accessed May 27, 2022).
- [105] J. Day *et al.*, “Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas,” *Best Pract. Prot. Area Guidel. Ser.*, no. 19, Accessed: Feb. 07, 2024. [Online]. Available: www.iucn.org/pa_guidelines.
- [106] Marine Conservation Institute, “Marine Protection Atlas.” <https://mpatlas.org/methods/> (accessed Feb. 09, 2024).
- [107] PTV group, “The World’s Leading Traffic Planning Software | PTV Visum,” 2022. <https://www.ptvgroup.com/en/solutions/products/ptv-visum/> (accessed Feb. 23, 2022).
- [108] D. Zisis, K. Chatzikokolakis, G. Spiliopoulos, and M. Vodas, “A Distributed Spatial Method for Modeling Maritime Routes,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 47556–47568, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2979612.
- [109] F. Bojić, A. Gudelj, and R. Bošnjak, “An analytical model for estimating ship-related

- emissions in port areas,” *J. Mar. Sci. Eng.* 2023, Vol. 11, Page 2377, vol. 11, no. 12, p. 2377, Dec. 2023, doi: 10.3390/JMSE11122377.
- [110] C-MAP, “Premium nautical charts and features on mobile,” 2024. <https://www.c-map.com/app/> (accessed Feb. 27, 2024).
- [111] I. Ekowicaksono, F. Bukhari, and A. Aman, “Estimating origin-destination matrix of Bogor City using gravity model,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 31, no. 1, Feb. 2016, doi: 10.1088/1755-1315/31/1/012021.
- [112] E. B. Ing, “A survey-seighted analytic hierarchy process to quantify authorship,” *Adv. Med. Educ. Pract.*, vol. 12, p. 1021, 2021, doi: 10.2147/AMEP.S328648.
- [113] M. Benković, D. Keček, and D. Munđar, “Matematičke osnove AHP metode odlučivanja,” *Hrvat. Mat. Elektron. časopis*, vol. 28, 2016, Accessed: Feb. 20, 2024. [Online]. Available: <http://e.math.hr/category/klju-ne-rije-i/ahp-metoda>.
- [114] R. W. Saaty, “The analytic hierarchy process—what it is and how it is used,” *Math. Model.*, vol. 9, no. 3–5, pp. 161–176, Jan. 1987, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.
- [115] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, “Kategorije zaštićenih područja,” 2024. <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/zasticena-podrucja/zasticena-podrucja/kategorije-zasticenih-podrucja> (accessed Feb. 07, 2024).
- [116] S. Stolton, P. Shadie, and N. Dudley, *IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types*. 2008.
- [117] B. Horta e Costa, J. Claudet, G. Franco, K. Erzini, A. Caro, and E. J. Gonçalves, “A regulation-based classification system for Marine Protected Areas (MPAs),” *Mar. Policy*, vol. 72, pp. 192–198, Oct. 2016, doi: 10.1016/J.MARPOL.2016.06.021.
- [118] Park prirode Papuk, “Geopark Papuk - Park prirode Papuk.” <https://www.pp-papuk.hr/unesco-geopark-papuk/> (accessed Feb. 14, 2024).
- [119] G. M. Underwood, E., Ashcroft, R., Kettunen, M., McConville, A.J. and Tucker, “Protected area approaches in the EU,” London/Brussels, 2014. Accessed: Sep. 09, 2024. [Online]. Available: https://ieep.eu/wp-content/uploads/2022/12/IEEP2014_Protected_area_approaches_in_Europe.pdf.
- [120] R. Krstanoski, N. Duraku and V. Atanasova, “Building and calibration transport demand model in Anamorava region,” *Tech. Gaz.*, vol. 26, no. 6, p. 10, 2019, doi: 10.17559/TV-20171019161950.
- [121] PTV VISION, “Methodological basics of TFlowFuzzy,” 2024. https://cgi.ptvgroup.com/vision-help/VISUM_2024_ENG/Content/1_Nachfragemodell/1_3_Methodische Grundlagent von VStromFuzzy.htm#1_nachfragemodell_2215163117_1032471 (accessed Jun. 03, 2024).
- [122] L. Novačko, L. Šimunović, and D. Krsić, “Estimation of origin-destination trip matrices for small cities,” *Promet - Traffic & Transportation*, vol. 26, no. 5, pp. 419–428, Oct. 2014, doi: 10.7307/PTT.V26I5.1501.
- [123] M. Friedrich, P. Mott, and K. Noekel, “Keeping passenger surveys up to date: A fuzzy approach,” *Transp. Res. Rec.*, no. 1735, pp. 35–42, 2000, doi: 10.3141/1735-05.
- [124] S. Županija, “Službena stranica Splitsko-dalmatinske županije,” 2022. <https://www.dalmacija.hr/>.

- [125] 145/15 i 154/21 Službeni glasnik SDŽ, broj 1/03, 8/04, 5/05, 5/06, 13/07, 9/13, *Prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije*. 2021, p. 176.
- [126] J. Mrčelić Kurtović and J. ustanova M. I. KRŠ, “Studija zaštite podmorja ekoliške mreže Natura 2000 na sidrištima Splitsko-dalmtinske županije,” 2017. [Online]. Available: <https://moreikrs.hr/wp-content/uploads/2022/02/Studija-zastite-podmorja-ekoloske-mreze-Natura-2000-na-sidristima-Splitsko-dalmatinske-zupanije—faza-I.pdf>.
- [127] P. fakultet Sveučilište u Splitu, “Preliminarna martimna studija za sidrišta u Splitsko-dalmatinskoj županiji,” 2019.
- [128] Turistička zajednica Splitsko-dalmatinske županije, “Podaci na upit.” 2021.
- [129] Gastronom, “Gastronaut - Najveća hrvatska baza restorana i recepata.” <https://www.gastronaut.hr/> (accessed Feb. 20, 2024).
- [130] Tripadvisor, “Tripadvisor: Over a billion reviews & contributions for Hotels, Attractions, Restaurants, and more.” <https://www.tripadvisor.com/> (accessed Feb. 20, 2024).
- [131] Turistička zajednica Splitsko-dalmatinske županije, “Srce Jadrana - The official site of the Tourist Board Split-Dalmatia County.” <https://www.dalmatia.hr/hr/> (accessed Feb. 20, 2024).
- [132] Turistička zajednica grada Splita, “Turistička zajednica grada Splita.” <https://visitsplit.com/> (accessed Feb. 20, 2024).
- [133] L. Butowski, “An integrated AHP and PROMETHEE approach to the evaluation of the attractiveness of European maritime areas for sailing tourism,” *Morav. Geogr. Reports*, vol. 26, no. 2, pp. 135–148, Jun. 2018, doi: 10.2478/MGR-2018-0011.
- [134] Lučka uprava Splitsko-dalmatinske županije, “Službena stranica Lučke uprava Splitsko-dalmatinske županije.” <http://www.lucka-uprava-sdz.hr/o-nama/popis-luka-pod-nadleznoscju-lusdz>.

PRILOZI

PRILOG 1.

Prilog 1.1. Rezultati istraživanja o rutama i razlozima za odabir pojedinih ruta na području Republike Hrvatske

Za provedbu i dizajn anketnog upitnika korištena je posebna platforma koja omogućuje ucrtavanje ruta na karti te sam alat služi kako bi olakšao i učinio zanimljivijim proces popunjavanja ankete. Upitnik je dostupan na [96]. U ovom prilogu prvotno su prikazana sva pitanja od kojih se upitnik sastojao, a zatim su detaljnije analizirana ona pitanja koja su bila važna u kontekstu kreiranja modela. Sva su pitanja bila na engleskom jeziku.

Izvorni upitnik:

VESSEL CHARACTERISTICS

In this section we would like to know more about general characteristics of the vessel.

- 1) *Type of vessel (jednostruki izbor, ponuđeni odgovori: sailing boat (with overnight stay), large motor sailing boat (with overnight stay) motorboat (engine ≥ 10 hp, no overnight stay), sailing boat (with overnight stay), small boat, other,..)*
- 2) *If answer is other, please specify type of vessel (otvoreno pitanje)*
- 3) *Main propulsion of the vessel (jednostruki izbor, ponuđeni odgovori: sails, diesel engine, petrol engine, electric engine, other).*
- 4) *Does the boat have a motor? (dihotomno pitanje, yes/no)*
- 5) *How many engines does the boat have? (jednostruki izbor, ponuđeni odgovori: one, two, three or more, dont know).*
- 6) *Type of engine? (jednostruki izbor, ponuđeni odgovori: outboard; inboard/outboard engine sterndriver, inboard, other).*
- 7) *How long is the boat? (jednostruki izbor, ponuđeni odgovori: 0-0,9 m; 1-1,9; 2-2,9 m 3-3,9 m; 4-4,9 m; 5-5,9 m; 6-6,9 m; 7-7,9 m; 8-8,9 m; 9-9,9 m; 10-15 m; 15-20 m; 20 m or longer.)*
- 8) *How many horsepower does the engine have? (jednostruki izbor, ponuđeni odgovori: 0-4 hp; 4, 1-10 hp; 11-20 hp; 21-30 hp; 31-50 hp; 51-100 hp; 101-150 hp; 151-200 hp; 201 hp or more; don't know)*
- 9) *How many knots can the boat do at top speed? (otvoreno pitanje)*

MAP YOUR BOATING EXPERIENCE

Where do you sail most often? Where are your stopping points? Where are the most crowded zones? Draw your answers on the map and specify in the pop-up window why you chose those locations.

- 1) *Route of your last journey (Please mark your origin and destination port)*
- 2) *Stopping point (s) (Place along your stopping point (where you have the longest stay)*
- 3) *Frequent route (Please zone your frequent area of sailing)*
- 4) *Crowded zones (Please mark zones which you found to be to crowded)*

DESTINATION CHOICE

On scale 1-5 which of the criteria you consider to be important when deciding about route:

- 1) *Safety and comfort of navigation (scale: 1-5)*
- 2) *Nautical conditions (scale: 1-5)*
- 3) *Climate and weather conditions (scale: 1-5)*
- 4) *Natural attractions (scale: 1-5)*
- 5) *Cultural attractions (towns, museums, exhibitions, restaurants (scale: 1-5)*
- 6) *Required formal procedures (concerning the boat and crew members) (scale: 1-5)*
- 7) *The cost of transportation (scale: 1-5)*
- 8) *The duration of travel to destination (scale: 1-5)*
- 9) *The location of destination in relation to main source areas (marinas, ports, mainland). (scale: 1-5)*

BOATING AND ENVIRONMENT

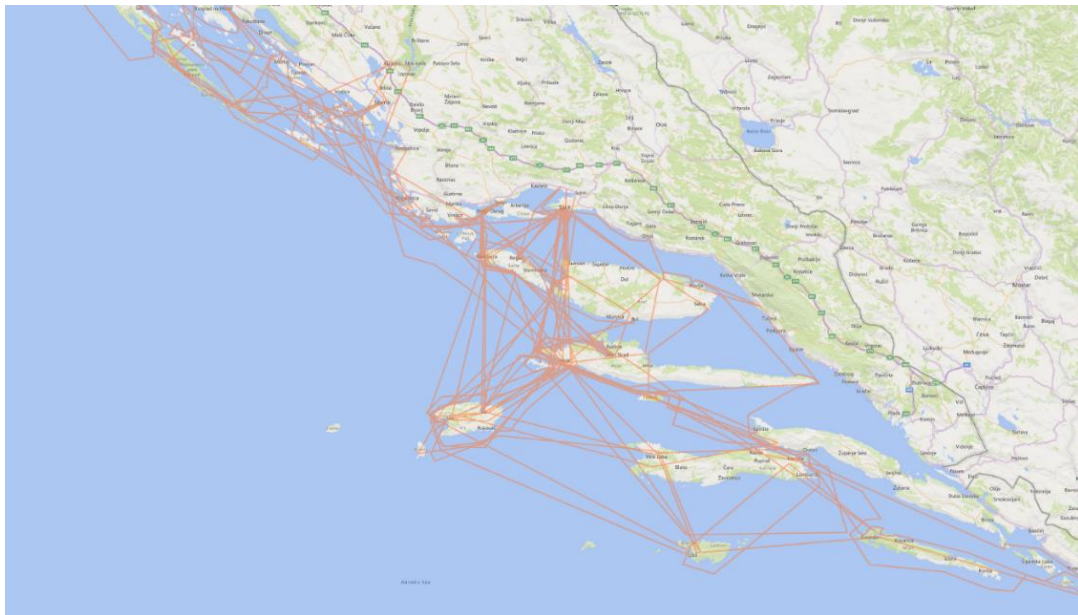
Boating is activity which is heavily dependent on environmental quality. In this section we would like to know more about potential pollutants and potential environmental impact of boating operations.

- 1) *Number of persons on-board? (otvoreno pitanje)*
- 2) *What type of toilet is the boat equipped with? (jednostruki odabir, ponuđeni odgovori: Portable toilet; Permanent toilet with direct discharge into the sea water; Permanent toilet with a holding tank with discharge to the sea only; Permanent toilet with discharge outlet to dockside pump-out hose; Composting toilet; Incinerating toilet; No toilet; Don't know).*
- 3) *What do you think, in general, about the potential to dispose of your sewage waste in leisure ports? (jednostruki odabir, ponuđeni odgovori: Very good; Fairly good; Neutral; Fairly poor; Very poor; Don't know).*
- 4) *Distance you travel per day (jednostruki odabir, ponuđeni odgovori: 0–10 NM; 10-25 NM; 25,1-50 NM; 50,1-75 NM; 75,1-150 NM; More than 150 NM).*
- 5) *Do you use motor in "hotelling" mode? (dihotomno pitanje: Yes/No).*
- 6) *How much time you spent on anchor (relative proportion in relation to the whole trip). (otvoreno pitanje)*
- 7) *Please estimate hours of operation of the engine in navigation in one journey (hours / trip)(otvoreno pitanje)*
- 8) *Please estimate the total trip fuel consumption for the journey (liter / trip) (otvoreno pitanje)*
- 9) *Type of used fuel (primary engine)? (Jednostruki odabir, ponuđeni odgovori: Gasoline; Diesel; Electric; Other fuel).*

1.1.1. Analiza dobivenih rezultata za set pitanja vezan uz mapiranje ruta putovanja

Ova je kategorija zapravo predstavljala srž upitnika i ujedno je najzanimljiviji dio istraživanja. Unutar ove kategorije ispitanici su trebali na karti ucrtavati ukupno četiri različite stavke, a to su: ucrtavanje rute posljednjeg putovanja (ucrtavanje linije); označavanje mjesta zaustavljanja (označavanje točkom/sidrom); ucrtavanje najčešće rute (ucrtavanje poligona) te označavanje najzagašenije zone (ucrtavanje poligona). Nakon svakog unosa na karti iskače

dodatno pitanje koje za cilj ima prikupiti dodatne informacije značajne za kontekst istraživanja. Na slikama prikazani su dobiveni odgovori, s tim da su pojedina područja koja su identificirana kao zagušenija prometom dodatno istaknuta.

