

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

Antonija Mišura

**PRILOG OPTIMIZACIJI SUSTAVA
OBALNOG LINIJSKOG
POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

Antonija Mišura

**PRILOG OPTIMIZACIJI SUSTAVA
OBALNOG LINIJSKOG
POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Ana Perić Hadžić

Komentor: Doc. dr. sc. Marko Gulić

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF MARITIME STUDIES

Antonija Mišura

**CONTRIBUTION TO OPTIMIZATION
OF THE COASTAL LINER MARITIME
PASSENGER TRANSPORT SYSTEM**

DOCTORAL DISSERTATION

Mentor: Assoc. prof. Ana Perić Hadžić

Co-mentor: Assis. prof. Marko Gulić

Rijeka, 2023.

Mentor doktorske disertacije: izv. prof. dr. sc. Ana Perić Hadžić

Komentor: doc. dr. sc. Marko Gulić

Doktorska disertacija obranjena je dana _____ na

Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci pred povjerenstvom u sastavu:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

ZAHVALA

Ovom prilikom zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Perić Hadžić na razumijevanju, kolegijalnom stavu i jasnim smjernicama u izradi ove doktorske disertacije te komentoru doc. dr. sc. Marku Guliću na poticanju početne ideje istraživanja, korisnim savjetima pri provedbi istraživanja i oblikovanju rezultata istraživanja. Njihovi savjeti, znanje i motivacija su uvelike utjecali na realizaciju ovog rada.

Hvala svima koji su mi pomogli tijekom provedbe istraživanja, pogotovo hvala prof. dr. sc. Damiru Vukičeviću čiji su pravovremeni savjeti omogućili pronalaženje rješenja u brojnim nedoumicama i pitanjima.

Zahvaljujem Pomorskom fakultetu u Splitu, posebno dekanu prof. dr. sc. Peri Vidanu, na podršci tijekom pohađanja poslijediplomskog studija i rada na doktorskoj disertaciji.

Veliko hvala izv. prof. dr. sc. Ivanu Komaru na strpljenju, razumijevanju i očinskoj brizi u radu i životu. Njegovo vječno pitanje „Što je s tim doktoratom?“ bi me nekad nasmijalo, nekad potaklo na razmišljanje, a nekad iznerviralo, ali u svakom trenu sam znala da iza tog pitanja stoji samo želja za mojim napredovanjem.

Iskazujem zahvalnost mojim roditeljima i obitelji. Ipak su oni moj pokretač i snaga.

I na kraju, hvala Teu na podršci u svakom trenu, a nije uvijek bilo lako sa mnom...

SAŽETAK

Temeljni uvjet za uspješan gospodarski razvoj svake suvremene države je učinkovit prometni sustav. Pomorske države, u okviru učinkovitog prometnog sustava, dodatno se suočavaju i sa složenim pitanjem prometne povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno. Što je indeks razvedenosti obale veći, to je pitanje prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno izraženiji. Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno, utjecaj istog na gospodarski razvoj i demografsku sliku otoka te kvalitetu života otočnog stanovništva tema je obrađivana od brojnih znanstvenika, ali područje optimizacije u pomorskoputničkom prometu, s naglaskom na optimalnu iskoristivost postojećih resursa sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, nije dovoljno istraženo. Ovom doktorskom disertacijom predstavlja se prilog optimizaciji u pomorskoputničkom prometu. Glavni cilj istraživanja je oblikovanje modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Model odgovarajućim algoritmima i metodama teorije grafova određuje optimalan raspored brodova unutar postojeće mreže brodskih linija. Na ovaj način postiže se veća učinkovitost postojeće prometne povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno te se stvaraju preduvjeti za unapređenje i dugoročnu održivost sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta. Stoga je očekivani znanstveni doprinos doktorske disertacije u sustavnoj analizi obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, analizi prometne i pomorske politike na području Europske unije, definiranju baznih kriterija pri sparivanju broda i brodske linije te izradi i primjeni modela optimizacije sustava s ciljem unapređenja i stvaranja preduvjeta za održivi razvoj istog. Razvijeni model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa primjenjiv je u pomorskom prometu za subjekte koji kreiraju politiku održivog prometnog razvitka kao što su država i brodari. Država može ovaj model koristiti pri odabiru najoptimalnijeg broda za određenu brodsku liniju što utječe na racionalnije financiranje državnih brodskih linija i daljnje ulaganje u razvoj sustava dok brodari korištenjem ovog modela mogu efikasnije iskoristiti svoje resurse s ciljem što boljeg pozicioniranja na tržištu.

Ključne riječi: pomorskoputnički promet, prometna povezanost, optimizacija, dugoročno održivi razvitak

ABSTRACT

A fundamental condition for the successful economic development of any modern country is an efficient transport system. Within the framework of an efficient transport system, maritime countries additionally face the complex problem of transport connection between islands and the mainland as well as between islands. The higher the coast indentation index, the more pronounced the problem of the traffic connection between the islands and the mainland. The transport connection of the island with the mainland and between the islands, its influence on the economic development and demographic profile of the island, and the quality of life of the island population is a topic that has been addressed by numerous scientists. However, the field of optimization in maritime passenger transport, with an emphasis on the optimal utilization of the existing resources of the coastal liner maritime passenger transport system, has not been sufficiently researched. This doctoral dissertation gives a contribution to the optimization of maritime passenger transport. The main goal of the research is to create a model for the optimization of the coastal liner maritime passenger transport system. The model uses appropriate algorithms and graph theory to determine the optimal arrangement and distribution of ships within the existing liner network. In this way, a higher efficiency of the existing transport connection between the island and the mainland and between the islands will be achieved, and conditions for the improvement and long-term sustainability of the coastal liner maritime passenger transport system from an ecological, a social and an economic point of view will be created. Therefore, the expected scientific contribution of this doctoral dissertation is the systematic analysis of the coastal liner maritime passenger transport system, the analysis of the transport and maritime policies in the European Union, the definition of basic criteria for matching a ship with a shipping line, and the creation and application of a system optimization model with the aim of improving and creating preconditions for the sustainable development of the coastal liner maritime passenger transport system. The developed optimization model for the coastal liner passenger transport system is applicable in maritime transport for entities that create a policy of sustainable transport development, such as the state and shipping companies. The state can use this model in the selection of the most optimal ship for a given shipping line, which has an impact on more rational financing of the state shipping lines and further investment in the development of the system, while the shippers using this model can use their resources more efficiently to better position themselves in the market.

Keywords: maritime passenger traffic, transport connection, optimization, long-term sustainable development

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA.....	2
1.2. ZNANSTVENA HIPOTEZA I POMOĆNE HIPOTEZE	3
1.3. SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA.....	4
1.4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	5
1.5. ZNANSTVENE METODE ISTRAŽIVANJA	8
1.6. OBRAZLOŽENJE STRUKTURE RADA	10
1.7. OČEKIVANI ZNANSTVENI DOPRINOS I PRIMJENA REZULTATA.....	12
2. ZNAČAJKE POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA.....	13
2.1. POJAM POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	14
2.2. VRSTE POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA.....	15
2.2.1. Linijski pomorskoputnički promet	16
2.2.2. Turistički pomorskoputnički promet.....	18
2.2.3. Pomorskoputnički promet prema zemljopisnom obuhvatu.....	19
2.3. POVIJESNI RAZVOJ POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	19
3. TRENDOVI U RAZVOJU SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	22
3.1. PROMETNA I POMORSKA POLITIKA.....	23
3.1.1. Prometna i pomorska politika Europske unije	25
3.1.2. Pomorska kabotaža u Europskoj uniji.....	31
3.1.3. Javne subvencije kao naknada za obveze javne usluge.....	32
3.2. ANALIZA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PODRUČJU EUROPSKE UNIJE	33
3.2.1. Obalni linijski pomorskoputnički promet Italije	35
3.2.2. Obalni linijski pomorskoputnički promet Grčke.....	38
3.2.3. Obalni linijski pomorskoputnički promet Hrvatske	41

4. ODRŽIVI RAZVOJ OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA.	46
4.1. POJAM ODRŽIVOG RAZVOJA U PROMETU.....	46
4.2. ELEMENTI ODRŽIVOSTI OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA.....	47
4.2.1. Društvena održivost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.....	48
4.2.2. Ekološka održivost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa	49
4.2.3. Ekonomska održivost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa	53
5. PRIJEDLOG OPĆEG MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	55
5.1. CILJ OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	55
5.2. KRITERIJI OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	61
5.2.1. Prvi kriterij optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa - potrošnja pogonske energije.....	61
5.2.2. Drugi kriterij optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa – dostupnost brodova	61
5.3. TEORIJSKE ODREDNICE ZA IZRADU MODELA OPTIMIZACIJE OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA.....	62
5.3.1. Važnije značajke modela i modeliranja	63
5.3.2. Metodologija za izradu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.....	68
5.4. RAZINE OBLIKOVANJA MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA	79
5.4.1. Prva razina oblikovanja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa - s aspekta potrošnje pogonske energije.....	80
5.4.2. Druga razina oblikovanja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa – s aspekta dostupnosti brodova.....	84
5.4.3. Treća razina oblikovanja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa – kompromisni pristup	88

6. TESTIRANJE MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PRIMJERU REPUBLIKE HRVATSKE	93
6.1. ZNAČAJKE I CILJEVI PROMETNE I POMORSKE POLITIKE REPUBLIKE HRVATSKE.....	93
6.2. ANALIZA SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA U REPUBLICI HRVATSKOJ	97
6.2.1. Pravni okvir sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj	104
6.2.2. Organizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj	120
6.2.3. Analiza i ocjena stanja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj.....	123
6.3. OBLIKOVANJE MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PRIMJERU REPUBLIKE HRVATSKE ..	138
6.3.1. Optimalan raspored brodova s posljedicom manje potrošnje energije.....	139
6.3.2. Optimalan raspored brodova s aspekta dostupnosti brodova	159
6.3.3. Kompromisni pristup optimalnom rasporedu brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa	166
7. PRIJEDLOG AKTIVNOSTI ZA IMPLEMENTACIJU PREDLOŽENOG MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA.....	180
8. ZAKLJUČAK	185
LITERATURA	192
POPIS TABLICA.....	206
POPIS GRAFOVA.....	209
POPIS SHEMA	212
POPIS SLIKA	212
ŽIVOTOPIS	213

1. UVOD

Obalni linijski pomorskoputnički promet je sustav od izrazitog značaja za sve pomorske države. Osnova sustava je učestala i pouzdana prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno, što je osnovni uvjet demografskih, ekonomskih i gospodarskih kretanja u cilju održivog razvoja i života na otocima. Život na otoku ima mnoge prednosti, ali i brojne ograničavajuće čimbenike zbog fizičke odvojenosti. Otočno stanovništvo mora imati sigurnu i čvrstu prometnu povezanost kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri umanjili nedostaci života na otoku. Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno složeno je pitanje te se s njim suočavaju sve pomorske države. Odgovarajućom zakonskom regulativom, strategijom gospodarskog razvoja i državnim programima potiče se učinkovit i održiv razvoj prometnog povezivanja otoka s kopnom kao i otoka međusobno, a učinkovit prometni sustav temeljni je uvjet za uspješan gospodarski razvoj svake suvremene države. Upravo ovom segmentu pridonosi primjena modela učinkovitijeg korištenja postojećih resursa u okviru obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, jer se time ostvaruje racionalizacija u iskoristivosti postojećih resursa i smanjena potrošnja pogonske energije što podrazumijeva smanjenu emisiju štetnih plinova i financijsko rasterećenje. Primjenom modela učinkovitijeg korištenja postojećih resursa u okviru obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa bi se omogućila dugoročna održivosti sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta.