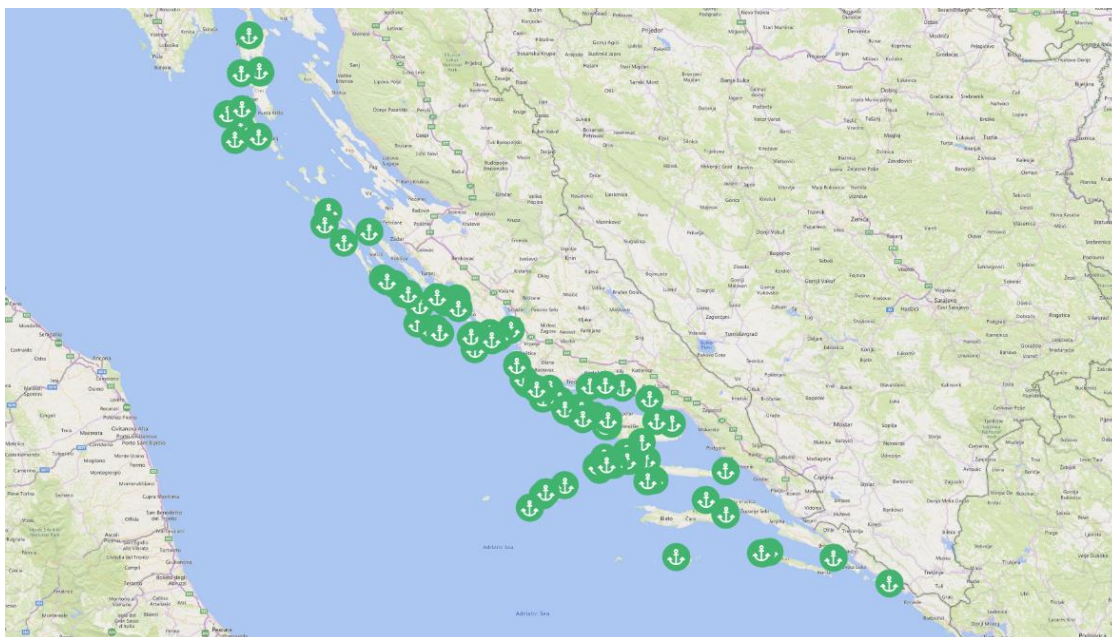


Slika P1- 1: Rezultati odgovora povezani s rutom posljednjeg putovanja

Izvor: autorica

Na slici P1-1. prikazani su odgovori na pitanje kojim se tražilo ispitanike da ucrtaju rutu posljednjeg putovanja. Nakon ucrtavanja iskakalo im je i pitanje da označe luku ishodišta te luku odredišta. Na slici je vidljivo kako je zapravo najviše ruta iscrtano na području Splitsko-dalmatinske i Šibensko-kninske županije. Navedeno je u skladu s dostupnom statistikom o prostornoj i sezonalnoj distribuciji u nautičkom turizmu, u sklopu koje ove dvije županije preuzimaju primat.

Sljedeće pitanje odnosilo se na mjesta zaustavljanja, ispitanici su morali označiti mjesta zaustavljanja na kojima su se najduže zadržali (stajali). Navedeni su odgovori prikazani na slici P1-2.

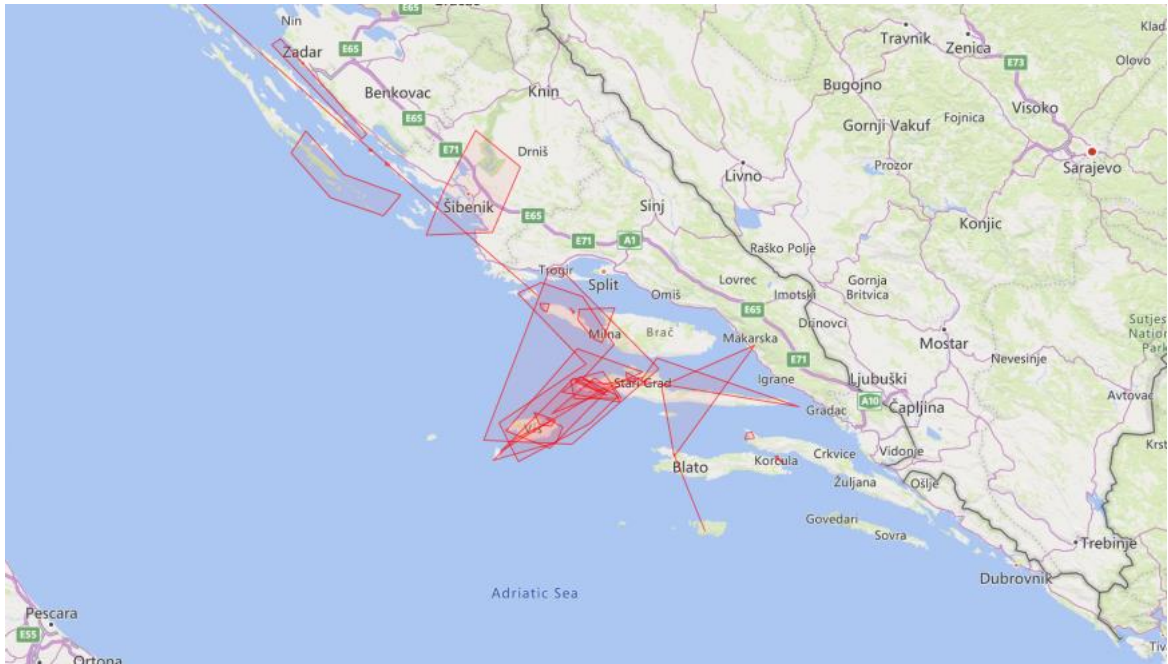


Slika P1- 2: Mjesta zaustavljanja tijekom putovanja – područje cijelog Jadrana

Izvor: autorica

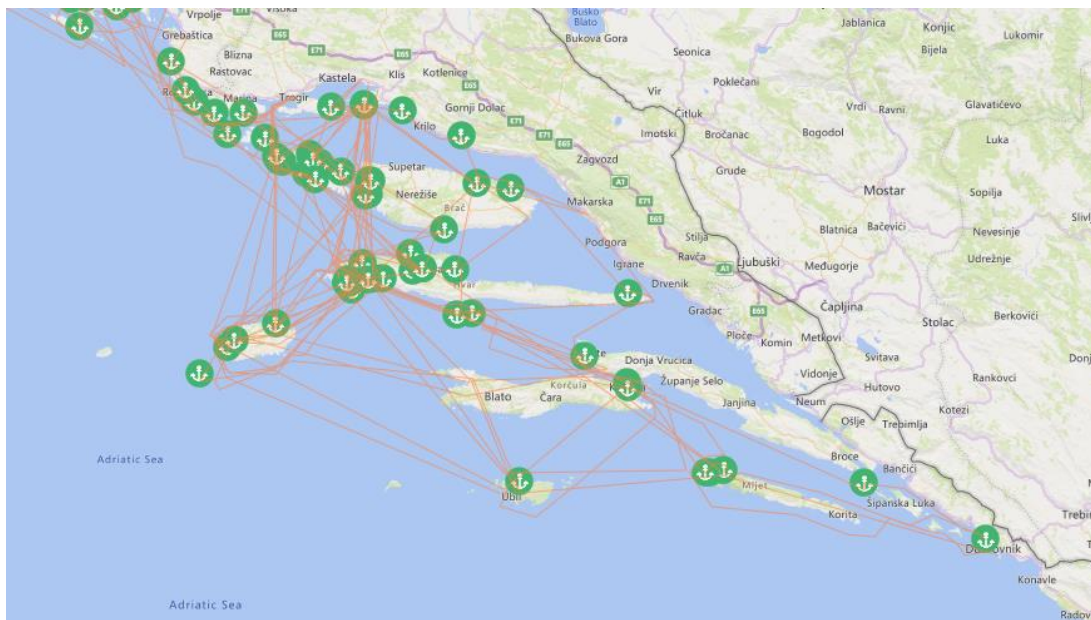
Po završetku označavanja ispitanicima je iskočilo (engl. *pop out*) povezano pitanje koje je za cilj imalo identificirati razloge zbog kojih su se zaustavili na navedenom mjestu. Najčešći razlog zaustavljanja na označenom mjestu bio je sidrenje radi sunčanja i kupanja te posjet restoranima i klubovima. Nakon toga slijedi razgledavanje pa kupnja. U kategoriji ostalo dobivena su samo četiri odgovora za koja je navedeno da je to: „mjesto za sidrenje“, zatim „uvala za noćenje“, „sigurno mjesto za ostavljanje broda“, „nije bilo potrebe za dodatnim naknadama“.

Posljednje pitanje na mapi u sklopu ove kategorije odnosilo se na mjesta zagušenja, odnosno mjesta koja su označena kao *crowded zones*. Ispitanici su jednako kao i na prethodnom pitanju morali označiti na mapi područje koje je zagušeno. Ucrtano je ukupno 37 poligona koji označavaju/prepoznaju mjesta zagušenja i oni su prikazani na slici P1-3.

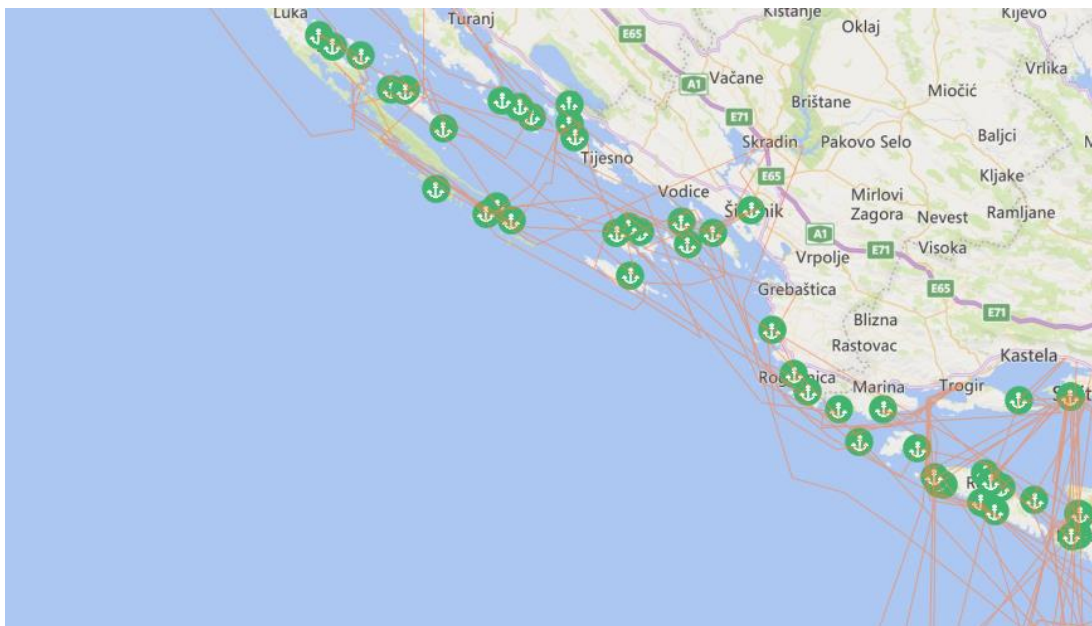


Slika P1- 3: Mjesta zagušenja - izvadak za područje srednjeg Jadrana
Izvor: autorica

Svakako je zanimljivo pogledati i zbirnu mapu koja objedinjuje rutu posljednjeg putovanja i mjesta zaustavljanja. Na slikama P1-4. i P1-5. prikazani su objedinjeni rezultati za područja Splitsko - dalmatinske i Šibensko – kninske županije, dvije županije koje ostvaruju najveći nautički promet.



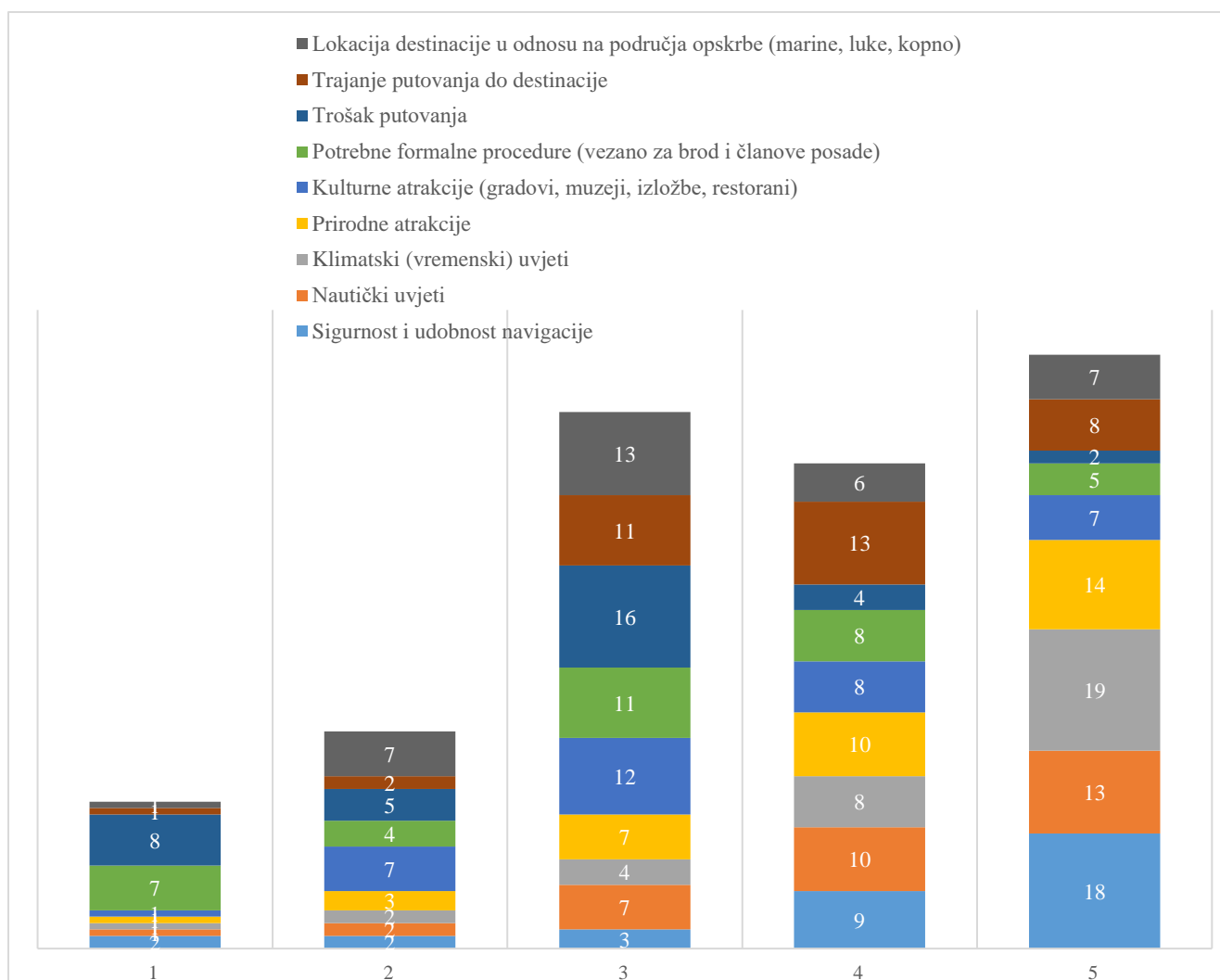
Slika P1- 4: Ruta posljednjeg putovanja i mjesta zaustavljanja - područje Splitsko dalmatinske županije
Izvor: autorica



Slika P1- 5: Ruta posljednjeg putovanja i mjesta zaustavljanja - područje Šibensko-kninske županije
Izvor: autorica

1.1.2. Set pitanja vezan uz kriterije za odabir pojedine destinacije

Ovaj set pitanja imao je za cilj identificirati u kojoj mjeri određene stavke/kriteriji utječu na odabir destinacije, ispitanici su na skali od 1 do 5 morali ocijeniti koliko im je pojedina stavka važna za odabir destinacije. Stavke koje su uključene kao kriteriji za ocjenjivanje preuzete su iz rada [133], u kojem se evaluirala atraktivnost pojedinih europskih područja za rekreacijsku plovidbu. Ispitanici su ocjenjivali sljedeće stavke: sigurnost i udobnost navigacije, nautičke uvjete, klimatske (vremenske) uvjete, prirodne atrakcije, kulturne atrakcije (gradovi, muzeji, izložbe, restorani), potrebne formalne procedure (vezano za brod i članove posade), trošak putovanja, trajanje putovanja do destinacije, lokacija destinacije u odnosu na područja opskrbe (marine, luke, kopno). Rezultati odgovora na ovo pitanje prikazani su na grafikonu P1-1.



Grafikon P1- 1: Utjecaj pojedinih kriterija pridonosenju odluke o odabiru destinacije
Izvor: autorica

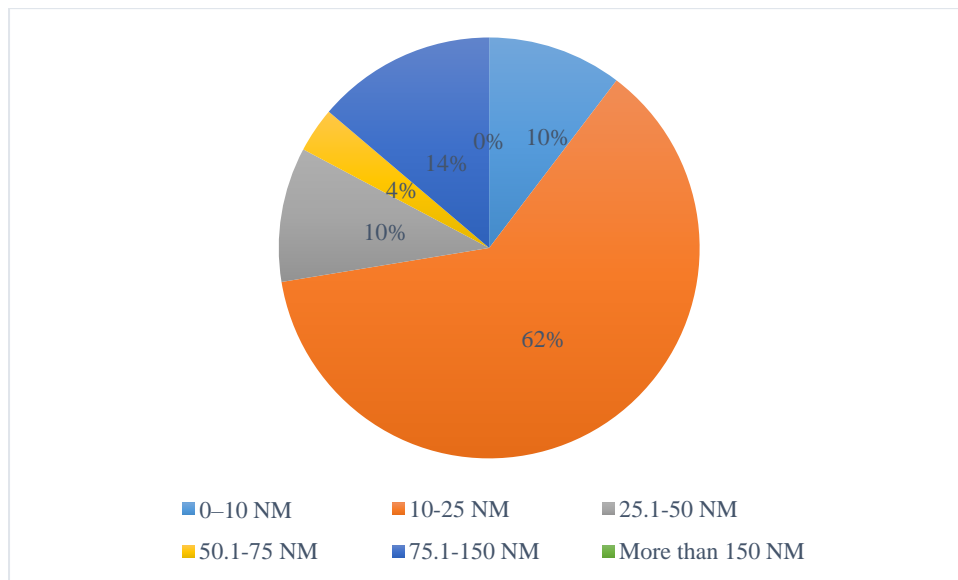
Rezultati pokazuju kako je najznačajniji kriterij koji utječe na odabir destinacije vezan uz klimatske (vremenske) uvjete, odnosno sigurnost i udobnost navigacije. Važan su kriterij odabira destinacije i prirodne atrakcije (14 ispitanika dalo je ocjenu 5). Važan aspekt predstavljaju i nautički uvjeti do određene destinacije (13 ispitanika dalo je ocjenu 5), zatim slijedi trajanje putovanja do određene destinacije (8 ispitanika dalo je ocjenu 5). Zanimljivo je promotriti vrijednosti za trošak putovanja. U kopnenom prometu ovo je vrlo važna stavka, odnosno vrlo je često okidač za odluku o putovanju i odabir prijevoznog sredstva. U ovom slučaju vidljivo je kako je za kriterij troška putovanja najviše ispitanika dalo srednju ocjenu - 3. Za kriterij trajanja putovanja do destinacije najveći broj ispitanika dao je ocjenu 4, što znači da je ovo važan kriterij koji zasigurno ima utjecaj na odabir destinacije.

1.1.3. Set pitanja vezan uz plovidbu i njezin utjecaj na okoliš

Kao što je prethodno navedeno ovaj set pitanja bio je usmjeren na identifikaciju ključnih stavki koje se vežu uz prepoznate ekološke deskriptore u nautičkom turizmu. Uz pitanje vezano uz broj osoba na brodu (pri čemu su ispitanici unosili broj osoba), drugo je pitanje bilo vezano

uz dostupnost i vrstu nužnika na brodu. Postala je vrlo česta praksa turista nautičara da svoje nužnike prazne na zabranjenim mjestima, a da vrlo često i ne poznaju regulativu vezanu za pražnjenje nužnika. Jedno od istraživanja [94] pokazalo je kako je upravo rizik onečišćenja fekalnim vodama od malih plovila puno značajniji od primjerice velikih turističkih putničkih brodova. Činjenica je da mala plovila ne podliježu obveznoj zakonskoj regulativi u svezi s ispuštanjem fekalija u skladu s važećim konvencijama i da se upravo zbog toga suočavamo s navedenim problemom. Uz navedeno pitanje postavilo se i pitanje kojim se želio ispitati stav, mišljenje ispitanika o potencijalu zbrinjavanja otpadnih voda u lukama nautičkog turizma pri čemu je glavnina ispitanika odgovorila, odnosno ima stav da je potencijal za zbrinjavanje otpadnih voda vrlo loš.

Nadalje, postavljeno je i pitanje vezano uz udaljenost koja se prijeđe u jednom danu. Ovo pitanje, točnije rezultati odgovora na ovo pitanje iznimno su važni kod postavljanja tj. definiranja praga pri testiranju dobivene vrijednosti kalibracijske konstante β .



Grafikon P1- 2: Prijedena udaljenost u jednom danu

Izvor: autorica

Na grafikonu P1-2. prikazani su odgovori vezani uz prijeđenu udaljenost u jednom danu. Vidljivo je kako je najveći broj ispitanika (njih 62 %) odgovorilo kako prijeđu od 10 do 25 NM. Zatim, slijedi razdioba od 75,1 do 150 NM, odnosno od 0 do 10 NM te od 25.1. do 50 NM.

U navedenom setu postavljena su i pitanja vezano za upotrebu motora u tzv. *hotelling mode* pri čemu je ispitanicima prvo bilo ponuđeno značenje pojma *hotelling* koji označava vrijeme koje plovilo provodi na vezu u luci, a koji nije vrijeme ukrcanja ili iskrcanja pri čemu koristi minimalnu snagu motora. U skladu s dobivenim odgovorima 76 % ispitanika je odgovorilo kako ne koristi motor u *hotelling* načinu. Uz navedeno postavljeno je i pitanje vezano uz vrstu goriva koja se koristi za pogon. Glavnina ispitanika (njih 80 %) odgovorila je kako koristi dizelsko gorivo za pogon.

PRILOG 2.

Izvorni kod korišten kod predprocesiranja i obrade podataka

```
install.packages("XML")
install.packages("OpenStreetMap")
install.packages("lubridate")
install.packages("ggmap")
install.packages("terra")
install.packages("xlsx")
install.packages("sqldf")

library(XML)
library(OpenStreetMap)
library(lubridate)
library(xlsx)
library(readxl)
library("sqldf")
library("tools")
library(ggmap)
library(ggplot2)
library(raster)
library(sp)

# Funkcije za računanje udaljenosti
dist<-function(lat1, lon1 , lat2 , lon2 ){

  r = 6371 #radius of Earth (km)
  p = 0.017453292519943295 #Pi/180

  a = sin(((lat2-lat1)*p)/2) * sin(((lat2-lat1)*p)/2) + cos(lat1*p)*cos(lat2*p) *
  sin(((lon2-lon1)*p)/2) * sin(((lon2-lon1)*p)/2)
  c = 2 * r * atan2(sqrt(a), sqrt(1-a)) # km
  d=c*0.5399568 # NM
  return(d)
}

# funkcija za putovanja
putovanja<-function(geodf, Trips_all){
  ii=1

  origin <- data.frame(Orig_x=geodf$lon[1], 'Orig_Y'=geodf$lat[1],
'Orig_Time'=TimrNew[1], 'Ori_Date'=date1[1])
  destination <- data.frame(Des_x=geodf$lon[1], Des_Y=geodf$lat[1],
Des_Time=TimrNew[1], 'Des_Date'=date1[1])
  Trip_dist=c(0)

  size<-dim(geodf)[1]
  for(jj in 2:size){
    if(difftime(date1[jj],date1[jj-1])==0)
    {
      Dd<-dist(geodf$lat[jj],geodf$lon[jj], origin$Orig_Y[ii],origin$Orig_X[ii])
      if(Dd>Trip_dist[ii])
      {Trip_dist[ii]=Dd}
      if(flag==1) { #samo za gpx fileove
        print(flag)
        if(difftime(TimrNew[jj],TimrNew[jj-1])>30)
        {destination[ii,]<-data.frame(geodf$lon[jj-1],geodf$lat[jj-1],TimrNew[jj-1],
date1[jj-1])
        ii=ii+1
        if((jj+1)<size)
        {# origin[i,]<-data.frame(geodf$lon[jj-1],geodf$lat[jj-1],TimrNew[jj-1])
        origin[ii,]<-destination[ii-1,]
        Trip_dist[ii]=0
        }
      }
    }
  } # flag=1

}
else
{destination[ii,]<-data.frame(geodf$lon[jj-1],geodf$lat[jj-1],TimrNew[jj-1],date1[jj-1])
```



```

    ii=ii+1
    if((jj)<size)
    {
      origin[ii,]<-data.frame(geodf$lon[jj],geodf$lat[jj],TimrNew[jj],date1[jj])
      Trip_dist[ii]=0
    }
  }
  if((dim(origin)[1])!=(dim(destination)[1]))
  {destination[ii,]<-data.frame(geodf$lon[jj],geodf$lat[jj],TimrNew[jj],date1[jj])
  }
  Trip_L<-difftime(destination$Des_Time,origin$Orig_Time)
  trips<-data.frame(origin,destination,Trip_L,Trip_dist)
  cc<-which(trips$Trip_dist<2)
  {trips1<-trips[-c(cc),]}
  Trips_all <- rbind(Trips_all, trips1)
  return(Trips_all)
}
#-----

shift.vec <- function (vec, shift) {
  if(length(vec) <= abs(shift)) {
    rep(NA ,length(vec))
  }else{
    if (shift >= 0) {
      c(rep(NA, shift), vec[1:(length(vec)-shift)]) }
    else {
      c(vec[(abs(shift)+1):length(vec)], rep(NA, abs(shift))) } } }
col1 <- seq(0,100,5)
col2 <- seq(200, 100, -5)
my_df <- data.frame(c1= col1, c2= col2)

my_df
my_df$nc1 <- shift.vec(my_df$c1, -1)
my_df$nc2 <- shift.vec(my_df$c2, -1)
my_df

#create data frame with 0 rows and 9 columns
Trips_all <- data.frame(matrix(ncol = 10, nrow = 0))
#provide column names
colnames(Trips_all) <- c('orig_x', 'orig_Y', 'Orig_Time', 'Ori_Date', 'Des_X', 'Des_Y',
'Des_Time', 'Des_Date', 'Trip_L','Trip_dist')
#view structure of the data frame
str(Trips_all)

#####.gpx format#####
pathName<-choose.dir(getwd(), "Choose a suitable folder")
file_paths <- fs::dir_ls(pathName)
file_contents <- list()
listagpx<-list.files( path=pathName,pattern = "*.gpx", full.names = TRUE)

No_trips<-length(file_paths)

flag=0

for (k in seq_along(file_paths)) # za sve datoteke u folderu Dalmatia_charter1
{
  fileName = file_paths[[k]];
  if(file_ext(fileName)=="gpx")
  {
    flag=1
    # Parse the GPX file
    pfile <- htmlTreeParse(file = fileName, error = function(...) {
    }, useInternalNodes = T)
    # Get all elevations, times and coordinates via the respective xpath
    elevations <- as.numeric(xpathSApply(pfile, path = "//trkpt/ele", xmlValue))
    times <- xpathSApply(pfile, path = "//trkpt/time", xmlValue)
    coords <- xpathSApply(pfile, path = "//trkpt", xmlAttrs)
    speed<- (xpathSApply(pfile, path = "//trkpt/desc", xmlValue))
    str(coords)
    # Extract latitude and longitude from the coordinates
    lats <- as.numeric(coords["lat",])
    lons <- as.numeric(coords["lon",])
    # Put everything in a dataframe and get rid of old variables izbaci elevations

```

```

geodf <- data.frame(lat = lats, lon = lons, sp=speed,time = times)
rm(list=c("elevations", "lats", "lons", "pfile", "times", "coords"))
head(geodf)
geodf$dist.to.prev <- apply(geodf, 1, FUN = function (row) {
  pointDistance(c(as.numeric(row["lat.p1"]),
                  as.numeric(row["lon.p1"])),
                c(as.numeric(row["lat"]), as.numeric(row["lon"]))),
  lonlat = T)
})

head(geodf$dist.to.prev)
# pretvaranje varijable speed u number format
x<- as.numeric( sapply(strsplit(geodf$sp, " "), "[", 1))
y=geodf$sp
y=geodf$sp

date1<-sapply(strsplit(y, " "), "[", 4)
time1<-sapply(strsplit(y, " "), "[", 5)
date1<-as.Date(strptime(date1, "%d.%m.%Y"))
TimrNew<-paste(date1,time1)
TimrNew<- strptime(TimrNew, "%Y-%m-%d %H:%M")
} # kraj if gpx

#####.xlsx format #####
if(file_ext(fileName)=="xlsx")
{
  flag=0
  sheets = excel_sheets(fileName)

  for (i in 1:length(sheets)){
    data <- read_excel(fileName, sheet = sheets[[i]] )
    if(is.character(data$lat)){
      data$lat<-as.numeric(data$lat)}
    if(is.character(data$lon)){
      data$lon<-as.numeric(data$lon)}

    # ako ne postoji brzina onda se promatra početak i kraj putovanja po danu

    # izdvoji datum
    date1<-as.Date(strptime(data$rtcdatetime, "%Y-%m-%d"))
    remove(geodf)
    geodf<-na.omit(data)
    dd<-which(is.na(data),arr.ind = TRUE)[1]
    if(!(is.na(dd)))
    {date1<-date1[-c(dd)]}
    remove(dd)
    TimrNew<-geodf$rtcdatetime
    Trips_all<-putovanja(geodf,Trips_all)
  }
}

#####.csv format #####

sailing_support_marina_hramina_export <-
read_delim("68_sailing_support_marina_hramina_export.csv
(1)/sailing_support_marina_hramina_export.csv",
          delim = ";", escape_double =
FALSE, trim_ws = TRUE)
view(sailing_support_marina_hramina_export)

tt<-sailing_support_marina_hramina_export
names(tt)[1]<-"id"

# zarez iz lat i lon staviti u točku
col2cvt <- 3:4
tt[,col2cvt] <- lapply(tt[,col2cvt],function(tt){as.numeric(gsub(",", ".", tt))})

# pozovi file za filtriranje
source("filter.R")
zz2<-tt_filtrirano[tt_filtrirano$flag==1,]

dat_columns<-select_if(zz2, is.POSIXct)
date2<-as.Date(strptime(zz2$timestamp, "%Y-%m-%d"))

```

```

origin      <-      data.frame(Orig_X=zz2$lng[1],      'Orig_Y'=zz2$lat[1],
'Orig_Time'=zz2$timestamp[1], 'Ori_Date'=date2[1])
destination <-      data.frame(Des_X=zz2$lng[1],      Des_Y=zz2$lat[1],
Des_Time=zz2$timestamp[1], 'Des_Date'=date2[1])
udaljenost<-c(0)
Trip_udaljenost=c(0)
Trip_dist<-c(0)

ii<-1
size=dim(zz2)[1]
for(jj in 2:size){

  if(zz2$id[jj]==zz2$id[jj-1] && date2[jj]==date2[jj-1]) {
    Dd<-dist(zz2$lat[jj],zz2$lng[jj], origin$Orig_Y[ii],origin$Orig_X[ii])
    udaljenost<-dist(zz2$lat[jj],zz2$lng[jj], zz2$lat[jj-1],zz2$lng[jj-1])

    if (zz2$speed[jj]>0 ){
      Trip_udaljenost[ii]<-Trip_udaljenost[ii]+udaljenost}

    if (zz2$speed[jj]==0 && zz2$speed[jj-1]>0 ){
      destination[ii,]<-      data.frame(zz2$lng[jj],zz2$lat[jj],
zz2$timestamp[jj],date2[jj])
      Trip_dist[ii]=Dd
      Trip_udaljenost[ii]<-Trip_udaljenost[ii]+udaljenost
      ii=ii+1
      if((jj+1)<size)
        { origin[ii,]<-destination[ii-1,]
          Trip_dist[ii]=0
          Trip_udaljenost[ii]<-0}
      }else if (zz2$speed[jj]==0 && zz2$speed[jj-1]==0 )
      {origin[ii,]<- data.frame(zz2$lng[jj],zz2$lat[jj], zz2$timestamp[jj],date2[jj])
      Trip_dist[ii]=0
      Trip_udaljenost[ii]<-0}
      }else{
        origin[ii,]      <-      data.frame(Orig_X=zz2$lng[jj],      'Orig_Y'=zz2$lat[jj],
'Orig_Time'=zz2$timestamp[jj], 'Ori_Date'=date2[jj])
        destination[ii,] <-      data.frame(Des_X=zz2$lng[jj],      Des_Y=zz2$lat[jj],
Des_Time=zz2$timestamp[jj], 'Des_Date'=date2[jj])
        Trip_dist[ii]=0
        Trip_udaljenost[ii]<-0
      }
    }

    # }#kraj if
  }# kraj jjj

  if((dim(origin)[1])!=(dim(destination)[1]))
  {destination[ii,]<-data.frame(zz2$lng[jj],zz2$lat[jj],zz2$timestamp[jj],date2[jj])
  }

  Trip_L<-difftime(destination$Des_Time,origin$Orig_Time)
  trips<-data.frame(origin,destination,Trip_L,Trip_dist,Trip_udaljenost)
  cc<-which(trips$Trip_L<15) # putovanje krace od 15 min
  if(is_empty(cc)==FALSE)
  {trips<-trips[-c(cc),]
  }else{
    trips<-trips
  }
  cc<-which(trips$Trip_dist<2) # prevaljena udaljenost manja od 2 NM
  if(is_empty(cc)==FALSE)
  {trips1<-trips[-c(cc),]
  }else{
    trips1<-trips
  }
  }
  Trips_all <- rbind(Trips_all, trips1)

```

Obradeni podatci s lokatora

Tablica P1- 1: Obradeni podatci s lokatora plovila, ishodišno-odredišna matrica putovanja
Izvor: autorica

Count of Orig_Time	Column Labels															
Row Labels	ACI Palmižana	Bobovišća na moru	Budikovac, Ravnik	Hvar (luka)	Jelsa	Komiža	Makarska	Marina	Maslinica	Mezuporat Biševo	Milna	Postira	Pučišća	Rogač	Split	
ACI Palmižana	41	2	2	15		1			2	1	16				2	
Bobovišća na moru	1	4													1	
Budikovac, Ravnik	4		8	1		6				2	3					
Hvar (luka)	8		2	20					1		4				1	
Jelsa	1				1						1				3	
Komiža	6		3			21		2		4	2					
Makarska							2									
Marina (Marina Agana)								14	2						3	
Maslinica	4		1	2	2				18				4		2	
Mezuporat Biševo						4				1	1					
Milna	4	1	1	2	1				1		27					
Postira												4	1			
Pučišća					1							3				

PRILOG 3.