Slijedom navedenog, ovom doktorskom disertacijom doprinosi se postizanju efikasnijeg sustava obalnog linijskog pomorskog prometa optimalnim rasporedom brodova s aspekta manje potrošnje energije odnosno manje emisije štetnih plinova u atmosferu, nižih operativnih varijabilnih troškova te s aspekta maksimalne dostupnosti i adekvatnosti brodova.

Uvodni dio doktorske disertacije sadrži slijedeće cjeline:

- 1) Problem, predmet i objekti istraživanja,
- 2) Znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze,
- 3) Svrha i cilj istraživanja,
- 4) Pregled dosadašnjih istraživanja,
- 5) Znanstvene metode istraživanja,
- 6) Obrazloženje strukture rada te
- 7) Očekivani znanstveni doprinosi i primjena rezultata istraživanja.

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA

Svaka pomorska država, koja u svom teritorijalnom sastavu ima otoke, teži uspostaviti funkcionalnog pomorskog sustava kako bi osigurala što bolju prometnu povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno. Što je obala razvedenija, problem prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno je izraženiji. Kroz sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa pokušava se osigurati stalna i čvrsta prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno. Obalnim linijskim pomorskoputničkim prometom upravlja država, jer je prometna povezanost otoka s kopnom kao i otoka međusobno osnovni preduvjet zadržavanja stanovništva na otocima te ostvarenja održivog razvoja otoka. Država ima obvezu svakom stanovniku, pa tako i otočanima, osigurati određeni standard života što je zbog prostorne karakteristike teže realizirati na otocima. Stanovnici otoka, s druge strane, ne smiju biti diskriminirani zbog života na određenom prostoru, a njihova kvaliteta života uvelike ovisi o prometnoj povezanosti s kopnom i otocima međusobno, jer jedino dobrom prometnom povezanošću mogu zadovoljiti svoje životne potrebe. Bez sigurne i učestale prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno nije moguće razvijati gospodarske i društvene aktivnosti na otoku što utječe na naseljenost otoka, standard života otočnog stanovništva, stopu nataliteta i stupanj razvijenosti otoka. Država kroz dugoročna planiranja i razvojne strategije te prometnu i pomorsku politiku kreira sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa adekvatnom skrbi kako o naseljenim otocima s izraženom gospodarskom i društvenom aktivnošću, tako i o otocima s niskim stupnjem naseljenosti gdje možda ima jedan ili dva stanovnika. Bez potpore države isto nije moguće realizirati, jer brodari ne mogu održavati brodske linije bez financijske isplativosti. Zato država sufinancira neprofitabilne brodske linije, koje su dio sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, ali i određuje vrste brodskih linija i njihovu učestalost. Također, državni aparat svojim aktivnostima može utjecati na nezadovoljavajuću razinu pomorskoprometne povezanosti kopna i otoka te otoka međusobno, izraženu sezonalnost, nedostatak brodskih kapacitet te zastarjelu i neracionalnu flotu. Ulaganjem u sve oblike pomorskoputničkog prometa i pripadajuću infrastrukturu ne pogoduje se samo razvoju otoka već se aktivno utječe i na bolje pozicioniranje pomorskih država. Iako je oblikovanje i realizacija sustava prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno od izuzetne važnosti, nije jednoznačno, jer uvelike ovisi o tradiciji, standardu države, pravnim okvirima te o prometnoj i pomorskoj politici. Koliko god postojale različitosti između pojedinih pomorskih država u realizaciji kvalitetne prometne povezanosti, jednako je izražena potreba za unapređenjem sustava. Prilog unapređenju sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog

prometa daje se kroz predloženi model optimizacije u ovoj doktorskoj disertaciji. Predloženim modelom optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa postići će se učinkovitije korištenje postojećih resursa s aspekta maksimalne iskoristivosti istih i smanjene potrošnje pogonske energije odnosno ravnoteže oba čimbenika. Na ovaj način se stvaraju preduvjeti za ostvarenje dugoročne održivosti sustava sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta. Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa će se testirati na primjeru Republike Hrvatske zbog izrazite razvedenosti obale.

U kontekstu iznesene problematike definira se **znanstveni problem istraživanja**:

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa od ključne je važnosti za svaku pomorsku državu, jer se njime objedinjuje prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno, što direktno utječe na održivost života na otocima i gospodarski razvoj otoka. Bez optimalnog rasporeda brodova, odnosno bez optimizacije po ključnim parametrima sustava, nije moguće postići efikasniji sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta manje potrošnje pogonske energije odnosno manje emisije štetnih plinova u atmosferu i nižih operativnih varijabilnih troškova, te s aspekta maksimalne dostupnosti i adekvatnosti brodova.

Slijedom navedenog, definira se **predmet znanstvenog istraživanja**: Sustavno istražiti i utvrditi čimbenike sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa te znanstveno utemeljeno formulirati rezultate istraživanja uz prijedlog modela optimalnog korištenja postojećih resursa unutar sustava. Putem matematičkih metoda (algoritam, teorija grafova) predlaže se efikasniji sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije i dostupnosti brodova gdje tek ravnoteža oba čimbenika daje optimalno rješenje. Odabrane su matematičke metode koje će dati jednostavan računalni način u realizaciji optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Znanstveni problem i predmet znanstvenog istraživanja odnose se na slijedeće **objekte znanstvenog istraživanja**: sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, brodske linije i brodovi.

1.2. ZNANSTVENA HIPOTEZA I POMOĆNE HIPOTEZE

Temeljem definiranog znanstvenog problema, predmeta i objekata istraživanja postavljena je osnovna znanstvena hipoteza istraživanja koja glasi:

Znanstveno utemeljenim spoznajama o sustavu obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, a vodeći računa o obilježjima plovila i potrebama brodskih linija, moguće je predložiti model učinkovitijeg korištenja postojećih resursa unutar samog sustava. Primjenom modela učinkovitijeg korištenja postojećih resursa bi se omogućila dugoročna održivosti sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta.

Tako postavljena temeljna znanstvena hipoteza implicira više pomoćnih hipoteza:

- PH 1. Optimalnim rasporedom brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uzrokuje se manja potrošnja energije.*
- PH 2. Optimalnim rasporedom brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uzrokuje se smanjena emisija štetnih plinova.*
- PH 3. Optimalnim rasporedom brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uzrokuje se smanjenje operativnih troškova unutar sustava.*
- PH 4. Optimalnim rasporedom brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa postiže se veći stupanj dostupnosti brodova korisnicima usluga.*

1.3. SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Učinkovit prometni sustav je temeljni uvjet za uspješan gospodarski razvoj svake suvremene države. Pomorske države dodatno se suočavaju i sa složenim pitanjem prometne povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno. Što je indeks razvedenosti obale veći, zahtjeva se veća angažiranost svih sudionika, a ponajviše države. Ulaganje u sve oblike pomorskoputničkog prometa i pripadajuću infrastrukturu ne pogoduje samo razvoju otoka već aktivno utječe i na bolje pozicioniranje pomorskih država. Kroz sustav obalnog linijskog pomorskog prometa pokušava se osigurati stalna i čvrsta prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno pa je nužno stvoriti preduvjete za njegovu dugoročnu održivost. Osim ulaganja u nove brodove i razvoj luka i lučke infrastrukture, što su dugoročni planovi, nužna je racionalizacija sustava koja bi se postigla optimalnim korištenjem postojećih resursa uz uvjet zadržavanja kvaliteta usluge. Osnovna funkcija optimizacije je dugoročna održivost sustava sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta. Slijedom navedenog ovom doktorskom disertacijom će se predstaviti

način optimizacije obalnog linijskog pomorskoputničkog sustava. Oblikovat će se model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa koji će korištenjem odgovarajućih diskretnih algoritama i metoda teorije grafova rasporediti brodove na optimalan način u odnosu na zahtjeve brodskih linija s aspekta potrošnje energije i tehničkih kriterija. Pretpostavlja se da optimalno rješenje rezultira ravnotežom oba čimbenika.

Svrha istraživanja je analizirati sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa i odrediti model optimizacije dostupnosti i korištenja brodova kako bi se smanjila potrošnja energije što direktno utječe na smanjenje emisije štetnih plinova u atmosferu i operativnih troškova. Predloženi model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa će se testirati na primjeru Republike Hrvatske s obzirom na značajan indeks razvedenosti obale. Koeficijent razvedenosti obale za Republiku Hrvatsku iznosi 11,1. [1] Hrvatsko otočje je po veličini drugo otočje Sredozemlja gdje prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine živi 2,92% ukupnog stanovništva Republike Hrvatske [2]. S obzirom na izrazito razvedenu obalu i značajan broj naseljenih otoka, sustav prometnog pomorskog povezivanja unutar Republike Hrvatske je od izuzetne važnosti pa je prikaz prijedloga modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na primjeru Republike Hrvatske izrazito reprezentativan odabir.

Glavni cilj ovoga istraživanja je definirati opći model kojim će se optimizirati korištenje postojećih resursa unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Postavljeni model će odgovarajućim algoritmima i metodama teorije grafova na optimalan način upariti brodove i brodske linije s aspekta potrošnje energije i dostupnosti brodova odnosno uspostavom ravnoteže oba kriterija. Takvim rasporedom brodova na državnim linijama postiže se učinkovitija prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno te se stvaraju preduvjeti za unapređenje i dugoročnu održivost sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije odnosno pogonskog goriva, optimalne iskoristivosti brodova i financijske učinkovitosti.

1.4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Analizom i pregledom dosadašnjih istraživanja ističu se razna istraživanja koja su tematski vezana uz ovu doktorsku disertaciju. Brojni znanstvenici su istraživali važnost prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno, gospodarski razvoj otoka, demografsku sliku otoka te kvalitetu života otočnog stanovništva. U svim znanstvenim radovima, koji se bave

ovom problematikom, posebno se naglašava sama važnost prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno pa tako Chlomoudis et al. (2011) [3] ističu da je za realizaciju kvalitetnog prometnog povezivanja otoka nužno sudjelovanje svih dionika pomorskog prometa te maksimalno povezivanje javnog i privatnog sektora. Stupalo et al. (2016) [4] u svom znanstvenom radu ukazuju na važnost pomorskoputničkog prometa u Europi te koriste kvantitativnu analizu u određivanju lidera u pomorskoputničkom prometu Europe, a zaključuju da realizacija pomorskoputničkog prometa nije jednoznačna kategorija. Rajsamn et al. (2007) [5] u svom znanstvenom članku predlažu korištenje matematičkog prognostičkog trenda za praćenje i predviđanje dinamike razvoja pomorskoputničkog prometa. Znanstveno istraživanje utjecaja prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno na demografsku sliku otoka su proveli Mišura et al. (2020) [6] i zaključili da prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno pozitivno utječe na gospodarske i socijalne aktivnosti čime se stvaraju preduvjeti za održivi razvoj otoka i podizanje kvalitete života na otocima što potvrđuje i rast otočnog stanovništva na premošćenim otocima te pad broja stanovnika na malim i nepremošćenim otocima. Pomorskoputnički promet izravno utječe na razvoj otoka potičući razvoj turizma, kao jednu od glavnih gospodarskih djelatnosti otočnog prostora, uz uvjet da se pomorskoputnički promet prilagodi u najvećoj mjeri korisnicima o čemu u svom znanstvenom radu pišu Alexopoulos et al. (2000) [7]. Održivi razvoj pomorskoputničkog prometa mora se osigurati na kvalitetan način uključujući sve dionike uz dobro poznavanje stanja sustava i njegovih mogućnosti. Chlomoudis et al. (2007) [8] su provedenim znanstvenim istraživanjem zaključili da razvoju pomorskog tržišta i razvoju otoka pridonosi liberalizacija pomorskog tržišta dok Rathman et al. (2016) [9] u svom radu ističu da je obvezna adaptacija samog sustava obalnog linijskog pomorskog prometa s ciljem veće funkcionalnosti i razvoja upravljačkih alata implementacijom informacijskih sistema u postojeće standardne sisteme. Autori Mrvica et al. (2015) [10] ističu značaj prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno, ali uz napomenu da luke i lučka infrastruktura često ne prate stalno rastući pomorskoputnički promet pa je za samu realizaciju istog bitno odrediti odgovarajući tip i veličinu broda po svakoj liniji. Jedan od najvažnijih čimbenika prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno je trajektni promet koji je često financijski neodrživ s obzirom da su postojeće brodske linije nerentabilne. Yu et al. (2018) [11] su proveli istraživanje financijskog opstanka trajektnih linija te su oblikovali metodu kojom bi se pomoglo vladama u raspodjeli financijskih sredstva pri sufinanciranju nerentabilnih trajektnih linija.

S obzirom da je osnova doktorske disertacije oblikovanje priloga optimizaciji sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, izvršena je analiza znanstvenih istraživanja vezanih uz odnos optimizacije i brodarstva.

Zhou et al (2021) [12] u svom znanstvenom radu daju opsežan pregled literature o primjeni simulacija i optimizacije za rješavanje problema u pomorskoj logistici te zaključuju da je integracija simulacija i optimizacije neophodna u cilju što kvalitetnije primjene oba alata sa znanstvenog i praktičnog aspekta. Kako raste složenost sustava, tako je sve izraženija potreba za integracijom simulacija i optimizacije u rješavanju izazovnih problema. Lisowski (2018) [13] u svom znanstvenom članku prikazuje ciljeve optimizacije u transportnom i logističkom procesu pomorskog prometa slijedeći pregled literature u ovom polju istraživanja te predstavlja metode optimizacije u pomorskom prometu zaključujući da se u praksi češće koriste numeričke metode statičke i dinamičke optimizacije. Mulder et al (2016) [14] prikazuju određene probleme sa strateškog, taktičkog i operativnog stajališta pri odlučivanju u linijskom brodarstvu i nastoje svojim istraživanjem postići optimizaciju u linijskom brodarstvu što se prema njihovom znanstvenom istraživanju može postići kraćim plovidbenim rutama i izbjegavanjem otežanih pomorskih pravaca. Istraživanje Trana et al (2013) [15] obuhvaća pregled znanstvene literature koja se bavi optimizacijom u linijskom brodarstvu što dovodi do zaključka da je problematika optimizacije u linijskom brodarstvu interesantna brojnim znanstvenicima već dugo vremena te da je cilj većine provedenih istraživanja optimizacijom smanjiti troškove i negativan učinak linijskog brodarstva na okoliš. Autori ističu važnost oblikovanja plovidbenih mreža kretanja brodova o čemu ovisi uspjeh svih operatera. El Noshokaty (2021) [16] u svom radu predstavlja modificirani model za oblikovanje pomorskih ruta i rasporeda plovidbe u linijskom brodarstvu u odnosu na vremenske rokove transporta s ciljem ostvarenja što veće bruto dobiti po danu. Istraživanje pokazuje da se predstavljenim stohastičkim metodama ostvaruje veća bruto dobit određenog teretnog broda s obzirom da se ovim načinom sugerira brzina plovidbe u cilju isporuke robe na vrijeme. Istraživanjem Wanga et al (2012) [17] je oblikovan model mješovitog cjelobrojnog nelinearnog programiranja u cilju optimiziranja brzine plovidbe kontejnerskih brodova. Znanstvenim radom Wanga et al (2013) [18] se predstavlja kritički pregled literature o matematičkim metodama kod optimizacije potrošnje goriva na brodovima s obzirom da je za brodarske kompanije ključno pitanje potrošnja pogonskog goriva te emisija štetnih plinova u atmosferu. Autori istražuju nekoliko metoda koje mogu biti pomoćni alati kod optimizacije brzine odnosno potrošnje pogonskog goriva, smanjenje emisije štetnih plinova i planiranja lučkih i transportnih operacija. Benghalia et al

(2014) [19] predlažu simulacijski model za analizu sustava rukovanja i prijenosa kontejnera u teretnom brodarstvu kako bi se postigao efikasan i financijski isplativ radni proces. Xia et al (2015) [20] provedenim istraživanjem daju doprinos pri donošenju poslovnih odluka u linijskom brodarstvu predstavljanjem sveobuhvatnog modela za proces odlučivanja u odnosu na raspored flote, optimizaciju brzine, raspodjelu tereta i učestalost plovidbe, a potrošnja goriva promatra se kroz dva ključna čimbenika: brzinu i opterećenje teretom. Cilj je ostvarenje maksimalne dobiti. Mrvica et al (2017) [21] korištenjem različitih metoda određuju tip i veličinu broda u cilju postizanja optimalnog prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno.

Obradom prethodno navedene znanstvene literature zaključuje se da područje optimizacije u pomorskoputničkom prometu, s naglaskom na sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, nije dovoljno istraženo. Pojam optimizacije u pomorskom prometu najzastupljeniji je u linijskom brodarstvu te transportnim i logističkim procesima u pomorstvu. Uočava se prisutnost različitih metodologija i modela optimizacije kod kreiranja ruta putovanja i rasporeda brodova, određivanja optimalne brzine putovanja i energetske učinkovitosti brodova. Optimizacija se uglavnom provodi u cilju smanjenja troškova poslovanja, potrošnje pogonske energije i reduciranja emisije štetnih plinova u atmosferu uz uvjet izvršenja ugovorene usluge u definiranim rokovima i ostvarenju što veće dobiti za brodarske kompanije.

Obrada optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, s aspekta što bolje iskoristivosti postojećih resursa uz zadovoljenje svih dionika, je djelomično istraživana i javnosti prezentirana pa postoji teorijsko i praktično opravdanje predloženog istraživanja. Upravo ovom doktorskom disertacijom obuhvaća se optimizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničko prometa s aspekta iskoristivosti resursa u najvećoj mogućoj mjeri te s aspekta potrošnje pogonskog goriva, čime se smanjuje emisija štetnih plinova u atmosferu i visina operativnih troškova..

1.5. ZNANSTVENE METODE ISTRAŽIVANJA

Znanstvene metode koje će se koristiti tijekom znanstvenog istraživanja i prilikom pisanja disertacije su: metoda analize, metoda sinteze, metoda deskripcije, metoda komparacije, metoda kompilacije, metoda klasifikacije, statistička metoda, metoda generalizacije, metoda konkretizacije, metoda dokazivanja, metoda uzoraka, metoda mišljenja eksperata, metoda modeliranja i matematičke metode. Važna metoda istraživanja u disertaciji je sustavna analiza

pomoću koje se problem istraživanja sagledavao sustavnim pristupom gdje se identificirao sustav u cjelini, a zatim su se analizirali pojedini dijelovi sustava.

U teorijskom dijelu rada koristiti će se relevantna domaća i inozemna literatura znanstvenog i stručnog usmjerenja. Dostupna literatura i razna dokumentacija će se analizirati prvenstveno s ciljem utvrđivanja dosadašnjih spoznaja i postojećeg stanja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

U svrhu oblikovanja modela optimizacije sustava, što je i osnova doktorske disertacije, koristit će se odgovarajući algoritmi i metode iz teorije grafova te metoda mišljenja eksperata. Algoritam najopćenitije može se definirati kao postupak za rješavanje nekog konkretnog problema ili skup problema. Drugim riječima, algoritam predstavlja konačan niz propisanih postupaka, pravila ili naredbi potrebnih za rješavanje nekog zadatka, a koje se izvršavaju po točno određenom redoslijedu [22]. Da bi se određeni problem riješio algoritmom, potrebno je odrediti svaki segment postavljenog problema i rješenje svakog segmenta postavljenog problema uz obvezu ispravnog postupka. S druge strane, teorija grafova je grana diskretne matematike i ima široku primjenu u različitim disciplinama, jer se grafovima mogu vrlo jednostavno modelirati složeni problemi. Teorija grafova ima značajnu primjenu na području kompleksnih sustava i mreža, uključujući i prometne mreže. Metoda mišljenja eksperata je značajna u području prognoziranja, a spada u kvalitativne intuitivne metode gdje iza intuicije stoji stručnost, znanje i iskustvo eksperata [23]. Svrha je prikupiti postojeća znanja, iskustva i ideje od eksperata kako bi se dobio bolji uvid u određeni problem i pomoglo daljnjem istraživanju pa je usredotočenost na manji broj ljudi, čija su iskustva u tome trenu korisna, potpuno opravdana [24].