Kalibracija konstante c Hymanovom metodom

Kodovi za kalibraciju:

```
library(readxl)
library(data.table)
source("scaling.R")
# Cost matrix
Cij <- read_excel("Data.xlsx", sheet = "CostMatrix")
# trip production
P<-data.table(Pij=c(116, 1039, 5170, 1294))
# attraction
Aj<-c(103,1034,4982,1500)
# DISTANCES
#d <- read_excel("Data.xlsx", sheet = "DISTANCE")
MTL <-70
# Assumption: F(Cij)=exp(-ALPHA*Cij), ALPHA is unknown
# First step: Choose ALPHA =1/MTL
alpha =c(1/MTL)
# Compute trip distribution using a gravity model
# Compute modelled MTL

nrows<-nrow(Cij)
ncolumns<-ncol(Cij)
xx<-exp(-alpha*Cij[,2:5])
for(i in 1:nrows){
xx[i,]<-xx[i,]*Aj}

xx<-scaling(xx)

mtl1<-sum(xx*Cij[,2:5])/sum(xx)

n<-1
alpha=c(alpha,mtl1*alpha[1]/MTL)
repeat{
  xx<-exp(-alpha[n+1]*Cij[,2:5])
  for(i in 1:nrows){
    xx[i,]<-xx[i,]*Aj}
  xx<-scaling(xx)
  mtl1<-c(mtl1,sum(xx*Cij[,2:5])/sum(xx))
  n=n+1
  if(round(mtl1[n],2)==MTL){
    break
```

```

}
alpha<-c(alpha,((MTL-mt11[n-1])*alpha[n]-(MTL-mt11[n])*alpha[n-1])/(mt11[n]-mt11[n-1]))

```

Skaliranje produkcije i atrakcije - dodatak koda za provedbu *Hymanove* metode za kalibraciju konstante c

```

scaling<-function(xx){
  repeat{
    #scale to productions

    for(i in 1:nrows){

      Srow<-with(xx[i], rowSums(xx[i,]))
      xx[i,]<-xx[i,]/Srow
      xx[i,]<-xx[i,]*as.numeric(P[i,1])
    }
    xx<-round(xx,1)
    SProd<-with(xx, rowSums(data.frame(xx)))

    SATrac<-with(xx, colSums(data.frame(xx)))
    if( all(round(SProd,0)==P) && all(round(SAtrac,0)==Aj)){
      break}
    #scale to attractions
    for(j in 1:ncol(xx)){
      xx[,j]<-xx[,j]/SATrac[j]
      xx[,j]<-xx[,j]*Aj[j]
    }
    SProd<-with(xx, rowSums(data.frame(xx)))

    SATrac<-with(xx, colSums(data.frame(xx)))
    if( all(round(SProd,0)==P) && all(round(SAtrac,0)==Aj)){
      break}
  }
  return(xx)
}

```

PRILOG 4.

Prilog 4.1. Sekundarni izvori podataka korištenih za kreiranje prometne mreže

U ovom prilogu dostupni su sekundarni podatci korištenih pri kreiranju prometnu mreže te prijevozne ponude modela.

Tablica P4- 1: Županijske i lokalne luke [134]

Luka	Pozicija	Komunalni vez	Nautički vez	Ukupno vez	Površina pristaništa	Površina akvatorija
Arbanija	43° 30' N	71	5	76	385 m ²	1.512 m ²
	16° 17' E					
Baška Voda	43° 21' N	4	15	19	1.730 m ²	10.200 m ²
	16° 59' E					
Bobovišća	43° 21' N	72	12	84	180 m ²	1.260 m ²
	16° 28' E					
Bol	43° 16' N	102	48	150	833 m ²	36.230 m ²
	16° 40' E					
Brela-Soline	43° 22' N	53	35	88	15 m ²	/
	16° 56' E					
Drvenik	43° 09' N	41	1	42	3.200 m ²	10.175 m ²
	17° 14' E					
Drvenik Mali	43° 26' N	85	4	89	420 m ²	3.926 m ²
	16° 05' E					
Drvenik Veli	43° 26' N	60	0	60	264 m ²	10.850 m ²
	16° 08' E					
Gradac	43° 06' N	80	6	86	1.162 m ²	10.228 m ²
	17° 20' E					
Hvar	43° 10' N	35	15	50	1.410 m ²	1.410 m ²
	16° 24' E				(1.757 m ²)	(1.757 m ²)
Igrane	43° 11' N	27	5	32	482 m ²	4.600 m ²
	17° 08' E					
Jelsa	43° 10' N	128	58	186	3.400 m ²	6.550 m ²
	16° 41' E				(2.204 m ²)	(35.258 m ²)
Kaštel Gomilica	43° 33' N	25	2	27	69 m ²	1.335 m ²
	16° 24' E					
Kaštel Kambelovac	43° 33' N	18	0	18	275 m ²	5.125 m ²
	16° 23' E					
Kaštel Lukšić	43° 33' N	75	3	78	315 m ²	4.748 m ²
	16° 22' E					
Kaštel Stari	43° 33' N	20	0	20	840 m ²	4.830 m ²
	16° 21' E					
	43° 33' N	33	0	33	165 m ²	2.550 m ²

Kaštel Sućurac	16° 25' E					
Komiža	43° 02' N	0	32	32	2.487 m2	41.704 m2
	16° 05' E				(2.270 m2)	(33.255 m2)
Krilo Jesenice	43° 27' N	80	3	83	709 m2	7.555 m2
	16° 34' E					
Makarska	43° 17' N	22	40	62	862 m2	6.530 m2
	17° 01' E				(2.676 m2)	(84.198,5 m2)
Marina	43° 31' N	104	8	112	211 m2	1 656 m2
	16° 07' E				(600 m2)	(4 437 m2)
Maslinica	43° 23' N	57	2	59	220 m2	1.750 m2
	16° 12' E					
Milna	43° 19' N	177	10	187	200 m2	4.200 m2
	16° 26' E				(1.085 m2)	(23.115 m2)
Mimice	43° 24' N	24	0	24	245 m2	2.600 m2
	16° 48' E					
Mirca	43° 22' N	15	0	15	660 m2	2.964 m2
	16° 31' E					
Nečujam	43° 23' N	23	7	30	310,8 m2	2.435 m2
	16° 19' E				(2.841 m2)	(72.741 m2)
Omiš	43° 26' N	164	5	169	1.336 m2	8.848 m2
	16° 41' E				(498 m2)	(5.119 m2)
Pisak	43° 24' N	24	0	24	275 m2	5.812 m2
	16° 51' E					
Podgora	43° 14' N	0	3	3	1.100 m2	/
	17° 04' E					
Postira	43° 23' N	79	26	105	2.086 m2	22.240 m2
	16° 38' E					
Povlja	43° 20' N	68	8	76	820 m2	3.250 m2
	16° 50' E					
Pučišća	43° 20' N	94	40	134	480 m2	4.800 m2 (51.737,5 m2)
	16° 44' E				(3.306,4 m2)	
Rogač	43° 23' N	54	20	74	1.896 m2	20.427 m2
	16° 17' E				(980 m2)	(13.777,5 m2)
Seget Donji	43° 31' N	22	0	22	288 m2	4.925 m2
	16° 13' E					
Slatine	43° 29' N	87	13	100	2.773 m2	12.250 m2
	16° 19' E					

Splitska	43° 22' N	32	4	36	156 m2	1.540 m2
	16° 36' E					
Stari Grad	43° 10' N	324	138	462	10.560 m2	106.800 m2
	16° 35' E					
Stobreč	43° 30' N	0	4	4	441 m2	4.600 m2
	16° 31' E					
Stomorska	43° 22' N	119	23	142	200 m2	2.500 m2
	16° 21' E				(2.028 m2)	(20.530 m2)
Sućuraj	43° 07' N	71	15	86	2.027 m2	10.553 m2
	17° 11' E				(4.040 m2)	(36.588 m2)
Sumartin	43° 16' N	90	8	98	1.102 m2	22.459 m2
	16° 52' E				(520 m2)	(4.380 m2)
Supetar	43° 23' N	200	37	237	5.575 m2	30.990 m2
	16° 33' E				(1.861 m2)	(22.658 m2)
Sutivan	43° 23' N	87	5	92	1.690 m2	7.870 m2
	16° 28' E				(717 m2)	(6.995 m2)
Trogir	43° 30' N	13	38	51	1.140 m2	35.960 m2
	16° 10' E				(981 m2)	(16.293 m2)
Trogir-Soline	43° 30' N	147	0	147	1.140 m2	35.960 m2
	16° 10' E				(981 m2)	(16.293 m2)
Trogir-Žudika	43° 30' N	80	0	80	1.140 m2	35.960 m2
	16° 10' E				(981 m2)	(16.293 m2)
Trogir_Foša	43° 30' N	210	0	210	1.140 m2	35.960 m2
	16° 10' E				(981 m2)	(16.293 m2)
Trogir_Banj	43° 30' N	250	0	250	1.140 m2	35.960 m2
	16° 10' E				(981 m2)	(16.293 m2)
Vinišće	43° 29' N	4	0	4	190 m2	2.270 m2
	16° 00' E					
Vira	43° 11' N	8	0	8	480 m2	/
	16° 25' E					
Vis	43° 03' N	30	150	180	1.950 m2	25.120 m2

	16° 11' E				(350 m2)	(21.719 m2)
Vranjic	43° 31' N	128	0	128	220 m2	1.160 m2
	16° 28' E					
Vrboska	43° 10' N	75	20	95	390 m2	2.925 m2
	16° 40' E					
Zaostrog	43° 08' N	36	1	37	1.240 m2	5.500 m2
	17° 16' E					
Živogošće	43° 10' N	47	5	52	190 m2	2.270 m2
	17° 09' E					

Tablica P4- 2: Popis marina i dostupnih vezova na području Splitsko-dalmatinske županije
Izvor: autorica

Marine	Pozicija	Broj vezova	Mjesta na kopnu
ACI Marina Split	Split	355	30
Marina Kaštela	Kaštel Gomilica	420	200
ACI Marina Trogir	Trogir	180	60
Marina Agana	Marina	134	70
Aci Marina Milna	Brač	185	15
Vlaška Milna	Brač	90	74
Aci Marina Vrboska	Hvar	85	30
Aci Marina Palmižana	Hvar	164	/
Marina Lav	Podstrana	74	/
Baška voda	Baška voda	30	/
Marina Ramova	Krvavica	200	100
Martinis Marchi	Šolta	50	/

Tablica P4- 3: Pregled važećih koncesija za gospodarsko korištenje luka posebne namjene - sidrišta na području SDŽ-a uz prateće ekološke karakteristike područja
Izvor: autorica prema [100], [104]

LOKACIJA	Popis sidrišta na prostoru SDŽ	Broj sidrenih mjesta	Površina sidrišta	Popis atrakcija/potencijalni <i>crowding</i>	Ekološke karakteristike (zaštićene vrste)		
					Natura 2000	<i>Posidonia oceanicae</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>
STARI GRAD	Stari Grad, uvala Zavala	10	3950	/	DA	DA	DA
	Stari Grad, uvala Tiha	46	23251	DA	DA	DA	
SV. KLEMENT	uvala Vinogradišće, otok Sv.Klement	43	38 650	DA	DA		

ŠČEDRO	Pitve, uvale Porat i Mostir, otok Šćedro	72	17520		DA	DA	DA
BRAČ-BOBOVIŠĆA	Bobovišća, uvala Bobovišća	12	2040				
	Bobovišća, uvala Vića Luka	19	3477				
BRAČ-PUČIŠĆA	Pučišća, uvala Luke (rt Stutiski Protuc)	9	10 235	DA			
	k.o.Pučišća, uvala Luke	7	7253	DA	DA	DA	DA
KOMIŽA	Komiža, uvala Mežuporat	15	5850	DA	DA		
	Komiža, predio Pol Guspu	17	6800		DA		
	.Komiža, predio Lučica	20	5000		DA		
VIS	k.o.Vis, uvala Stončica	16	2400	DA	DA		
BRAČ-MILNA	k.o.Milna, uvala Osibova	20	1600		DA	DA	DA
	k.o.Milna, uvala Lučice	15	5267				
	Milna, uvala Lučice (zapadni dio)	7	1 838		DA	DA	DA
	Milna, uvala Lučice-Smrčeva	17	16 808				

Tablica P4- 4: Dolasci i noćenja prema lukama isplovljavanja za srpanj 2023. godine – podatci iz *e visitora* za područje SDŽ [128]

	Ukupno (07.2023)		Domaći (07.2023)		Strani (07.2023)	
	Dolasci	Noćenja	Dolasci	Noćenja	Dolasci	Noćenja
ACI Milna	19	131	5	38	14	93
ACI Palmižana	11	55	3	15	8	40
ACI Split	5.708	35.535	796	4.705	4.912	30.830
ACI Trogir	3.899	25.090	209	974	3.690	24.116
ACI Vrboska	4	12	-	-	4	12
Arbanija	-	-	-	-	-	-
Baška Voda	168	853	25	82	143	771
Benzinska postaja Hvar	-	-	-	-	-	-
Benzinska postaja Makarska	-	-	-	-	-	-
Benzinska postaja Split	66	462	21	147	45	315

Benzinska postaja Vis	16	92	1	7	15	85
Bobovišća	-	-	-	-	-	-
Bol	26	357	11	150	15	207
BRELA - Brela (Soline)	-	-	-	-	-	-
Brela - Soline	-	-	-	-	-	-
Brodogradilište BRODOSPLIT	-	-	-	-	-	-
Brodogradilište BRODOTROGIR	-	20	-	4	-	16
DALMACIJA - Dugi Rat	-	-	-	-	-	-
Drvenik - putnička luka	-	-	-	-	-	-
Dugi Rat	84	878	3	31	81	847
Hvar - putnička luka	76	242	27	86	49	156
Jelsa	-	-	-	-	-	-
Kaštel Gomilica	120	543	45	155	75	388
Kaštel Lukšić	37	259	15	105	22	154
Kaštel Stari	-	-	-	-	-	-
Kaštel Sućurac	-	-	-	-	-	-
Komiža	-	-	-	-	-	-
KRILO - Krilo Jesenice	-	-	-	-	-	-
Krilo Jesenice	501	2.846	130	665	371	2.181
Makarska	65	423	34	173	31	250
Marina	245	1.578	54	311	191	1.267
Marina Agana	1.501	9.476	142	630	1.359	8.846
Marina Baotić	1.307	7.786	170	919	1.137	6.867
Marina Baška Voda	66	282	10	58	56	224
Marina Kaštela	8.089	51.693	817	4.686	7.272	47.007
Marina Lav	113	561	32	150	81	411
Marina Milna	65	303	1	3	64	300
Marina Ramova Krvavica	2	8	2	8	-	-
Marina Trogir	5.996	36.644	546	2.939	5.450	33.705
Marina Tučepi	34	112	13	40	21	72
Maslinica	32	226	11	101	21	125
Milna	22	220	10	100	12	120
MILNA INVEST - Milna (uvala Vlaška)	-	-	-	-	-	-
NS Komiža, Pol Guspu (Vis)	-	-	-	-	-	-
NS Uvala Bobovišća (Brač)	-	-	-	-	-	-
NS Uvala Luke, Pučišća (Brač)	7	49	-	-	7	49
Omiš	63	225	41	131	22	94
Podgora	-	-	-	-	-	-
Podgora - Stari Porat	-	-	-	-	-	-
Podstrana	-	-	-	-	-	-
Postira	22	66	4	12	18	54
Povlja	-	-	-	-	-	-
Privežište Podstrana, hotel Lav	190	1.000	83	395	107	605
PŠD ŠPINUT - Split	-	-	-	-	-	-

Pučišća	-	-	-	-	-	-
Rogač	411	2.463	44	294	367	2.169
Seget Donji	7.076	44.745	408	2.273	6.668	42.472
Split	8.009	51.326	1.046	6.566	6.963	44.760
Split - bazen Gradska luka	3.413	21.009	240	1.370	3.173	19.639
Split - Kaštelanski bazen A	98	654	22	146	76	508
Split - Kaštelanski bazen B	63	385	4	24	59	361
Split - Kaštelanski bazen C	-	-	-	-	-	-
Split - Vranjičko-Solinski bazen	29	143	7	19	22	124
Splitska	-	-	-	-	-	-
Stari Grad - teretna luka	4	4	1	1	3	3
Stobreč	152	894	23	129	129	765
Stomorska	10	52	7	31	3	21
Sućuraj - putnička luka	-	-	-	-	-	-
Sumartin	-	-	-	-	-	-
Supetar - teretna luka	16	16	4	4	12	12
Sutivan	-	-	-	-	-	-
Trogir	1.784	12.082	228	1.474	1.556	10.608
Tučepi	-	-	-	-	-	-
Vela Stiniva (Jelsa, Hvar)	-	-	-	-	-	-
Vinišće	31	205	28	192	3	13
Vira (Hvar)	-	-	-	-	-	-
Vis - putnička luka	24	110	11	63	13	47
Vranjic	9	36	5	20	4	16
Vrboska	4	24	-	-	4	24
Zavala (Hvar)	-	-	-	-	-	-
	49.687	312.175	5.339	30.426	44.348	281.749

PRILOG 5.