U cilju postizanja objektivne analize brodova i brodskih linija, kao i njihove međusobne podudarnosti, koristit će se metoda mišljenja eksperata. Temeljem unaprijed određenih parametara, pridruživanje brodova i brodskih linija obaviti će eksperti (relevantni stručnjaci u pomorstvu i obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu) u svrhu otklanjanja mogućih neprilagođenosti brodova određenim brodskim linijama. Odgovarajućim diskretnim algoritmima i metodama teorije grafova rasporedit će se brodovi na optimalan način u odnosu na zahtjeve brodskih linija s aspekta potrošnje energije i tehničkih kriterija (brzina broda u odnosu na zahtjeve brodske linije, raspon kapaciteta u odnosu na zahtjeve brodske linije, mogućnost ukrcanja/iskrcanja putnika na više od jednog ulaza/izlaza, protočnost broda, širina ukrcajne rampe, pristup za osobe s ograničenjem u kretanju, starost broda, mogućnost prijevoza

kućnih ljubimaca). Pretpostavlja se da će tek ravnoteža oba čimbenika rezultirati optimalnim rješenjem. Implementacija programskog modela izrađena je u programsko jeziku C#. Mogući optimalni model će biti testiran na primjeru cjelokupnog sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske uzimajući u obzir brze putničke brodove (katamarani) i trajekte. Zajednička karakteristika resursa unutar promatranih skupina je brzina pa se u obzir uzimaju brzi putnički brodovi ekonomske brzine od 25 čvorova i trajekti ekonomske brzine od 9 čvorova.

1.6. OBRAZLOŽENJE STRUKTURE RADA

Rezultati istraživanja prezentirani su u osam međusobno povezanih dijelova.

U uvodnom dijelu rada obrazložena je tema istraživanja s obzirom na osnovne ciljeve, svrhu i zadatke istraživanja. Posebno je definiran problem istraživanja, objekt, znanstvena hipoteza, pregled dosadašnjih istraživanja te potencijalni doprinos istraživanja u teorijskom i aplikativnom smislu.

U drugom poglavlju doktorske disertacije pod naslovom „ZNAČAJKE POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA“ definira se pojam i pojedine vrste pomorskoputničkog prometa te prezentira se povijesni razvoj pomorskoputničkog prometa.

Treće poglavlje doktorske disertacije pod naslovom „TRENDOVI U REALIZACIJI SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA“ sadrži prikaz osnovnih značajki, ciljeva i djelovanja prometne i pomorske politike Europske unije te analizu obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na području Europske unije.

Četvrto poglavlje doktorske disertacije pod naslovom „ODRŽIVI RAZVOJ OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA“ daje objašnjenje samog pojma održivog razvoja u prometu te se iznose elementi održivosti predmetnog sustava.

Peto poglavlje pod naslovom „PRIJEDLOG OPĆEG MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA“, najvažniji je dio doktorske disertacije, jer je glavni cilj istraživanja definirati model kojim će se optimizirati korištenje postojećih resursa unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Odgovarajućim diskretnim algoritmima i metodama teorije grafova na optimalan način se raspoređuju brodovi po pojedinim brodskim linijama s aspekta potrošnje energije i dostupnosti

brodova, odnosno kombinacijom oba čimbenika. Na taj način se stvaraju preduvjeti za unapređenje i dugoročnu održivost sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije odnosno pogonskog goriva, optimalne iskoristivosti brodova i financijske učinkovitosti. U ovom dijelu doktorske disertacije predstavlja se opći model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Peto poglavlje sadrži prikaz cilja optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa i osnovnih kriterija koji se uzimaju u obzir, predstavlja se teorijska odrednica za izradu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa te razine oblikovanja modela.

Šesto poglavlje doktorske disertacije pod naslovom „PRIJEDLOG MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PRIMJERU REPUBLIKE HRVATSKE“ obuhvaća testiranje modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Poglavlje započinje prikazom značajki i ciljeva prometne i pomorske politike Republike Hrvatske te se nastavlja analizom sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa kroz analizu pravnog okvira, zakonskih odredbi, kategorizacije otoka i državnih poticaja u svrhu razvoja otoka. Nakon toga slijedi prikaz organizacije te analiza i ocjena sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj. I konačno, poglavlje završava prikazom prijedloga modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na primjeru Republike Hrvatske. Testiranje je rađeno na primjeru Republike Hrvatske zbog izrazite razvedenosti obale te postojećeg sustava kojim se povezuju otoci s kopnom i otoci međusobno.

Sedmo poglavlje doktorske disertacije, kao povezani nastavak prethodna dva poglavlja, sadrži prijedloge aktivnosti za implementaciju predloženog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

U završnom dijelu doktorske disertacije, „ZAKLJUČKU“, iznose se zaključna promišljanja u svezi s problemom, svrhom i ciljevima istraživanja. Sustavno i koncizno su prezentirani najvažniji rezultati znanstvenog istraživanja koji su prethodno detaljno opisani u doktorskoj disertaciji te kojima se dokazuje postavljena hipoteza rada.

1.7. OČEKIVANI ZNANSTVENI DOPRINOS I PRIMJENA REZULTATA

Istraživanje u ovoj disertaciji daje značajan znanstveni doprinos području tehničkih znanosti, polju tehnologije prometa i transporta.

Prometno povezivanje otoka i kopna te otoka međusobno je složeno pitanje koje se pokušava riješiti sustavom obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Osnovi cilj je osigurati dugoročno održiv sustav koji podrazumijeva čvrstu prometnu povezanost, učestalije brodske linije, modernizaciju flote, minimiziranje emisije štetnih plinova, podizanje kvalitete prometne usluge, implementaciju novih tehnologija i eliminiranje nepotrebnih troškova racionalnim korištenjem postojećih resursa. Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno, utjecaj istog na gospodarski razvoj i demografsku sliku otoka te kvalitetu života otočnog stanovništva tema je obrađivana od brojnih znanstvenika. Međutim, ne nalazi se u literaturi obrada optimizacije sustava pomorskoputničkog prometa s aspekta što bolje iskoristivosti postojećih resursa. Stoga je očekivani znanstveni doprinos doktorske disertacije u sustavnoj analizi obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, analizi prometne i pomorske politike na području Europske unije, definiranju baznih kriterija pri sparivanju broda i brodske linije te izradi i primjeni modela optimizacije sustava s ciljem unapređenja i stvaranja preduvjeta za održivi razvoj istog. Posebni znanstveni doprinos je upravo izrada modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta očuvanja okoliša, dostupnosti brodova temeljem tehničkih elemenata te financijske učinkovitosti.

Rezultate provedenog istraživanja moguće je koristiti u pomorskom prometu. Dokazat će se da je prilikom optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa nužno vrednovati postojeće brodove i državne brodske linije u cilju najoptimalnijeg rasporeda brodova po pojedinim brodskim linijama. Istraživanje pokazuje da se za isto može razviti učinkovit model koji je primjenjiv i za sve one subjekte koji kreiraju politiku održivog prometnog razvitka kao što su država i brodari. Država može ovaj model koristiti kod odabira najoptimalnijeg broda za određenu liniju što podrazumijeva racionalnije financiranje državnih brodskih linija i ulaganje u razvoj sustava uz zadovoljenje potreba korisnika na najvećoj mogućoj razini dok brodari korištenjem ovog modela mogu efikasnije iskoristiti svoje resurse s ciljem što boljeg pozicioniranja na tržištu.

2. ZNAČAJKE POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Učinkovit prometni sustav je preduvjet gospodarskog razvoja te ima aktivnu ulogu u oblikovanju prostora i života ljudi [25]. S druge strane, razvoj prometa kao gospodarska djelatnost odvija se sukladno općem razvoju gospodarstva [26]. U širem smislu promet može značiti: promet roba, novca, kapitala, itd., a u užem smislu pod prometom podrazumijevamo prijenos ili prijevoz ljudi, dobara, slika, vijesti, informacija, energije i sl. s jednog na drugo mjesto [27]. Ako se promet u cjelini promatra kao složen dinamički sustav kojim se prevoze ljudi, dobra i vijesti s jednog mjesta na drugo svladavajući tako prostornu udaljenost, onda se pojedine prometne grane promatraju kao njegovi podsustavi [28] s tim da svaka prometna grana ima svoje specifičnosti.

Jedan od podsustava prometnog sustava je pomorski promet. Pomorski promet obuhvaća prijevoz robe i putnika brodovima morem, kao i sve operacije i komunikacije koje se obavljaju u morskom brodarstvu [29]. Zbog specifičnosti i jakosti elemenata vertikalne strukture i interakcijskog odnosa prema okruženju, pomorski promet može se promatrati kao složeni sustav sa svojim podsustavima [28]. Podsustav pomorskog prometa je pomorskoputnički promet koji se može definirati kao posebna vrsta morskog brodarstva gdje se posebnim brodovima obavlja pomorski prijevoz putnika, a isto se prema tehnološkim, organizacijskim i ekonomskim kriterijima dijeli na linijsko i turističko odnosno po geografskom obuhvatu na prekomorsko i kabotažno brodarstvo [30].

Ova doktorska disertacija bavi se istraživanjem pomorskoputničkog prometa i njegovom optimizacijom pa se u ovom dijelu objašnjavaju obilježja pomorskoputničkog prometa kroz obradu sljedećih tema:

- 1) pojam pomorskoputničkog prometa,
- 2) vrste pomorskoputničkog prometa i
- 3) povijesni razvoj pomorskoputničkog prometa.

2.1. POJAM POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Pomorstvo podrazumijeva sve djelatnosti i vještine na moru i u svezi s morem, a sastoji se od iskorištavanja mora kao plovnog puta (moreplovstvo i brodarstvo), eksploatacije morskih bogatstava (ribarstvo, ribolov, marikultura, eksploatacija nafte i plina) i eksploatacije luka, brodogradnje, pomorske privrede, pomorskog športa i slično [31].