U ovom prilogu prikazuju se dobiveni rezultati testiranja makroskopskog modela prijevozne potražnje u nautičkom turizmu.

Za lakše razumijevanje i tumačenje rezultata u tablici P5-1 prikazuju se puni nazivi zona i njihove skraćenice:

Tablica P5- 1: Pregled svih zona i njihovih kratica

Izvor: autorica

Kod zone	Naziv zone	Skraćeno ime zone	Kratica
1	Baška voda	BV	BV
2	Split-Grad	SPLIT	ST
3	Hvar-Hvar	HVAR	HV
4	Komiža-Nautički centar Komi	KOMIŽA	KO
5	Vis-Vis	VIS	VIS
6	Bol	BOL	BOL
8	Trogir,ACI Trogir, SCT Trogir	TR	TR
9	Vrboska	VRBOSKA	VRB
13	Bobovišće na moru	BnM	BnM
14	Jelsa	JELSA	JE
15	Stari grad	STARIGRAD	SG
16	Kaštela	KAŠTELA	KAŠT
17	Krilo Jesenice	KRILO	KJ
18	Makarska	MAKARSKA	MA
19	Marina i Agana	MARINA	MAR
20	Milna, Milna Vlaška, Milna Luka	MILNA	MIL
22	Maslinica, Martinis Marchi	MASLINICA	MASL
23	Splitska	SPLITSKA	SPLITS
25	Stomorska	STOMORSKA	STOM
26	Omiš	OMIŠ	OM
28	Rogač	ROGAČ	ROG
46	Postira	POSTIRA	POST
47	Pučišća	PUČIŠĆA	PUČ
51	Sućuraj	SUĆURAJ	SUĆ
52	Sutivan	SUTIVAN	SUT
53	Palmižana	PALM.	PALM
56	Supetar	SUPETAR	SU
57	Podstrana	PODSTRANA	POD
58	Ext-more	EKST-M	EKST-M
59	Ext-kopno	EKST-K	EKST-K
60	Zračna luka	ZL	ZL

Tablica P5- 2: Prikaz kreiranih tipova linkova s pratećim atributima

Izvor: autorica

Globalni tip linka	Naziv linka	Vrsta transportnog sustava dozvoljenog za prometovanje određenim linkom	Broj prometnih traka	Kapacitet vozila/plovila na linku	Brzina slobodnog toka
1	LINK PRILAZA LUCI	CH,OP,TBK	2	30000	9 km/h
2	LINK U SLOBODNOJ PLOVIDBI	CH,OP,TBK	4	300000	40 km/h
3	LINK U MANOVRI	CH,OP,TBK	2	3000	3 km/h
0	JAVNI PRIJEVOZ	CH,OP,TBK,W	1	99999	50 km/h
4	AUTOCESTA	OA	2	4800	130 km/h
4	DRŽ_1	OA	1	1800	50 km/h
6	ŽUPANIJSKA CESTA	OA	1	1500	40 km/h
7	LOKALNA CESTA	OA	1	800	40 km/h
4	DRŽ_2	OA	2	3600	80 km/h
8	TRAJEKTNI LINK	Definirano u ovisnosti o vrsti trajektne linije, kapacitetu trajekta i voznom redu			

*CH (charter plovilo), TBK (turistički brod), W(pješčenje)

Prilog 5.1. Generiranje i distribucija putovanja

Popis matrica

Tablica P5- 3: Popis modelom razvijenih matrica, njihove kratice i kodovi

Izvor: autorica

Broj matrice	Kod matrice	Naziv matrice	Tip matrice
1	TT0	t0 za Osobno plovilo	Skim
2	TTC	tCur za Osobno plovilo	Skim
3	DIS	Udaljenost putovanja za Osobno plovilo	Skim
4	DID	Direktna udaljenost za Osobno plovilo	Skim
5	TTC	tCur Auto	Skim
6	DIS	Udaljenost putovanja za Auto	Skim
7	DID	Direktna udaljenost za Auto	Skim
8	DIS HP-NT-INT	Distribucija HP-NT-INT	OD demand
9	DIS HP-NT-SEA	Distribucija DIS HP-NT-SEA	OD demand
10	HP-OP-ALL	Distribucija DIS HP-OP-ALL	OD demand
20	DIS-HP-EKST	Distribucija DIS-HP-EKST	OD demand
31	PPVDCH	Port-To-Port-Matrica Potražnje-Plovila u charteru	OD demand
32	PPVDOP	Port-To-Port-Matrica Potražnje- Osobno plovilo	OD demand
100	PP-DEMAND-ALL	Port - to- Port-Ukupna potražnja	OD demand
101	DIS-PP-ALL	Distribucija PP-ALL	OD demand
103	ASS-PP-CH	Asignacija PP putovanja za plovila koja su u charteru	OD demand

104	ASS-PP-OP	Asignacija PP putovanja za osobna plovila	OD demand
110	Distribution-PP-CALIB	Distribucija PP-ALL - kalibrirana	OD demand
111	DIS-PP-CH	Distribucija PP putovanja za plovila koja su u charteru	OD demand
112	DIS-PP-OP	Distribucija PP putovanja za osobna plovila	OD demand

Prilog 5.2. Rezultati produkcije i atrakcija za *Home to port* putovanja

Regresijska jednadžba za proračun produkcije HP putovanja – prikaz izvornog koda u R-u