Pomorski promet obuhvaća prijevoz robe i putnika brodovima morem, kao i sve operacije i komunikacije koje se obavljaju u morskom brodarstvu [29]. Glavni elementi pomorskog prijevoza su [32]:

- 1) more kao prometni put,
- 2) brodovi kao prijevozna sredstva morem,
- 3) pomorci i ostali kvalificirani radnici,
- 4) ljudi(putnici) i/ili stvari (roba) kao osnovni predmet pomorskog prijevoza.

Morsko brodarstvo se može promatrati kao cjelokupna djelatnost ili kao pojedine vrste te djelatnosti. Kriteriji prema kojima se može podijeliti morsko brodarstvo su: tipovi brodova, predmet prijevoza, načini iskorištavanja brodova, prostor djelovanja, tržište i formiranju cijene vozarina. Slijedom navedenog morsko brodarstvo se dijeli na slijedeći način [32]:

- Administrativna podjela brodarstva
 - duge plovidbe,
 - obalne plovidbe,
 - male obalne plovidbe,
 - nacionalne obalne plovidbe,
 - lokalne plovidbe,
- Podjela prema zemljopisnom kriteriju
 - prekomorsko (oceansko),
 - obalno,
- Podjela prema predmetu prijevoza
 - teretno (slobodno, linijsko, tankersko),
 - putničko.

Podsustav pomorskog prometa je pomorskoputnički promet koji se može definirati kao posebna vrsta morskog brodarstva gdje se posebnim brodovima obavlja pomorski prijevoz putnika.

Pomorskoputnički promet se prema određenim kriterijima klasificira na pojedine vrste pomorskoputničkog prometa koje se elaboriraju u nastavku ovog dijela doktorske disertacije.

2.2. VRSTE POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Prema ekonomskom i organizacijskom kriteriju pomorskoputnički promet se može razgraničiti na linijski i turistički pomorskoputnički promet [33]. Pod turističkim putničkim brodarstvom smatraju se kružna putovanja.

Tablica 1. prikazuje osnovna obilježja linijskog pomorskoputničkog prometa i turističkog pomorskoputničkog prometa kako bi se ukazalo na njihove postojeće razlike i to prema svim razinama (pravna, ekološka, ekonomska, organizacijska, tehnološka i tehnička razina).

Tablica 1. Razine / podsustavi pomorskoputničkog prometa

	POMORSKOPUTNIČKI PROMET	
	LINIJSKI	TURISTIČKI
PРАВNA RAZINA	Međunarodne konvencije, državni zakoni	Međunarodne konvencije, državni zakoni
EKOLOŠKA RAZINA	Međunarodne konvencije i zakoni o zaštiti morskog okoliša	Međunarodne konvencije i zakoni o zaštiti morskog okoliša
EKONOMSKA RAZINA	Tarife, investicije	Cijene turističkih putovanja, investicije
ORGANIZACIJSKA RAZINA	Linijski brodari	Brodari u turističkom brodarstvu
TEHNOLOŠKA RAZINA	Proces prijevoza putnika i vozila	Proces prijevoza putnika
TEHNIČKA RAZINA	Linijski brodovi za prijevoz putnika	Brodovi za kružna putovanja

Izvor: Izradila doktorandica prema Dundović, Č., Pomorski sustavi i pomorska politika, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, 2003., str. 80.

Uvjet za ostvarivanje optimalnih učinaka u pomorskoputničkom prometu je usklađenost na svim razinama koje su objašnjene u nastavku [31]:

- 1) **Pravna razina** podrazumijeva usklađenost zakona i propisa u pomorskoputničkom prometu na nacionalnoj i europskoj razini, primjeni nacionalnih zakona i propisa te europskih direktiva i bilateralnih sporazuma i sl.
- 2) **Ekološka razina** usklađenosti je sve istaknutija, ali i nužna za ostvarenje održivosti pomorskoputničkog prometa, a podrazumijeva podizanje svijesti svih dionika

pomorskoputničkog prometa o očuvanju okoliša te poštivanje svih konvencija i protokola o zaštiti okoliša kao i brojnih drugih pravnih propisa.

- 3) **Ekonomska razina** odnosi se na ekonomsku efikasnost brodara koja ovisi prije svega o konkurentnosti brodara na tržištu te spremnosti države da subvencionira usluge u pomorskoputničkom prometu. Spremnost države, ali i svih država Europske unije, da ekonomskim mjerama podupiru iskorištavanje pomorskoputničkog prometa ne smije biti dovedena u pitanje.
- 4) **Organizacijska razina podrazumijeva** usklađenost organizacije pravnih subjekata – sudionika u pomorskom prijevozu te usklađenost dijelova tehnološkog procesa.
- 5) **Tehnološka razina** ima za zadaću brodarima u pomorskoputničkom prometu osigurati nesmetani prihvat i iskrcaj putnika, te nesmetanu provedbu pomorskoputničkog prometa.
- 6) **Tehnička razina** odnosi se na usklađenost vrste i tehničkih obilježja brodova, sredstava sigurnosti plovidbe te tehnička obilježja plovnih putova.

2.2.1. Linijski pomorskoputnički promet

Najvažnija karakteristika *linijskog pomorskoputničkog prometa* je da se prijevoz, prenošenje i prometovanje prtljage, automobila i putnika obavlja između početne i završne luke prema unaprijed utvrđenom i objavljenom redu plovidbe te može biti direktan ili sa zaustavljanjem na usputnim stanicama [34]. Važna odrednica linijskog pomorskoputničkog prometa je upravo plovidbeni red kojeg definira prijevoznik, a u pravilu ga čine sljedeći elementi: ruta ili linija, vrsta linije, mjesto polaska, usputna mjesta, mjesto dolaska, udaljenost između pojedinih mjesta, vrijeme polaska i vrijeme dolaska, razdoblje važenja voznog reda itd. Linijski putnički promet obavlja se prema važećim nacionalnim i međunarodnim pravilima i propisima, a može biti javni, nacionalni i međunarodni [35]. Ekspanzija automobilske industrije u prošlom stoljeću uzrokuje zamjenu klasičnih putničkih brodova trajektima, kojima se prevoze i automobili, te katamaranima odnosno brzim putničkim brodovima. Pojavom trajekata omogućuje se određeni komoditet jer putnici mogu putovati sa svojim automobilima koje koriste nakon iskrcaja u luci odredišta što je utjecalo na porast potražnje za brodskim putovanjima sve većeg broja ljudi [36]. Dionici ovog složenog procesa su prvenstveno putnici kao korisnici takvih usluga, brodari kao pružatelji prometnih usluga, ali i ostali dionici koji kroz pružanje raznih usluga sudjeluju u procesu proizvodnje prometnih usluga. U cilju zadovoljenja zahtjeva cijelog sustava linijskog pomorskoputničkog prometa nužno je poznavanje i implementacija brojnih specifičnosti ove

vrste prometa. Specifična organizacija rada i upravljanja odnosno specifična ponuda i potražnja, specifične tarife unutar sustava linijskog pomorskoputničkog prometa te specifično preventivno i investicijsko održavanje prijevoznih kapaciteta itd. ukazuju na složenost linijskog pomorskoputničkog prometa [35]. Slijedom navedenog, suvremeni trajekti obiluju raznim sadržajima te na taj način postaju dio turističke ponude destinacije kroz prodaju raznih turističkih aranžmana, a ujedno se i putovanja brodom kombiniraju s drugim oblicima prijevoza.

Linijski pomorskoputnički promet može se podijeliti na *javni, nacionalni i međunarodni*. Javni prijevoz u linijskom obalnom pomorskom prometu obuhvaća prijevoz putnika, tereta i vozila u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru određene države koji se obavlja na unaprijed utvrđenim linijama prema javno objavljenim uvjetima reda plovidbe i cjenikom usluga [37].

Sustav javnog pomorskoputničkog prometa temelji se na sljedećim načelima [37]:

- poticanja gospodarskog razvoja otoka,
- kontinuiteta i redovitosti prijevoza s brodovima određenog kapaciteta i vrste, te osiguranja odgovarajuće kvalitete prijevoza,
- usluga prijevoza s unaprijed određenim cijenama i drugim uvjetima, i to posebno za određene kategorije putnika i za određene linije,
- davanja potpore brodarima bez koje nije moguće osigurati kontinuitet i redovitost
- javnog prijevoza na određenim linijama,
- prilagođavanja javnog prijevoza stvarnim zahtjevima,
- osiguravanja dodatnih usluga prijevoza.

U javnom linijskom pomorskoputničkom prijevozu uobičajena je državna intervencija, primjenom verificiranih mjera pomorske politike (primjerice subvencioniranje), kojima se stvaraju uvjeti ne samo za održavanje života na otocima, već i za razvitak turizma tamo gdje to, bez prometne povezanosti, ne bi bilo moguće [36].

Nacionalni linijski pomorskoputnički promet obuhvaća linije koje unutar određene pomorske države povezuju obalu s naseljenim otocima i otoke međusobno, kao i duž obalne linije, a odvijaju se po važećim nacionalnim i međunarodnim zakonima i propisima. Međunarodni linijski pomorski promet podrazumijeva putničke RO-RO i brzobrodске linije koje povezuju luke jedne države s inozemnim lukama.

Brodovi koji se koriste u linijskom pomorskoputničkom prometu su:

- klasični putnički brodovi,
- trajekti i
- putnički brodovi velikih brzina.

Trajekti su najzastupljeniji zbog mogućnosti prijevoza vozila koje putnik koristi u konačnoj realizaciji svog putovanja. S obzirom da se pokušava smanjiti vrijeme putovanja, sve prisutniji su brzi brodovi (brzina od 30 do 50 čvorova) kao što su katamarani i hidrogliseri iako takva plovila zahtijevaju veća ulaganja i odgovarajuću organizaciju pomorsko prijevoznog procesa.

2.2.2. Turistički pomorskoputnički promet

Turistički pomorskoputnički promet je drugi podsustav putničkog brodarstva a obuhvaća kružna putovanja (*eng. cruising*) te je istodobno turistička i prijevozna usluga. Krstarenje odnosno kružna putovanja se prvenstveno povezuju sa slobodom, bijegom od svakodnevnog života i opuštanjem što su osnovni motivi korištenja ovog oblika turizma, a ujedno se na taj način i promoviraju [38]. Kružna putovanja podrazumijevaju prijevoz ljudi brodom po unaprijed određenom voznom redu i programu uz razne sportske, zabavne, zdravstvene i druge aktivnosti i usluge, koje se pružaju putnicima na turističkom putovanju u svrhu odmora, zabave i rekreacije [39]. Putnici na brodovima za kružna putovanja nisu konvencionalni turisti već ih karakterizira specifična potražnja za proizvodima i uslugama na brodu te za plovidbenom rutom putovanja [40]. Kružna putovanja mogu se odvijati po međunarodnim vodama ili teritorijalnim vodama. Ovaj oblik turizma postaje sve zastupljeniji na međunarodnom turističkom tržištu pa je tako flota brodova za kružna putovanja od 1981. do 2001. godine narasla s 1,7 mil. bruto tona na približno 10 mil. bruto tona [32]. Brodove namijenjene međunarodnim kružnim putovanjima karakterizira fini trup, brzina i veliki kapacitet (do 3.000 putnika). Takva putovanja s lučkog stajališta najčešće predstavljaju jednodnevne posjete iako brod ponekad ostaje u luci i po nekoliko dana. Prema rastućim trendovima potražnje za krstarenjima, proporcionalno raste i kvaliteta usluge uvođenjem novih ruta, destinacija i pojavom sve većih i boljih brodova, a u odabiru odredišta važnu ulogu ima zemljopisni položaj, vremenski uvjeti, prirodne ljepote te povijesne i kulturne atrakcije na određenom području [41]. U turistička (kružna) putovanja spadaju i izletnički brodovi koji predstavljaju značajan turistički proizvod primorskih destinacija [36].

2.2.3. Pomorskoputnički promet prema zemljopisnom obuhvatu

Prema kriteriju zemljopisnog obuhvata razlikuje se *kabotažni pomorskoputnički promet* i *prekomorski pomorskoputnički promet*. Osnovna razlika između prekomorskog putničkog brodarstva i kabotažnih putovanja je u tome što prekomorsko putničko brodarstvo predstavlja plovidbu oceanima, dok su kabotažna putovanja zapravo putovanja duž obale [42].

Prekomorsko putničko brodarstvo je organizirana pomorsko prijevozna djelatnost u kojoj brodovi mogu ploviti svim morima svijeta te rijekama pristupačnima morem [42], a zahtijeva najviše standarde poslovanja djelujući na najširem geografskom području. Kabotažno brodarstvo ili morsko brodarstvo male obalne plovidbe, s druge strane, odvija se na području određene pomorske države unutar granica teritorijalnog mora i njegovih luka [43].

2.3. POVIJESNI RAZVOJ POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Iako je brodarstvo specifična prijevozna djelatnost čiji počeci sežu daleko u prošlost, pomorskoputnički promet je bio sporedna djelatnost sve do pojave prvih parobroda.

Do kraja 19. stoljeća svjetskim morima vladali su jedrenjaci, ali usavršavanje parnog stroja i gradnja željeznih brodova, kao i otvaranje Sueskog kanala, u vrlo kratkom vremenu smanjuje udio jedrenjaka u ukupnoj svjetskoj trgovačkoj floti gotovo na zanemarivi dio [32] pa je 1850. godine udio parobroda u svjetskoj trgovačkoj mornarici iznosio samo 6%, 1892. godine 50%, a 1901. godine već 76% [44]. Pojavom parobroda otvorile su se mogućnosti redovite brodske linije u prekomorskoj plovidbi i kabotaži te se počinju razvijati i posebni brodovi za prijevoz putnika.

Zlatnim razdobljem pomorskoputničkog prometa smatra se razdoblje između dva svjetska rata kada su putnički brodovi kontinuirano prometovali na međukontinentalnim relacijama. Uslijed značajne potražnje za prijevozom između Europe i Amerike uzrokovano europskom emigracijom u Sjedinjene Države i Kanadu, brodarske tvrtke nadmetale su se izgradnjom sve većih, bržih i udobnijih brodova. Prijevoz putnika na međukontinentalnim relacijama vršio se i kombiniranim teretnim brodovima koji su slijedili koncepciju standardnog broda za prijevoz tereta, ali su raspolagali i određenim brojem putničkih kabina i zajedničkim prostorima za putnike. Poslovanje većine brodarskih tvrtki do 1920-ih godina uglavnom se baziralo na prijevoz iseljenik. Zato su iste tvrtke bile teško pogođene kada je američki kongres zakonom

ograničio imigraciju u Sjedinjene Države [45] te su mnogi brodovi preusmjereni na krstarenja. Također, velika gospodarska kriza mnoge je brodarske kompanije dovela do bankrota. Unatoč teškim ekonomskim prilikama, nekoliko brodarskih kompanija nastavilo je graditi veće i brže brodove. U to vrijeme je zračni putnički promet preko Atlantika bio u začetku, a razvijene pomorske zemlje borile su se za prestiž u povezivanju Europe i Amerike pa je na toj međukontinentalnoj relaciji Velika Britanija imala velike i brze putničke brodove, Queen Mary i Queen Elisabeth, Njemačka putničke brodove Europa i Bremen, a Francusku su predstavljali Normandie i Ile de France predstavljali [46]. Brzina ovih brodova, koji su značajno skratili putovanje između dva kontinenta, unaprijedili su međukontinentalnu mobilnost uzrokujući pojavu linijskog putničkog i linijskog teretnog brodarstva. Razdoblje nakon Drugog svjetskog rata donijelo je velike promjene u putničkom brodarstvu, jer se napuštaju klasični linijski brodovi, a daljnji razvoj usmjeren je na gradnju brodova za kružna putovanja i brodova za kabotažnu plovidbu (trajekata i brzih hidrokrišalaca) [32]. Iz tog doba ističe se najbrži prekooceanski brod do sada, United States, koji je 1952. godine oborio rekord transatlantika Queen Mary i osvojio Plavu vrpcu koju nosi i danas [47].

U razdoblju od 1959. do 1970. godine bilježi se pad broja linijskih putničkih brodova s 236 na 145, a razlog tome je jačanje konkurencije drugih prometnih grana [48]. Tako je, primjerice, 1970. godine svega 3 % putnika preko sjevernog Atlantika prevezeno morem [49]. U to vrijeme počinje dominirati zračni prijevoz u prometu putnika u prekooceanskoj i međukontinentalnoj plovidbi dok u kabotaži pomorskoputničkom prijevozu konkurira cestovni i željeznički promet.

Danas se pomorskoputnički promet odvija uglavnom brodovima za kružna putovanja (*eng. Cruise ships*), trajektima (*eng. Ferry boat*) i brzim putničkim brodovima s naglaskom na države s visokim indeksom razvedenosti morskog obale kao što su Hrvatska, Grčka, Karibi, Filipini, Indonezija. Uvođenje brodova velikih brzina označava novo razdoblje u pomorskoputničkom prometu. Iako, globalno promatrano može se ustvrditi da je danas najzastupljeniji zračni promet u prijevozu putnika.

Razvoj pomorskoputničkog prometa prati i razvoj luka pa se postepeno putničke luke transformiraju u terminale čija funkcija nije samo prihvatanje broda već se proširuje na dodatne sadržaje. Porast prosječne veličine putničkog broda i ukupne veličine putničke mornarice odrazio se na nastanak suvremenih putničkih terminala, koji moraju zadovoljiti potrebe i brodara i putnika, a čija se funkcija ne iscrpljuje samo u prihvatanju broda, već se proširuje na

kvalitetan prihvat putnika, udobnost za vrijeme boravka putnika na terminalu te efikasan prihvat sredstava drugih prometnih grana [50].

3. TRENDOWI U RAZVOJU SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Svaka pomorska država, koja u svom teritorijalnom sastavu ima otoke, teži uspostavi kvalitetne i funkcionalne prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno. Prometna povezanost otoka s kopnom, kao i otoka međusobno, osnovni je preduvjet zadržavanja stanovništva na otocima i ostvarenja održivog razvoja otoka, a podrazumijeva pomorsko povezivanje kao tradicionalan način prometnog povezivanja kopnenih cjelina odvojenih morem. Oblikovanje i realizacija sustava prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno u različitim pomorskim državama ovisi o tradiciji, standardu, pravnim okvirima kao i prometnoj i pomorskoj politici određene pomorske države. Pomorska politika, kao sastavni dio prometne politike, treba osigurati učinkovitu realizaciju pomorskog sustava određene pomorske države, a optimalnom prometnom politikom može se ostvariti stalan razvoj prometnog sustava s tehničkog, tehnološkog, organizacijskog, ekonomskog, društvenog, ekološkog i pravnog aspekta.

Ovo je zahtjevna i važna problematika kojoj se ne pristupa jednoznačno, ali s istim ciljem u svim pomorskim državama. Cilj je stvaranje održivog sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa koji će pružati kvalitetnu uslugu zadovoljavajući sve dionike sustava.

Promatrajući brodarstvo po regijama u svijetu, područje Europe zauzima prvo mjesto [32] pa je i sustav linijskog pomorskoputničkog prometa značajno zastupljen na tom području. U državama s razvedenom obalom (npr. Hrvatska, Grčka, Italija itd.), kao i na razvedenim dijelovima kontinentskih cjelina (npr. Sjeverna Europa preko Baltičkog i Sjevernog mora), organiziran je linijski trajektni promet, kao značajan dio prometnog povezivanja kopna i otoka te otoka međusobno, u funkciji produžetka cestovnoga prometa preko prirodnih morskih zapreka (duboko uvučeni zaljevi, morski prolazi itd.) [51]. Trajektni linijski promet je jedan od ključnih čimbenika razvoja mnogih perifernih područja Europe što se odnosi prvenstveno na otoke ili poluotoke s obzirom da nerijetko predstavlja jedini način prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno [51]. Većina pomorskih zemalja se suočava s problematikom prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno pokušavajući unaprijediti sustav i podići kvalitetu usluge.

Kako je sustav obalnog linijskog pomorskog prometa od značajne važnosti za većinu država Europske unije smještenih uz more, u ovom poglavlju doktorske disertacije definira se prometna i pomorska politika Europske unije te se daje pregled obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na području Europske unije.

3.1. PROMETNA I POMORSKA POLITIKA

Prometna politika je sastavni dio gospodarske i razvojne politike države, a ovisi o sljedećim faktorima [52]:

- prometnoj i ekonomskoj razvijenosti pojedine države,
- strukturi prometnog sustava,
- sposobnosti politike,
- ciljevima politike i
- raspoloživim sredstvima.

Njena uloga je odrediti obilježja prometa, ocijeniti utjecaj prometa na gospodarstvo određene države te definirati mjere kojima će se ostvariti postavljeni ciljevi prometa.