summary(model)

```
Call:
lm(formula = Broj.charter.gostiju ~ Broj.turista, data = data)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-21656.8 -5999.9   926.4  4733.3 18448.3
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  8.818e+02  1.178e+04  0.075   0.941
Broj.turista  3.196e-02  3.353e-03  9.531  2.87e-09 ***
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 10610 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.805, Adjusted R-squared:  0.7962
F-statistic: 90.84 on 1 and 22 DF, p-value: 2.872e-09
```

```
> coef(model)
(Intercept) Broj.turista
881.81751864  0.03196004
```

```
> anova(model)
Analysis of Variance Table
```

```
Response: Broj.charter.gostiju
            Df      Sum Sq  Mean Sq F value    Pr(>F)
Broj.turista  1  1.0235e+10  1.0235e+10  90.839  2.872e-09 ***
Residuals    22  2.4787e+09  1.1267e+08
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Tablica P5- 4: Rezultati produkcije i atrakcije za *Home to port* putovanja (broj osoba)

Izvor: autorica

Naziv zone	Produkcija (HP-OP)	Atrakcija (HP-OP)	Produkcija (HP-OP-SEA)	Atrakcija (HP-OP-SEA)	Produkcija HP_NTCH)	Atrakcija (HP_NTCH)	Broj vezova	Broj charter vezova	Benzinska crpka
BV	281	167	0	13	0	0	49	0	0
SPLIT	1384	1437	0	115	0	4509	422	211	1
HVAR	194	170	0	14	0	1175	50	11	1
KOMIZA	194	458	0	37	0	0	84	0	0
VIS	643	1068	0	86	0	0	196	0	1
BOL	492	562	0	45	0	0	150	0	1
TROGIR	2393	2486	0	200	0	11413	730	534	1
VRBOSKA	669	695	0	56	0	321	204	3	1
BOBOVISCE	377	392	0	31	0	0	115	0	0
JELSA	610	634	0	51	0	0	186	0	0

STARIGRAD	1515	1574	0	126	0	0	462	0	0
KASTELA	1377	1431	0	115	0	4830	420	226	1
KRILO	466	283	0	23	0	0	83	0	0
MAKARSKA	194	211	0	17	0	855	62	8	1
MARINA	807	838	0	67	0	1774	246	83	0
MILNA	1515	1731	0	139	0	0	462	0	1
MASLINICA	554	576	0	46	0	1389	169	13	0
SPLITSKA	275	123	0	10	0	0	36	0	0
STOMORSKA	466	484	0	39	0	0	142	0	0
OMIS	554	576	0	46	0	0	169	0	0
ROGAC	416	252	0	20	0	1389	74	13	0
POSTIRA	344	358	0	29	0	0	105	0	0
PUCISCA	439	456	0	37	0	0	134	0	0
SUCURAJ	483	293	0	24	0	0	86	0	0
SUTIVAN	517	313	0	25	0	0	92	0	0
PALMIZANA	590	674	0	54	0	0	180	0	0
SUPETAR	777	807	0	65	0	534	237	5	0
PODSTRANA	194	252	0	20	0	1175	74	11	0
EXT-MORE	0	0	1550	0	0	0	0	0	0
EXT-KOPNO	388	0	0	0	18206	0	0	0	0
ZL	194	0	0	0	11159	0	0	0	0

Matrix editor (Matrix 20 Distribution HP_NTCH)

31x31	Name	2	3	4	5	6	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	25	26	28	46	47	51	52	53	56	57
	Sum	5392.50	0.00	0.00	0.00	0.00	13647.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10222.27	2121.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1405.63
1	Baska voda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Split-Grad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Hvar-Hvar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Komiza-Nautički centar Komii	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Vis-Vis	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Bol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Trogir-ACI Trogir, SCT Trogir	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Viboska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Bobovišće na moru	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Jelsa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Stari grad	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Kaštela	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Krlo Jesenice	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	Makarska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Marina i Agana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	Milna, Milna Vlačka, Milna Luka	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Maslinica, Martinis Marchi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Splitska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	Stomorska	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Omisi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Rogač	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	Postira	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	Pučića	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	Sućuraj	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	Sutivan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	Palmitana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	Supetar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	Podstrana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	Ext-more	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	Ext-kopno	18206.19	3143.83	0.00	0.00	0.00	8940.30	0.00	0.00	0.00	0.00	3367.33	0.00	545.66	1389.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	819.48
60	Zračna luka	11158.63	2248.66	0.00	0.00	0.00	4707.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2408.52	0.00	476.62	731.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	586.14

Slika P5- 1: Rezultat distribucije HP putovanja turista koji unajmljuju charter plovilo

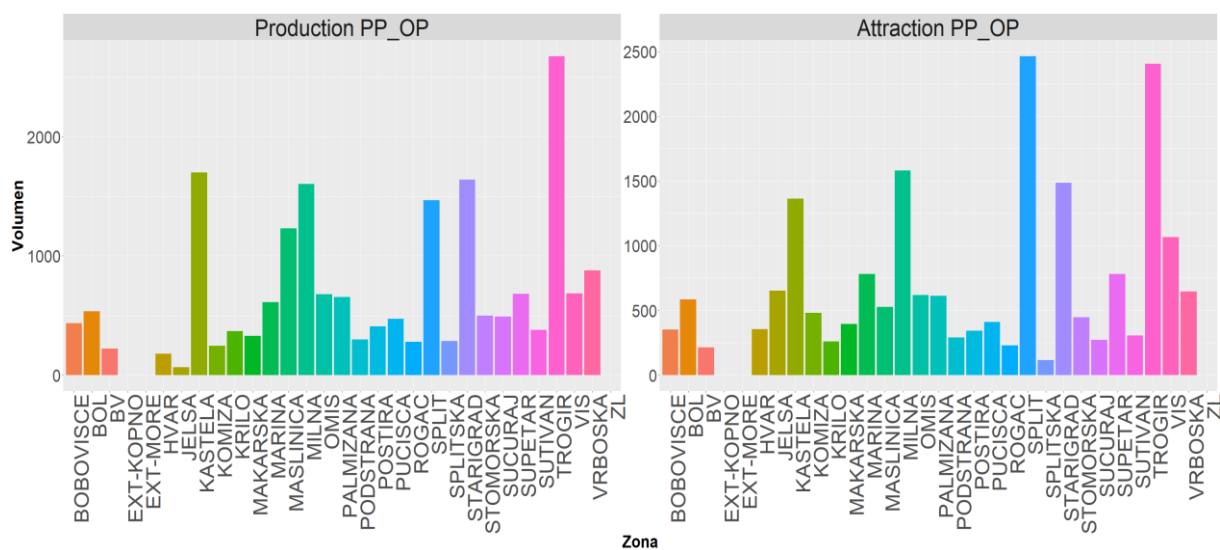
Izvor: autorica

Prilog 5.4. Generiranje i distribucija Port to Port putovanja
Procedure za generiranje Port to port putovanja odvojeno po segmentima

Tablica P5- 5: Formule za pokretanje procedure generiranja putovanja između luka odvojeno za plovila koja su u charteru te osobna plovila

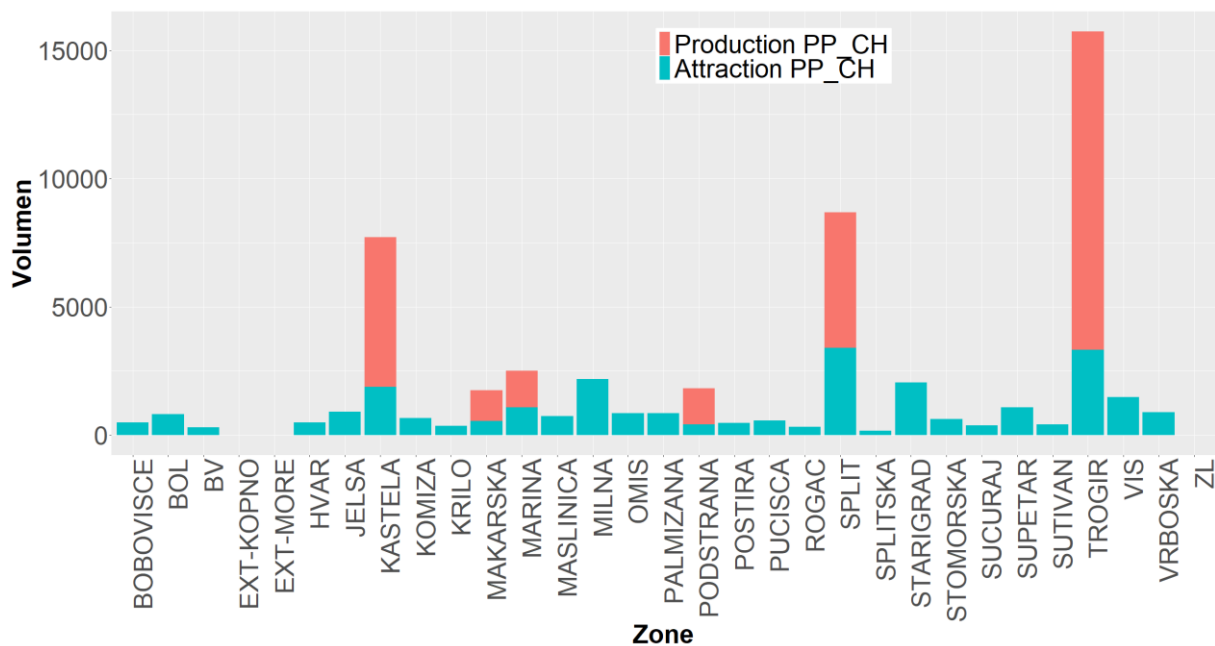
Izvor: autorica

Stratum potražnje	Funkcija produkcije	Funkcija atrakcije
Port to port putovanja - putovanja između luka turista koji unajmljuju charter plovilo	MATCOLSUM(10)]*[FREQUENCYRATE]	([TRG]*0.092563821+[R]*0.219406645+[BAR]*0.092563821+[KONC]*0.043608944+[FS]*0.14644893+[VEZ]*0.405407838)*[ATTRAPONDERPOI]
Port to port putovanja-putovanja između luka turista s osobnim plovilom	[MATCOLSUM(20)]*[FREQUENCYRATE]	([TRG]*0.092563821+[R]*0.219406645+[BAR]*0.092563821+[KONC]*0.043608944+[FS]*0.14644893+[VEZ]*0.405407838)*[ATTRAPONDERPOI]



Slika P5- 6: Grafički prikaz produkcija i atrakcija kod PP putovanja za osobno plovilo

Izvor: autorica

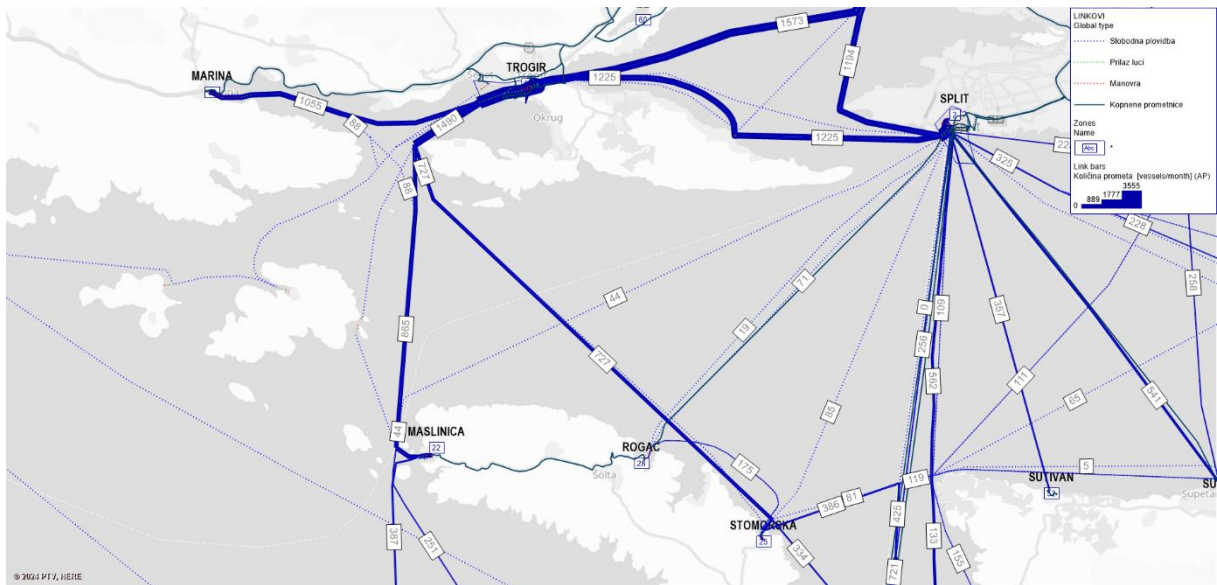


Slika P5- 7: Grafički prikaz produkcija i atrakcija kod PP putovanja za turiste koji unajmljuju *charter* plovilo
Izvor: autorica

Tablica P5- 6: Parametri za pokretanje procedure distribucije putovanja kod pokretanja zasebnih distribucija
Izvor: autorica

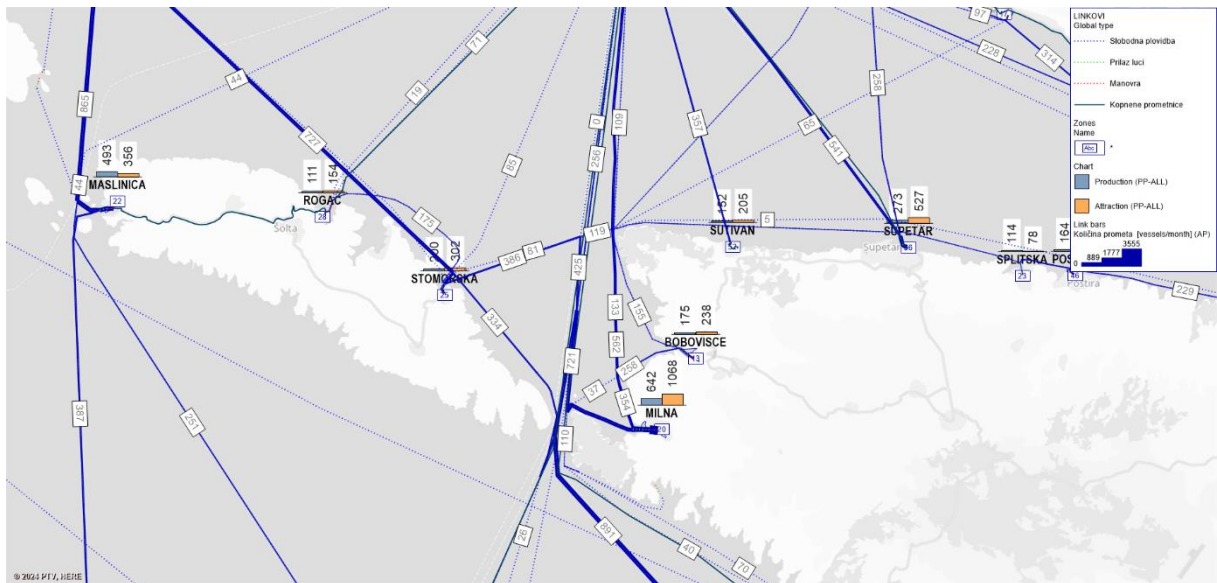
Naziv stratuma potražnje	Kratica stratuma potražnje	Funkcija korisnosti	Gravitacijski model (tip funkcije)	Vrijednost parametra c	Parametri distribucije
<i>Port to port</i> putovanja- putovanja između luka turista koji unajmljuju <i>charter</i> plovilo	PP-CH	Skim matrica TT0-OP	$f(c_{ij}) = e^{c_{ij}}$	-0.05	Atrakcija, Dvostruko ograničeni
<i>Port to port</i> putovanja - putovanja između luka turista s osobnim plovilom	PP-OP	Skim matrica TT0-OP	$f(c_{ij}) = e^{c_{ij}}$	-0.05	Produkcija, Dvostruko ograničeni

Prilog 5.5. Dodjeljivanje putovanja na mrežu



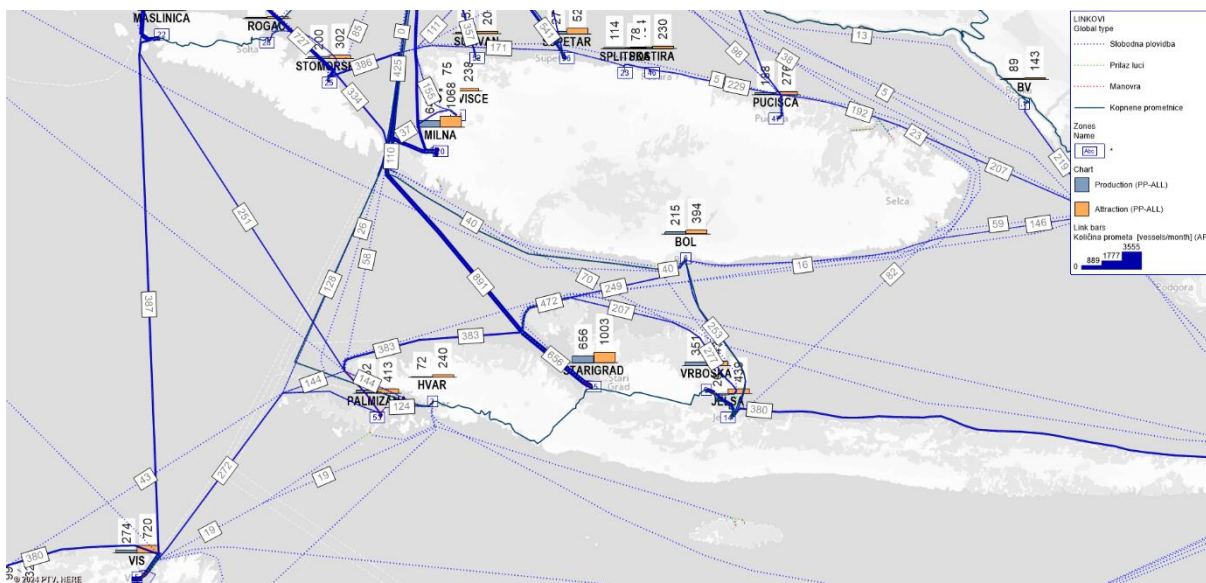
Slika P5- 8: Rezultati prometnog opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu prije provedene korekcije - dio mreže sjeverozapad

Izvor: autorica



Slika P5- 9: Rezultati prometnog opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu prije provedene korekcije - područje Splitskih vrata

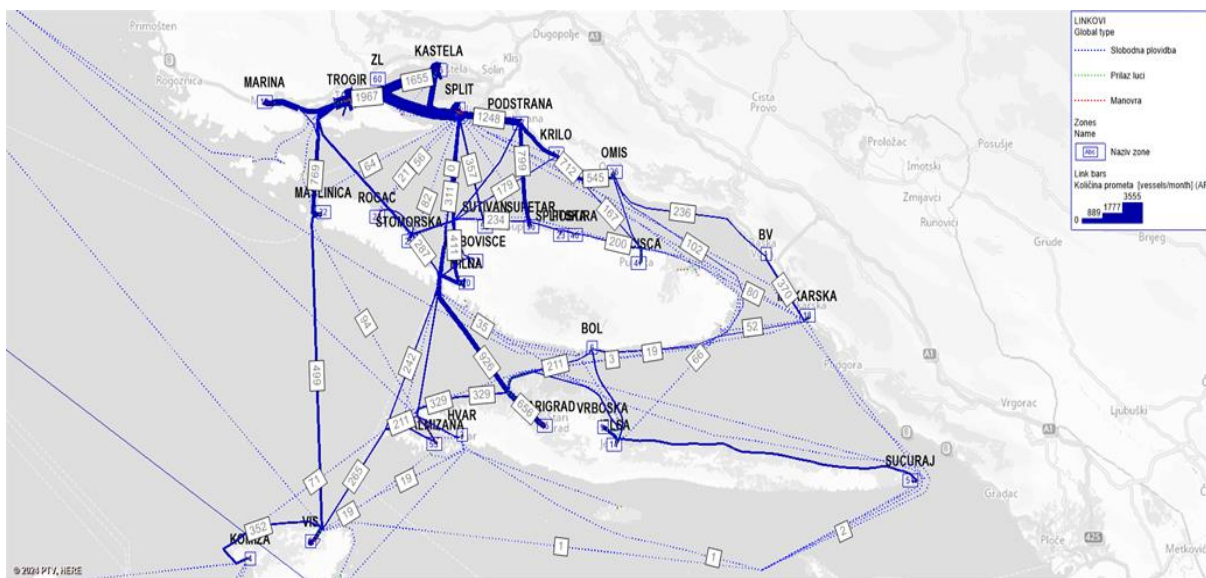
Izvor: autorica



Slika P5- 10: Rezultati prometnog opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu prije provedene korekcije - dio mreže jugoistok

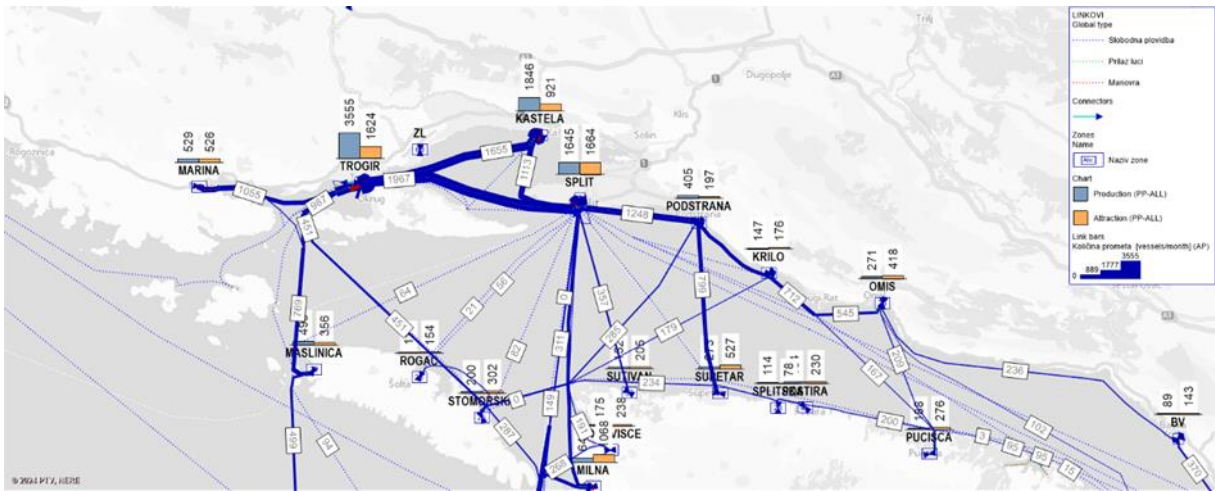
Izvor: autorica

Prilog 5.6. Rezultati nakon provedene korekcije matrice distribucije putovanja između luka neizrazitom logikom



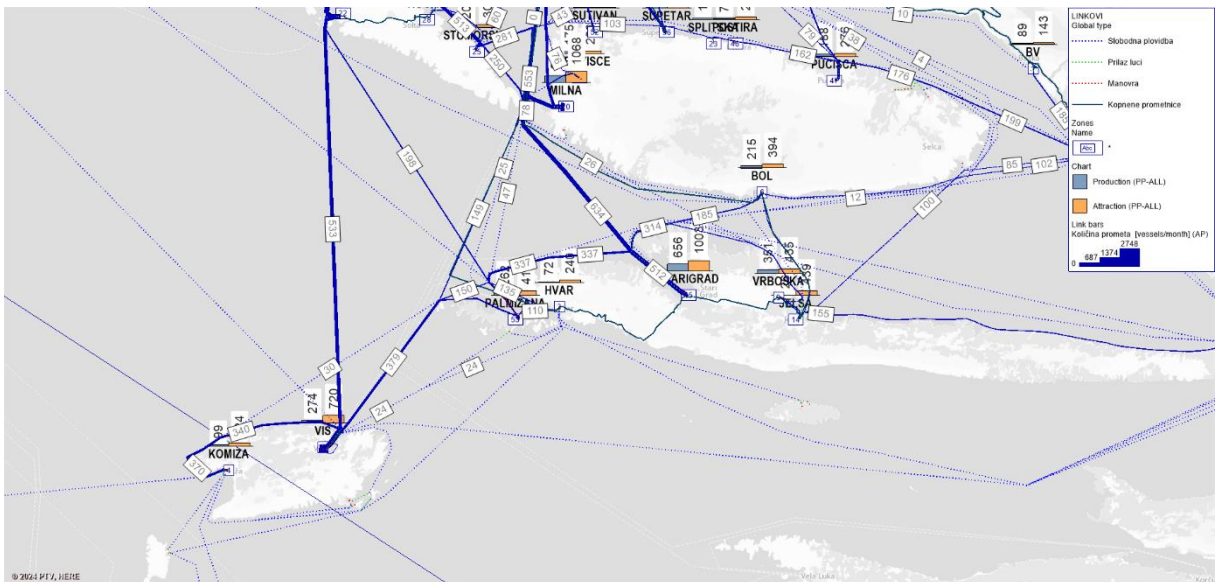
Slika P5- 11: Rezultati prometnog opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu nakon provedene korekcije

Izvor: autorica



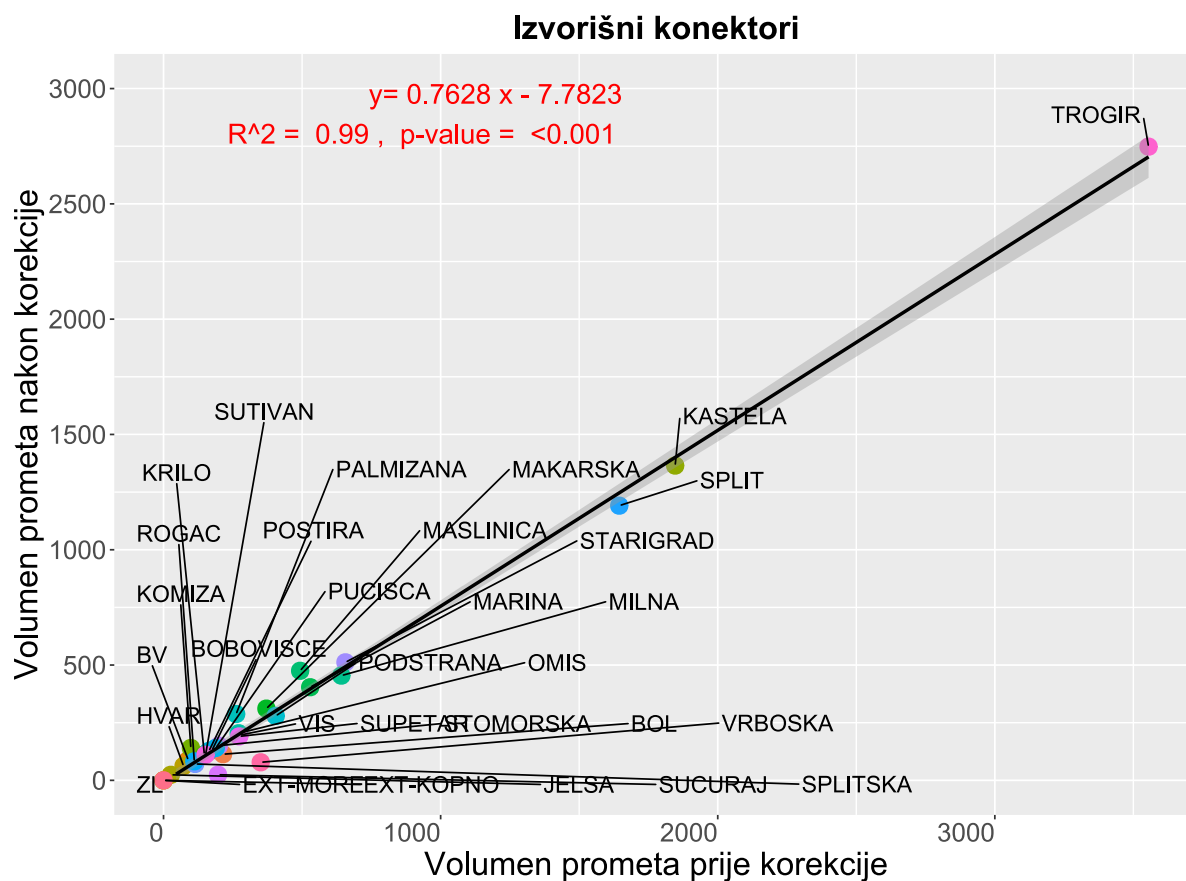
Slika P5- 12: Rezultati prometnih opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu nakon provedene korekcije - dio mreže sjever

Izvor: autorica

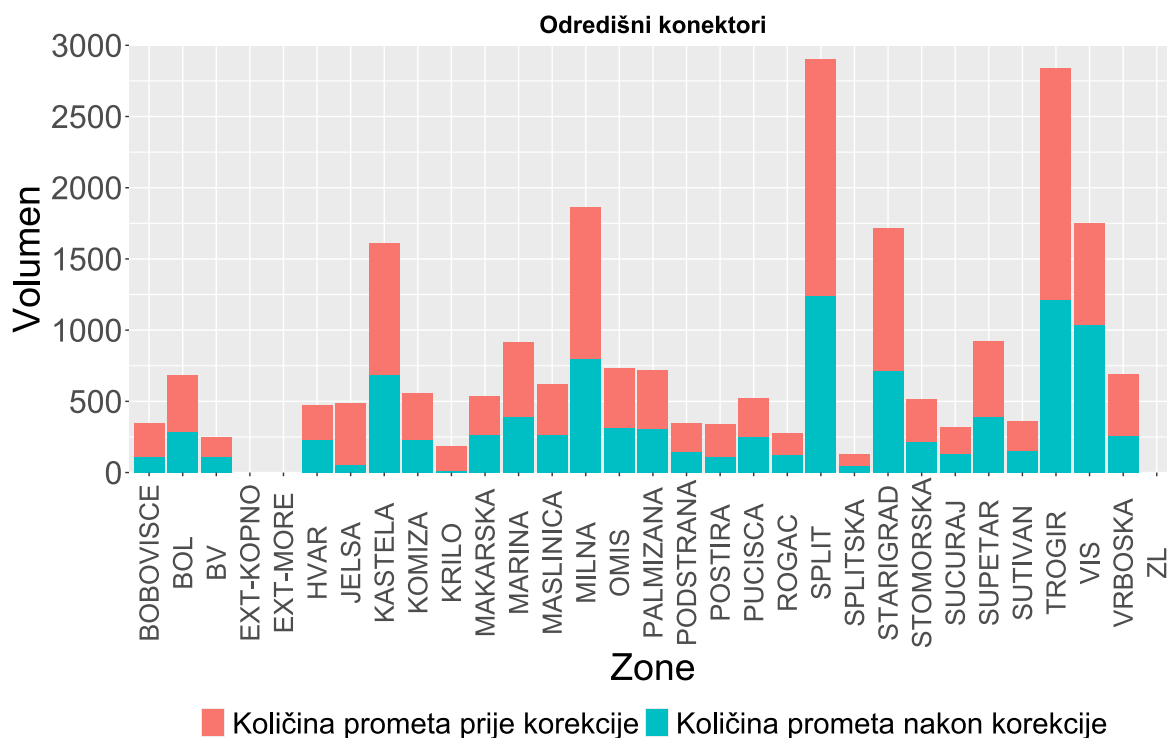


Slika P5- 13: Rezultati prometnih opterećenja na *linkovima* nakon dodjeljivanja putovanja na mrežu nakon provedene korekcije - dio mreže jugoistok

Izvor: autorica



Slika P5- 14: Volumen prometa na izvorišnom konektoru prije i nakon korekcije
 Izvor: autorica