Temeljni ciljevi prometne politike su [53]:

- doprinos ekonomskom rastu i nacionalnom blagostanju,
- rast efikasnosti i ekonomičnosti prometnog sustava,
- smanjenje na najvećoj mogućoj razini negativnih učinaka prometnog sustava,
- zadovoljenje društveno – prometnih potreba.

Zaključuje se da su prometna politika i funkcioniranje gospodarstva neodvojive kategorije.

Najvažnija načela prometne politike u funkciji razvojnog čimbenika su [34]:

- **Načelo povezanosti prometa i ekonomije** koje predstavlja povezanost prometnih i proizvodnih djelatnosti, odnosno prometa s procesom proizvodnje onih roba čije se mjesto potrošnje ne podudara s mjestom njihove proizvodnje.
- **Načelo alokacije ekonomskih resursa** koje se odnosi se na tri glavna područja: alokaciju resursa na cjelokupnu djelatnost prometa, alokacija resursa po prometnim granama i alokacija troškova na korisnike prijevoznih usluga.
- **Načelo društvene rentabilnosti** koje se temelji na činjenici da je promet kapitalno intenzivna djelatnost sa brojnim i raznovrsnim učincima koje uzrokuje. Stoga je kod

donošenja investicijske odluke korisno primijeniti načelo društvene a ne individualne rentabilnosti, bez obzira tko snosi troškove i tko će imati koristi i tko uživa koristi.

- **Načelo usklađivanja djelovanja prometnog sustava** koje predstavlja osnovu za određivanje mjera kojima se određuju odnosi između različitih subjekata odnosno nositelja prometne politike.
- **Načelo jedinstvenosti prometnog sustava** koje se temelji na činjenici da je promet jedinstveni tehnički, tehnološki, organizacijski, ekonomski te pravni sustav kojeg treba promatrati kao cjelinu. Njegovi podsustavi unatoč jedinstvu ne gube svoju individualnost jedinstvenog i složenog sustava.
- **Načelo ravnopravnosti vlasništva i jednakih mogućnosti rada** gdje se zahtijeva da bilo koji oblik vlasništva mora imati iste pravne, ekonomske i druge mogućnosti poslovanja i razvoja prometnih djelatnosti.
- **Načelo racionalnog izbora prometne politike** koje zahtjeva takav izbor prometne politike koji minimizira odstupanje od optimalnog razvoja i funkcioniranja prometnog sustava.
- **Načelo ostvarivosti prometne politike** koje ima za pretpostavku određivanje okvira prometne politike koji jamči da se zadani ciljevi mogu ostvariti.

Prometna politika je aplikativna interdisciplinarna znanost koja izučava i primjenjuje zakonitosti mjera, akcija, instrumenata, sredstava i pripadajućih resursa u područjima tehnike prometa, tehnologije prometa, organizacije prometa, ekonomike prometa, prometnog prava, ali je ujedno i evoluirajući proces koji proizlazi iz prethodnog razdoblje i tradicije te postojećih zakonitosti i odnosa [54]. Optimalnom prometnom politikom može se ostvariti stalan razvoj prometnog sustava s tehničkog, tehnološkog, organizacijskog, ekonomskog, ekološkog i pravnog aspekta.

Sastavni dio prometne i ekonomske politike je pomorska politika, a obuhvaća skup privredno-političkih mjera koje poduzimaju pojedine države s ciljem unapređenja pomorske industrije odnosno morskog brodarstva, brodogradnje i luka [55]. Pomorska politika kao sastavni dio gospodarske, razvojne i prometne politike treba osigurati optimalno funkcioniranje pomorskog sustava određene pomorske države, a izravno utječe i na pomorskoputnički promet. Nositelji pomorske politike su svi subjekti koji utječu na utvrđivanje i ostvarivanje njezinih ciljeva, a to su najčešće razna državna, javnopravna i politička tijela, međunarodne organizacije, te operativna i druga tijela. U osnovna načela pomorske politike mogu se ubrojiti [56]:

- načelo povezivosti pomorskog sustava i gospodarskog razvoja,
- načelo usklađenog djelovanja pomorskog sustava,
- načelo slobodne ponude usluga i ravnopravne konkurencije,
- načelo društvene rentabilnosti,
- načelo jedinstva pomorskog sustava,
- načelo alokacije ekonomskih resursa,
- načelo ravnopravnosti vlasništva i slobodnog izbora,
- načelo ostvarivosti pomorske politike.

Pomorskom politikom se utvrđuju ciljevi i smjernice razvoja, određuje sustav mjera za postizanje postavljenih ciljeva, utvrđuju uvjeti poslovanja pomorskih poduzeća, mogućnosti njihova razvoja i razvoja pomorstva u cjelini. Radi ostvarivanja predviđenih ciljeva pomorske politike potrebno je uzeti u obzir geografske, ekonomske i druge specifičnosti promatranog područja te različitosti interesa koji iz toga proizlaze. Stoga, pomorska politika mora biti dostatno fleksibilna da obuhvati sve specifičnosti i razlike pojedinih obalnih područja.

3.1.1. Prometna i pomorska politika Europske unije

Zakonodavstvo Europske unije otoke definira kao posebna područja budući da predstavljaju poseban izazov s obzirom na svoju prostornu odvojenost od kopna. Zbog raznolikosti i specifičnosti otoka ne postoji jedinstvena strategija razvoja otoka na razini Europske unije. Mnogim otocima nedostaju realizirani osnovni uvjeti kao što su ceste, opskrba vodom i energijom, što otoke stalno drži između kategorija oporavka i održivosti [57].

Stvaranje prometne i pomorske politike Europske unije karakterizira nekoliko faza:

- Prva faza od 1958. do 1972. godine,
- Druga faza od 1972. do 1985. godine,
- Treća faza od 1985. do 1993. godine,
- Četvrta faza od 1994. godine.

Prometna politika i pomorska politike stalno se usavršavaju i prilagođavaju potrebama tržišta. Još od 1953. godine Europska konferencija ministara prometa bavi se problematikom željezničkog, cestovnog, riječnog prometa i kratke obalne plovidbe dok je Rimskim ugovorom iz 1957. godine data jedinstvena prometna politika na području Europske unije [58]. S obzirom na važnost prometa i rasta broja članica Europske unije, 1980. godine osniva se poseban fond

za modernizaciju i izgradnju prometne infrastrukture. Razdoblje od 1985. do 1993. godine obuhvaća treću fazu formiranja prometne politike na području Europske unije. Značajan napredak u razvoju prometne politike na području Europske unije ostvaren je objavljivanjem Bijele knjige 1985. godine [59], a 1992. godine Europska komisija prvi put predstavlja zajednički prometnu politiku svih članica Europske unije [60]. Bijela knjiga iz 1992. godine definira budući razvoj zajedničke prometne politike, a glavni ciljevi su da se smanji neravnoteža između različitih oblika prometa i postižu što bolji rezultati zajedničkim djelovanjem, jer neuravnotežen rast u pojedinim oblicima prometa rezultira negativnostima kao što su prometna zagušenja i zagađenje okoliša [61]. Za treću fazu razvoja prometne politike na području Europske unije je karakteristično sljedeće [54]:

- prihvaćanje zajedničkih standarda o tehničko-tehnološkim i eksploatacijskim elementima prijevoznih sredstva (npr. dimenzije i masa),
- mjere zaštite okoliša,
- povećanje količine goriva komercijalnih vozila u spremištima,
- uvođenje europske putovnice i ustanovljenja vozačke dozvole Zajednice,
- međusobno priznavanje diploma,
- povećanje broja korisnika licenci, koje izdaje Zajednica
- donošenje brojnih drugih mjera kojima je nastavljen i ubrzan proces liberalizacije prometnog tržišta.

Prema dokumentu pod naslovom Bijela knjiga iz 1993. godine [62] temeljni cilj europske prometne politike je objediniti sustav integracije nacionalnih prometnih infrastrukture i sustav integracije nacionalnih prometnih suprastrukture u okviru jedinstvenog europskog prometnog sustava. Modernizirana, obnovljena i objedinjena prometna infrastruktura i suprastruktura trebala bi omogućiti brži razvoj prometnog sustava i veću primjenu suvremenih tehnologija transporta. Osim Bijele knjige, koja zapravo predstavlja strategijski plan razvoja prometa, značajnu ulogu ima i Zelena knjiga [63]. Debata o negativnostima prometne industrije na okoliš u Europi otvorena je početkom devedesetih godina prošlog stoljeća i to donošenjem Zelene knjige o utjecaju prometa na okoliš [63]. Dokument pod nazivom Zelena knjiga iz 1995. godine je potakao raspravu o uvođenju izravnih pristojbi za pokriće infrastrukturnih, operativnih i eksternih troškova u prometu, jer svi troškovi moraju se uzeti u obzir pa tako i infrastrukturni i eksterni troškovi (npr. troškovi zagađenja okoliša, raznih nesreća, zagušenja i sl.) koji se najčešće pokrivaju iz državnih proračuna [61]. Treću fazu razvoja prometne politike Europske unije karakterizira ulazak Austrije, Finske i Švedske te počinje izgradnja sveeuropske prometne

mreže i intenzivira se proces liberalizacije prometa roba, usluga, rada i kapitala. Temeljni dokument bitan za dugoročni razvoj prometne politike članica Europske unije je iz 2001. godine pod naslovom Europska politika transporta za 2010. godinu Vrijeme odluke [64], a njime se definira prometna politika Europske unije. Glavni ciljevi Bijele knjige iz 2001. godine su sljedeći: sigurne, učinkovite i visokokvalitetne usluge putničkoga prometa kroz uređeno tržišno natjecanje, transparentnost i učinkovitost usluga javnog prijevoza putnika vodeći računa o društvenom razvoju, razvoju okoliša i regionalnog razvoja, povlaštene cijene prijevoza za pojedine kategorije putnika kao što su umirovljenici, jednakost između poduzetnika prijevoznika iz različitih država članica [65]. Bijela knjiga Europske komisije predložila je paket od 60 specifičnih mjera prometne politike kao instrumenta implementacije načelnih smjernica: revitalizacija željeznica, kvalitativno unapređenje cestovnog prometa, promocija vodnog prometa, afirmacija intermodalnosti prometa, nadogradnja trans-europske prometne mreže, povećanje sigurnosti, učinkovita naplata infrastrukture, postuliranja prava korisnika, povećanje kvalitete gradskog prometa, funkcionalnog istraživačkog i tehnologijskog razvoja, upravljanje učincima globalizacije i ekoloških ciljeva održivog prometnog sustava [64]. Ovaj dokument predložene mjere svrstava u četiri kategorije [61]:

- Promjena ravnoteže između prometnih grana poboljšanjem kvalitete cesta, optimalnim korištenjem infrastrukture i modernizacijom željezničkog prometa, modernizacijom i integracijom zračnog prometa, integracijom morskih i unutarnjih plovnih putova te razvojem intermodalnosti;
- Eliminiranje uskih grla investiranjem u multimodalne teretne koridore, brzim putničkim mrežama, financiranjem infrastrukture;
- Postavljanje korisnika u centar prometne politike poboljšanjem putničke intermodalnosti, razvojem sustava gradskog prometa, ujednačavajući porezno opterećenje na gorivo, usklađivanjem načela naplate korištenja infrastrukturnih objekata;
- Upravljanje globalizacijom transporta jačanjem pozicije Europe na svjetskoj sceni, reprezentativnošću na internacionalnoj razini te ekstermalnom dimenzijom zračnog prometa.