Slika P5- 15: Volumen prometa na odredišnim konektorima prije i nakon korekcije

Izvor: autorica

Prilog 5.7. Prikaz vrijednosti rezultata dobivenih po zonama, *linkovima* i OD parovima

U ovom dijelu prikazane su numeričke vrijednosti dijela rezultata koji su dobiveni modelom, a odnose se na kreirane *linkove*, količinu prometa na pojedinim *linkovima*, kao i rezultati odabranih parametara putovanja po OD parovima

Tablica P5- 7: Prikaz dijela dobivenih vrijednosti za odabrane attribute na prilaznim *linkovima*

Izvor: autorica

Broj linka	Od čvorišta	Do čvorišta	Tip linka	Prijevozni sustavi kojima je dopušteno prometovanje navedenim linkom	Duljina linka	Količina prometa
819	528	28	1	CH,OP,TBK	0,534746	1490
614	626	246	1	CH,OP,TBK	0,611476	1478
155	191	200	1	CH,OP,TBK	0,064442	1298
786	218	191	1	CH,OP,TBK	0,267122	1298
786	191	218	1	CH,OP,TBK	0,267122	777
490	530	531	1	CH,OP,TBK	0,643469	754
150	182	181	1	CH,OP,TBK	0,067163	736
176	534	182	1	CH,OP,TBK	0,074424	736

784	200	231	1	CH,OP,TBK	0,057717	736
520	556	557	1	CH,OP,TBK	1,340493	649
167	202	200	1	CH,OP,TBK	0,112377	611
495	530	533	1	CH,OP,TBK	0,605691	611
167	200	202	1	CH,OP,TBK	0,112377	562
495	533	530	1	CH,OP,TBK	0,605691	562
589	606	607	1	CH,OP,TBK	0,504735	512
816	616	26	1	CH,OP,TBK	0,258189	488
898	28	616	1	CH,OP,TBK	0,326734	484
241	274	275	1	CH,OP,TBK	0,15428	475
242	273	274	1	CH,OP,TBK	0,128983	475
203	250	246	1	CH,OP,TBK	0,968071	462
614	246	626	1	CH,OP,TBK	0,611476	462
879	754	744	1	CH,OP,TBK	0,360276	404
879	744	754	1	CH,OP,TBK	0,360276	392
565	577	593	1	CH,OP,TBK	0,871463	385
931	770	331	1	CH,OP,TBK	0,594462	357
819	28	528	1	CH,OP,TBK	0,534746	291
943	604	538	1	CH,OP,TBK	4,719194	267
390	433	435	1	CH,OP,TBK	0,302108	267
241	275	274	1	CH,OP,TBK	0,15428	265
242	274	273	1	CH,OP,TBK	0,128983	265
386	724	433	1	CH,OP,TBK	0,568349	257
845	734	733	1	CH,OP,TBK	0,51669	249
330	373	372	1	CH,OP,TBK	1,379244	248
331	372	371	1	CH,OP,TBK	0,207031	248
931	331	770	1	CH,OP,TBK	0,594462	246
505	552	553	1	CH,OP,TBK	0,124253	229
386	433	724	1	CH,OP,TBK	0,568349	208
927	480	478	1	CH,OP,TBK	0,209036	205
246	304	305	1	CH,OP,TBK	0,336033	191
637	541	339	1	CH,OP,TBK	0,148319	179
559	559	557	1	CH,OP,TBK	0,712527	178
176	182	534	1	CH,OP,TBK	0,074424	166
784	231	200	1	CH,OP,TBK	0,057717	166
848	733	736	1	CH,OP,TBK	0,504156	161
854	742	741	1	CH,OP,TBK	0,092337	153
296	361	363	1	CH,OP,TBK	1,352528	151
577	598	599	1	CH,OP,TBK	0,185393	148
505	553	552	1	CH,OP,TBK	0,124253	140
331	371	372	1	CH,OP,TBK	0,207031	140
330	372	373	1	CH,OP,TBK	1,379244	140
885	757	756	1	CH,OP,TBK	0,361818	131
833	727	729	1	CH,OP,TBK	0,457884	130
750	720	721	1	CH,OP,TBK	0,121614	128

490	531	530	1	CH,OP,TBK	0,643469	125
715	700	701	1	CH,OP,TBK	0,083946	112
750	721	720	1	CH,OP,TBK	0,121614	112
854	741	742	1	CH,OP,TBK	0,092337	111
833	729	727	1	CH,OP,TBK	0,457884	110
305	368	367	1	CH,OP,TBK	0,214687	106
747	718	363	1	CH,OP,TBK	0,194387	106
762	425	339	1	CH,OP,TBK	0,100619	99
892	760	758	1	CH,OP,TBK	0,198882	98
930	770	332	1	CH,OP,TBK	0,582059	97
291	339	340	1	CH,OP,TBK	0,121815	94
744	350	352	1	CH,OP,TBK	0,36569	94
892	758	760	1	CH,OP,TBK	0,198882	87
816	26	616	1	CH,OP,TBK	0,258189	80
305	367	368	1	CH,OP,TBK	0,214687	79
644	643	644	1	CH,OP,TBK	0,339809	77
850	738	739	1	CH,OP,TBK	0,352314	71
747	363	718	1	CH,OP,TBK	0,194387	71
848	736	733	1	CH,OP,TBK	0,504156	65
850	739	738	1	CH,OP,TBK	0,352314	47
943	538	604	1	CH,OP,TBK	4,719194	47
845	733	734	1	CH,OP,TBK	0,51669	37
310	395	393	1	CH,OP,TBK	0,665644	36
898	616	28	1	CH,OP,TBK	0,326734	36
454	485	478	1	CH,OP,TBK	0,221123	34
644	644	643	1	CH,OP,TBK	0,339809	33
637	339	541	1	CH,OP,TBK	0,148319	32
291	340	339	1	CH,OP,TBK	0,121815	28
744	352	350	1	CH,OP,TBK	0,36569	28
885	756	757	1	CH,OP,TBK	0,361818	24
310	393	395	1	CH,OP,TBK	0,665644	24
821	498	502	1	CH,OP,TBK	0,156207	22

Tablica P5- 8: Prikaz dijela dobivenih vrijednosti za odabrane atribute na *linkovima* u manevriranju

Izvor: autorica

Broj linka	Od čvorišta	Do čvorišta	Tip linka	Prijevozni sustavi kojima je dopušteno prometovanje navedenim linkom	Duljina linka	Količina prometa
1240	912	222	3	CH,OP,TBK	0,166267379	2748
615	222	626	3	CH,OP,TBK	0,139401144	1478

496	928	530	3	CH,OP,TBK	0,724975108	1365
861	222	218	3	CH,OP,TBK	0,201825127	1298
1240	222	912	3	CH,OP,TBK	0,166267379	1211
1236	559	991	3	CH,OP,TBK	0,683576708	1034
932	770	330	3	CH,OP,TBK	0,29629129	796
861	218	222	3	CH,OP,TBK	0,201825127	777
633	164	606	3	CH,OP,TBK	0,585008722	715
496	530	928	3	CH,OP,TBK	0,724975108	687
559	557	559	3	CH,OP,TBK	0,712527419	649
243	272	273	3	CH,OP,TBK	0,163455146	475
1191	941	272	3	CH,OP,TBK	0,046158029	475
615	626	222	3	CH,OP,TBK	0,139401144	462
932	330	770	3	CH,OP,TBK	0,29629129	454
878	743	754	3	CH,OP,TBK	0,678190314	404
1238	859	743	3	CH,OP,TBK	0,507345768	404
244	304	321	3	CH,OP,TBK	0,172048207	393
878	754	743	3	CH,OP,TBK	0,678190314	392
1238	743	859	3	CH,OP,TBK	0,507345768	392
562	593	559	3	CH,OP,TBK	0,803703142	385
846	733	735	3	CH,OP,TBK	0,205334391	311
390	435	433	3	CH,OP,TBK	0,302107746	311
863	462	73	3	CH,OP,TBK	0,299152146	308
863	73	462	3	CH,OP,TBK	0,299152146	288
1231	339	1005	3	CH,OP,TBK	0,070511461	287
243	273	272	3	CH,OP,TBK	0,163455146	265
1191	272	941	3	CH,OP,TBK	0,046158029	265
295	363	364	3	CH,OP,TBK	0,458357099	257
1189	364	944	3	CH,OP,TBK	0,193059484	257
332	371	369	3	CH,OP,TBK	0,234416191	248
1235	562	1009	3	CH,OP,TBK	0,103477317	231
504	553	672	3	CH,OP,TBK	0,150771991	229
1237	672	993	3	CH,OP,TBK	0,10138437	229
470	478	476	3	CH,OP,TBK	0,186040271	213
846	735	733	3	CH,OP,TBK	0,205334391	204
1236	991	559	3	CH,OP,TBK	0,683576708	196
244	321	304	3	CH,OP,TBK	0,172048207	191
150	181	182	3	CH,OP,TBK	0,067163254	166
853	741	1000	3	CH,OP,TBK	0,087378024	153
470	476	478	3	CH,OP,TBK	0,186040271	150
799	599	562	3	CH,OP,TBK	0,236025178	148
944	773	774	3	CH,OP,TBK	0,095576513	145
504	672	553	3	CH,OP,TBK	0,150771991	140
1237	993	672	3	CH,OP,TBK	0,10138437	140
332	369	371	3	CH,OP,TBK	0,234416191	140
884	756	755	3	CH,OP,TBK	0,279739269	131

1232	1006	727	3	CH,OP,TBK	0,159730432	130
749	719	720	3	CH,OP,TBK	0,169453327	128
1233	509	943	3	CH,OP,TBK	0,522964535	122
1231	1005	339	3	CH,OP,TBK	0,070511461	113
706	699	700	3	CH,OP,TBK	0,133967596	112
749	720	719	3	CH,OP,TBK	0,169453327	112
853	1000	741	3	CH,OP,TBK	0,087378024	111
1232	727	1006	3	CH,OP,TBK	0,159730432	110
889	758	750	3	CH,OP,TBK	0,197865218	107
743	352	368	3	CH,OP,TBK	0,099931915	106
944	774	773	3	CH,OP,TBK	0,095576513	106

Tablica P5- 9: Prikaz dijela dobivenih vrijednosti za odabrane attribute na *linkovima* u slobodnoj plovidbi

Broj linka	Od čvorišta	Do čvorišta	Tip linka	Prijevozni sustavi kojima je dopušteno prometovanje navedenim linkom	Duljina linka	Količina prometa
203	246	250	2	CH,OP,TBK	0,968071	1478
221	250	254	2	CH,OP,TBK	2,730764	1096
155	200	191	2	CH,OP,TBK	0,064442	777
782	531	528	2	CH,OP,TBK	7,083605	754
151	181	528	2	CH,OP,TBK	7,216515	736
785	231	534	2	CH,OP,TBK	7,873414	736
124	604	164	2	CH,OP,TBK	5,486416	715
668	664	277	2	CH,OP,TBK	8,409349	664
669	254	664	2	CH,OP,TBK	2,322251	618
773	608	604	2	CH,OP,TBK	15,72163	614
1223	533	202	2	CH,OP,TBK	11,44473	611
792	277	275	2	CH,OP,TBK	0,890401	567
1223	202	533	2	CH,OP,TBK	11,44473	562
930	332	770	2	CH,OP,TBK	0,582059	550
780	299	608	2	CH,OP,TBK	4,545902	538
915	275	556	2	CH,OP,TBK	36,26551	533
590	607	604	2	CH,OP,TBK	5,562698	512

612	254	625	2	CH,OP,TBK	2,049902	502
838	625	519	2	CH,OP,TBK	16,48689	502
136	26	498	2	CH,OP,TBK	0,185625	457
922	744	768	2	CH,OP,TBK	1,038592	404
924	768	767	2	CH,OP,TBK	2,258515	404
897	498	328	2	CH,OP,TBK	0,103349	396
812	328	332	2	CH,OP,TBK	19,26565	393
246	305	304	2	CH,OP,TBK	0,336033	393
922	768	744	2	CH,OP,TBK	1,038592	392
924	767	768	2	CH,OP,TBK	2,258515	392
652	401	458	2	CH,OP,TBK	0,299044	384
949	250	767	2	CH,OP,TBK	5,052193	382
620	543	627	2	CH,OP,TBK	13,40765	367
869	627	577	2	CH,OP,TBK	1,104308	367
770	331	401	2	CH,OP,TBK	2,366642	357
949	767	250	2	CH,OP,TBK	5,052193	339
928	519	480	2	CH,OP,TBK	0,500936	326
417	458	299	2	CH,OP,TBK	3,608108	308
248	498	305	2	CH,OP,TBK	15,61467	300
414	456	299	2	CH,OP,TBK	2,614466	288
632	604	633	2	CH,OP,TBK	7,171418	254
796	633	628	2	CH,OP,TBK	6,098768	254
641	628	462	2	CH,OP,TBK	3,845929	250
844	708	734	2	CH,OP,TBK	4,285623	249
652	458	401	2	CH,OP,TBK	0,299044	247
919	764	165	2	CH,OP,TBK	4	247
920	519	764	2	CH,OP,TBK	4,58909	247
770	401	331	2	CH,OP,TBK	2,366642	246
417	299	458	2	CH,OP,TBK	3,608108	245
792	275	277	2	CH,OP,TBK	0,890401	245
710	480	456	2	CH,OP,TBK	5,104142	240
506	551	552	2	CH,OP,TBK	1,569966	229

507	550	551	2	CH,OP,TBK	2,247122	229
871	547	550	2	CH,OP,TBK	3,527357	229
126	165	608	2	CH,OP,TBK	1,508397	214
626	462	543	2	CH,OP,TBK	7,105624	211
753	556	547	2	CH,OP,TBK	10,72526	201
781	498	299	2	CH,OP,TBK	15,13259	199
793	277	628	2	CH,OP,TBK	27,45647	198
716	701	708	2	CH,OP,TBK	4,087324	190
321	707	382	2	CH,OP,TBK	1,661527	184
760	618	541	2	CH,OP,TBK	0,511117	179
520	557	556	2	CH,OP,TBK	1,340493	178
721	498	711	2	CH,OP,TBK	4,350513	175
847	711	708	2	CH,OP,TBK	13,63288	171
752	382	724	2	CH,OP,TBK	15,03062	169
151	528	181	2	CH,OP,TBK	7,216515	166
785	534	231	2	CH,OP,TBK	7,873414	166
740	419	361	2	CH,OP,TBK	6,944783	160
927	478	480	2	CH,OP,TBK	0,209036	158
902	334	332	2	CH,OP,TBK	1,914041	157
887	736	373	2	CH,OP,TBK	8,923239	157
761	538	618	2	CH,OP,TBK	7,978522	155
855	498	742	2	CH,OP,TBK	13,0045	153
578	597	598	2	CH,OP,TBK	0,636632	148
942	165	543	2	CH,OP,TBK	16,4248	147
724	373	707	2	CH,OP,TBK	6,856881	147
506	552	551	2	CH,OP,TBK	1,569966	140
507	551	550	2	CH,OP,TBK	2,247122	140
871	550	547	2	CH,OP,TBK	3,527357	140
753	547	556	2	CH,OP,TBK	10,72526	139
126	608	165	2	CH,OP,TBK	1,508397	138
669	664	254	2	CH,OP,TBK	2,322251	136
886	393	757	2	CH,OP,TBK	41,1157	131

668	277	664	2	CH,OP,TBK	8,409349	127
782	528	531	2	OP,TBK	7,083605	125
664	628	597	2	CH,OP,TBK	5,596419	124
221	254	250	2	CH,OP,TBK	2,730764	123
946	773	701	2	CH,OP,TBK	6,319631	118
835	729	334	2	CH,OP,TBK	2,482983	116
751	721	373	2	CH,OP,TBK	9,316099	111
855	742	498	2	CH,OP,TBK	13,0045	111
670	538	419	2	CH,OP,TBK	7,358726	108
746	367	718	2	CH,OP,TBK	1,813431	106
248	305	498	2	CH,OP,TBK	15,61467	104
872	433	430	2	CH,OP,TBK	0,50538	104
851	739	721	2	CH,OP,TBK	1,861425	103
524	628	543	2	CH,OP,TBK	4,572357	101
945	498	774	2	CH,OP,TBK	8,279042	101

Tablica P5- 10. Prikaz dijela rezultata parametara putovanja po *OD* parovima

Izvor: autorica

Naziv ishodišne zone	Naziv odredišne zone	Količina prometna	t0	v0	tCur	Impedancija	Ukupna udaljenost između zona
KASTELA	TROGIR	599,426	0,047443735	12 km/h	0,047443735	409914	14,009 km
TROGIR	SPLIT	563,433	0,042658534	17 km/h	0,042658534	368570	17,209 km
TROGIR	KASTELA	554,395	0,047443735	12 km/h	0,047443735	409914	14,009 km
KASTELA	SPLIT	437,538	0,030721121	13 km/h	0,030721121	265431	9,519 km
TROGIR	MARINA	373,354	0,044968437	11 km/h	0,044968437	388526	12,187 km
MARINA	TROGIR	325,879	0,047433432	11 km/h	0,047433432	409824	12,187 km
TROGIR	VIS	269,010	0,138237245	17 km/h	0,138237245	1194369	55,917 km
SPLIT	MILNA	265,298	0,046730065	19 km/h	0,046730065	403748	21,199 km
TROGIR	MASLINICA	234,193	0,043703517	17 km/h	0,043703517	377598	17,312 km
MASLINICA	VIS	220,339	0,103465231	16 km/h	0,103465231	893939	40,178 km
MILNA	STARIGRAD	182,019	0,082341883	17 km/h	0,082341883	711433	34,048 km
VIS	KOMIZA	177,917	0,058581335	15 km/h	0,058581335	506142	21,681 km
PALMIZANA	VIS	161,017	0,090665137	11 km/h	0,090665137	783347	24,824 km
SPLIT	SUPETAR	158,908	0,03739019	19 km/h	0,03739019	323051	16,795 km
TROGIR	MILNA	154,126	0,090983098	18 km/h	0,090983098	786094	39,163 km
SPLIT	TROGIR	145,610	0,04304721	17 km/h	0,04304721	371928	17,209 km
TROGIR	STARIGRAD	140,452	0,128435314	18 km/h	0,128435314	1109680	55,537 km
STARIGRAD	BOL	139,446	0,055334883	15 km/h	0,055334883	478093	19,737 km

KOMIZA	VIS	138,766	0,067634254	13 km/h	0,067634254	584359	21,681 km
MASLINICA	TROGIR	110,904	0,046168512	16 km/h	0,046168512	398896	17,312 km
SPLIT	STARIGRAD	108,881	0,093988291	19 km/h	0,093988291	812058	42,290 km
SPLIT	KASTEla	107,548	0,030721121	13 km/h	0,030721121	265431	9,519 km
TROGIR	STOMORSKA	106,701	0,058285135	17 km/h	0,058285135	503583	24,396 km
STARIGRAD	PALMIZANA	100,890	0,064456745	15 km/h	0,064456745	556907	23,848 km
MAKARSKA	BV	96,881	0,030787489	14 km/h	0,030787489	266003	10,271 km
OMIS	PUCISCA	94,306	0,034468245	14 km/h	0,034468245	297805	11,556 km
STARIGRAD	VIS	91,962	0,121079979	14 km/h	0,121079979	1046132	41,375 km
STARIGRAD	VRBOSKA	89,320	0,084967595	13 km/h	0,084967595	734120	27,338 km
BOBOVISCE	MILNA	88,879	0,024047493	11 km/h	0,024047493	207771	6,309 km
KASTEla	MILNA	88,752	0,083198944	15 km/h	0,083198944	718840	30,477 km
BV	MAKARSKA	86,017	0,030787489	14 km/h	0,030787489	266003	10,271 km
MAKARSKA	SUCURAJ	81,755	0,161835247	19 km/h	0,161835247	1398258	72,527 km
MAKARSKA	BOL	76,921	0,068592381	18 km/h	0,068592381	592638	30,150 km
PALMIZANA	HVAR	76,876	0,054650965	3 km/h	0,054650965	472183	4,454 km
SPLIT	SUTIVAN	76,832	0,029358785	20 km/h	0,029358785	253659	13,930 km
PODSTRANA	SUPETAR	73,005	0,028246246	18 km/h	0,028246246	244047	12,081 km
TROGIR	SUPETAR	68,457	0,085796482	16 km/h	0,085796482	741282	33,764 km
TROGIR	PALMIZANA	64,503	0,109806537	18 km/h	0,109806537	948728	47,396 km
BOL	VRBOSKA	63,429	0,044318171	14 km/h	0,044318171	382909	15,371 km
SPLIT	OMIS	63,362	0,052204865	19 km/h	0,052204865	451050	23,669 km
PUCISCA	MAKARSKA	61,595	0,068373889	16 km/h	0,068373889	590750	26,365 km
SUPETAR	SPLIT	61,563	0,03739019	19 km/h	0,03739019	323051	16,795 km
SPLIT	PODSTRANA	54,155	0,019142585	20 km/h	0,019142585	165392	9,058 km
KASTEla	SUPETAR	53,161	0,073859069	15 km/h	0,073859069	638143	26,074 km
PODSTRANA	SPLIT	52,478	0,019142585	20 km/h	0,019142585	165392	9,058 km
STARIGRAD	HVAR	51,455	0,071369471	15 km/h	0,071369471	616633	26,324 km
SUTIVAN	SPLIT	49,944	0,029358785	20 km/h	0,029358785	253659	13,930 km
PODSTRANA	OMIS	48,505	0,03596923	18 km/h	0,03596923	310774	15,551 km
STOMORSKA	MILNA	48,095	0,039361591	17 km/h	0,039361591	340085	15,677 km
MILNA	VRBOSKA	48,031	0,125922601	13 km/h	0,125922601	1087972	38,048 km
MILNA	BOBOVISCE	47,064	0,025529588	10 km/h	0,025529588	220576	6,309 km
POSTIRA	PUCISCA	44,144	0,033005749	15 km/h	0,033005749	285170	11,526 km
KRILO	OMIS	43,359	0,025133652	16 km/h	0,025133652	217155	9,538 km
MILNA	VIS	43,045	0,129540833	15 km/h	0,129540833	1119233	47,242 km
OMIS	MAKARSKA	42,829	0,081573397	17 km/h	0,081573397	704793	34,205 km
PUCISCA	OMIS	41,252	0,034468245	14 km/h	0,034468245	297805	11,556 km
MASLINICA	PALMIZANA	40,448	0,078744529	18 km/h	0,078744529	680352	33,438 km
TROGIR	ROGAC	39,365	0,076724224	17 km/h	0,076724224	662897	31,257 km
STOMORSKA	STARIGRAD	37,713	0,07890104	17 km/h	0,07890104	681705	33,052 km
SPLIT	ROGAC	36,611	0,041472844	17 km/h	0,041472844	358326	16,797 km
KASTEla	STARIGRAD	36,425	0,13045717	16 km/h	0,13045717	1127150	51,569 km
PALMIZANA	STARIGRAD	33,625	0,092734003	14 km/h	0,092734003	801221	31,684 km
SPLIT	STOMORSKA	33,324	0,037587716	19 km/h	0,037587716	324758	16,711 km
TROGIR	SUTIVAN	33,099	0,077765077	17 km/h	0,077765077	671890	30,899 km
TROGIR	HVAR	32,897	0,116719263	18 km/h	0,116719263	1008454	49,873 km

HVAR	PALMIZANA	32,748	0,020199444	9 km/h	0,020199444	174523	4,454 km
SPLITSKA	POSTIRA	32,016	0,009583124	12 km/h	0,009583124	82799	2,682 km
PODSTRANA	MILNA	31,016	0,056593505	17 km/h	0,056593505	488968	22,854 km
MASLINICA	STARIGRAD	30,351	0,118385142	17 km/h	0,118385142	1022847	48,681 km
SUPETAR	PODSTRANA	29,187	0,028246246	18 km/h	0,028246246	244047	12,081 km
BOL	STARIGRAD	28,102	0,060964348	13 km/h	0,060964348	526731	19,741 km
SUPETAR	OMIS	27,932	0,064099736	18 km/h	0,064099736	553821	27,489 km
TROGIR	OMIS	27,296	0,100611157	17 km/h	0,100611157	869281	40,638 km
VRBOSKA	JELSA	25,844	0,017509991	8 km/h	0,017509991	151286	3,312 km
SPLIT	VIS	25,749	0,141187242	16 km/h	0,141187242	1219858	55,484 km
KASTELA	SUTIVAN	25,703	0,065827664	15 km/h	0,065827664	568751	23,209 km
VRBOSKA	BOL	25,567	0,044318171	14 km/h	0,044318171	382909	15,371 km
TROGIR	PODSTRANA	23,330	0,067548877	16 km/h	0,067548877	583623	26,027 km
POSTIRA	SPLITSKA	22,417	0,009583124	12 km/h	0,009583124	82799	2,682 km
MILNA	BOL	21,262	0,089176831	14 km/h	0,089176831	770488	29,410 km
KASTELA	OMIS	21,197	0,088673744	15 km/h	0,088673744	766142	32,947 km
SPLIT	PALMIZANA	20,907	0,088593742	19 km/h	0,088593742	765450	39,779 km
MASLINICA	HVAR	20,629	0,085657255	17 km/h	0,085657255	740078	35,914 km
MARINA	VIS	20,436	0,152726205	16 km/h	0,152726205	1319553	58,091 km
MILNA	STOMORSKA	20,366	0,039893858	16 km/h	0,039893858	344683	15,677 km
POSTIRA	MAKARSKA	20,048	0,0801109	18 km/h	0,0801109	692158	34,175 km