Širenjem Europske unije dolazi do rasta prometnog opterećenja pogotovo na cestovnim prometnicama. Europska komisija prethodno navedenim mjerama nastoji zadovoljiti prometnu potražnju i ekonomski rast fokusirajući se na modele koje manje onečišćuju okoliš kao bitan čimbenik u postizanju održivog razvoja prometnog sustava.

S obzirom da je Europska unija i svjetska pomorska sila posebna pozornost se daje pomorskoj politici kao sastavnom dijelu prometne politike. 1972. godine u Parizu održana je konferencija vođa država članica Europske unije gdje je postignut dogovor o vođenju liberalne pomorske politike uz primjenu načela lojalne konkurencije čime brodovi članica Europske unije imaju jednak tretman unutar Unije. Na taj način trgovačka flota i brodogradnja su u funkciji korisnika pomorskih usluga Unije [61]. Nadležna tijela Unije aktivno kontroliraju pomoć koju države članice pružaju svojim brodarima i brodogradilištima te istražuju učinke takvih pomoći i reagiraju različitim mjerama. Posebna pozornost se posvećuje modernizaciji i ustroju morskih luka, sigurnosti plovidbe i zaštiti okoliša te modernizaciji trgovačke flote sukladno suvremenim tehnologijama transporta. Europska unija u okviru provedbe pomorske politike aktivno sudjeluje u radu brojnih međunarodnih organizacija kao što su: BIMCO (Baltička međunarodna pomorska konferencija – organizacija brodara i brokera), IMCO (Međudržavna pomorska konzultativna organizacija UN), IMO (Međunarodna pomorska organizacija), UNCTAD (Konferencija UN za trgovinu i razvoj), ILO (Međunarodna organizacija rada), FONASBA (Savez nacionalnih udruženja pomorskih brokera i agenata) [61].

Europska unija u okviru pomorske politike potencira međuobalno prometno povezivanje (*eng. Short sea shipping*) i razvoj morskih autocesta (*eng. Motorways of the Sea*). Potenciranje maksimalnog korištenja mora kao prometnog puta znači preusmjeravanje putničkog i teretnog prometa s kopna na more u što većoj mjeri. Kako bi se isto i realiziralo, nužno je odrediti strateške mjere i ciljeve učinkovite prometne i pomorske politike unutar svake države članice te uskladiti nacionalne politike s odrednicama pomorske i prometne politike Europske unije uz uvažavanje globalnih karakteristika svjetskog pomorskog tržišta [25]. Razvoj prometnog i pomorskog sustava zahtijeva adekvatnu strategiju razvoja cjelokupnog gospodarstva u poveznici s prometnim sustavom odnosno pojedinim prometnim granama.

Danas se stavlja naglasak na integriranu pomorsku politiku Europske unije, a ista se temelji na ideji da Unija usklađivanjem raznih povezanih aktivnosti u pogledu oceana, mora i obala može ostvariti veće prinose iz pomorskog prostora uz manji negativni utjecaj na okoliš. Cilj integrirane pomorske politike je jačanje takozvanog plavog gospodarstva koje obuhvaća sve pomorske gospodarske aktivnosti [66]. Europski parlament od samog početka aktivno podupire različite inicijative za uspostavu integrirane pomorske politike Unije. Stoga je Komisija o budućoj pomorskoj politici u svojim strateškim ciljevima za razdoblje od 2005. - 2009. godine pozvala na integrirani pristup politici u području pomorstva, a u listopadu 2007. godine pokrenula „Integriranu pomorsku politiku za Europsku uniju”. Integrirana pomorska politika

politički je okvir usmjeren na poticanje održivog razvoja svih pomorskih aktivnosti i obalnih regija poboljšanjem usklađivanja politika kojima se utječe na oceane, mora, otoke, obalne i najudaljenije regije te pomorske sektore, a glavni ciljevi i odgovarajuća područja djelovanja integrirane pomorske politike su sljedeći [66]:

- postizanje najvišeg stupnja održivog korištenja oceana i mora kako bi se omogućio rast pomorskih područja i priobalnih regija u pogledu pomorskog prometa, morskih luka, brodogradnje, radnih mjesta u pomorskom sektoru, okoliša i upravljanja ribarstvom;
- izgradnja baze znanja i inovacija za pomorsku politiku s pomoću sveobuhvatne europske strategije za istraživanje mora i pomorstva;
- poboljšanje kvalitete života u obalnim područjima poticanjem obalnog i pomorskog turizma, izradom strategije Zajednice za sprečavanje katastrofa i razvojem pomorskog potencijala najudaljenijih regija i otoka EU-a;
- promicanje vodeće uloge EU-a u međunarodnim pomorskim pitanjima pojačanom suradnjom na razini međunarodnog upravljanja oceanima i, na europskoj razini, europskom politikom susjedstva i sjevernom dimenzijom;
- povećanje vidljivosti pomorske Europe s pomoću internetske aplikacije „Europski atlas mora” kao načina isticanja zajedničke europske pomorske baštine i obilježavanjem godišnjeg Europskog dana pomorstva 20. svibnja.

Europski parlament ima značajnu ulogu u oblikovanju pomorske politike na području Europske unije pa se mogu istaknuti sljedeće aktivnosti [66]:

- 02.07.2013. donesena je Rezolucija o plavom rastu [67], a čime se nastoji revitalizirati potpora integriranoj pomorskoj politici i naglašava da će se strategijom plavog rasta, kao komponentom integrirane pomorske politike, poticati razvoj sinergija i usklađenih politika, čime će se stvoriti europska dodatna vrijednost;
- 22.10.2013. donesena je Uredba br. 1052/2013 o uspostavi Europskog sustava nadzora granica [68] čime se nastoji otkriti, spriječiti i suzbiti prekogranična kaznena djela i osigurati zaštitu života migranata;
- 16.01.2018. donesena je Rezolucija o međunarodnom upravljanju oceanima [69] odnosno plan za budućnost naših oceana u kontekstu ciljeva održivoga razvoja do 2030. godine;
- 27.03.2019. donesena je Zakonodavna rezolucija o Prijedlogu direktive Europskog parlamenta i Vijeća o smanjenju utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš [70]

gdje se spominje da je potrebno da korisnici ribolovnih alata koji sadržavaju plastiku razmotre alternative i sustave za ponovnu uporabu;

- 04.04.2019. donesena je Zakonodavna rezolucija o Prijedlogu direktive Europskog parlamenta i Vijeća o smanjenju utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš [71] gdje je cilj poboljšati razinu pomorske sigurnosti i onečišćenja na moru razvojem pomorskog osposobljavanja i certifikacije u skladu s međunarodnim pravilima i tehnološkim napretkom;
- 17.04.2019. donesena je Zakonodavna rezolucija o prijedlogu odluke Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi posebnog programa za provedbu Obzora Europa – okvirnog programa za istraživanja i inovacije [72];
- 28.11.2019. donesena je Rezolucija o Konferenciji UN-a o klimatskim promjenama [73] održanoj 2019. godine u Madridu u Španjolskoj, a ista poziva na globalne napore u borbi protiv klimatskih promjena;
- 15.01.2020. donesena je Rezolucija o europskom zelenom planu [74] gdje se podržava prijedlog Komisije o globalnom obvezujućem cilju zaštite i obnove biološke raznolikosti te se potiče Komisiju da morska dimenzija bude u potpunosti integrirana u zeleni plan i da se izradi „akcijski plan za oceane i akvakulturu”.

Osnovna karakteristika pomorskoputničkog prometa Europske unije je potpuno slobodno tržište. Iako oblikovanje i realizacija sustava prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno na prostoru Europske unije nije jednoznačno već uvelike ovisi o tradiciji, standardu države, pravnim okvirima te o prometnoj i pomorskoj politici, Europska unija potiče liberalizaciju pomorskog tržišta bez prisutnosti državnog protekcionizma, ograničenog protoka kapitala i kontrole konkurencije. Problematika pomorske kabotaže smješta u područje prometne politike Europske unije kao zasebne horizontalne sektorske politike [75]. Tržište pomorske kabotaže u Europskoj uniji podrazumijeva da brodovi bilo koje države članice Europske unije mogu servisirati obalni linijski pomorskoputnički promet u bilo kojoj od država članica uz zadovoljenje svih propisanih zakonskih okvira. U duhu navedenog, Europska unija ne dopušta ni subvencije za promet koje mogu narušiti tržišno natjecanje iako uredbe Zajednice dopuštaju javne subvencije za službe između kopna i otoka te one međuotočne, sve dok se one dodjeljuju transparentno i dok ne postoji diskriminacija među izvođačima usluga prijevoza [76]. Brojne brodske linije na području Europske unije bi se ukinule da se ne sufinanciraju od strane država na kojima se odvijaju što bi ugrozilo otočno stanovništvo koje ovisi o tim brodskim linijama.

3.1.2. Pomorska kabotaža u Europskoj uniji

Pojam pomorske kabotaže podrazumijeva prijevoz stvari i putnika između točaka koje se nalaze u jednoj državi. Tradicionalno je tržište kabotaže bilo rezervirano samo za domaće brodare, a posebno je osjetljivo bilo pitanje otočne kabotaže, tj. pružanje usluge prijevoza između kopna i otoka te među otocima [75]. Osnovno pravo svih članica Europske unije je ravnopravnost pružanja usluga i nemogućnost ijednog oblika diskriminacije.

Slobodno tržište pomorskoputničkog prometa regulirano je kroz zakonski okvir Uredbe vijeća Europske unije 3577/92 čime se obuhvaća tržišno natjecanje, državne potpore u brodarstvu kao i javna nabava. Uredbom se jamči sloboda pružanja usluga pomorskoputničkog prometa unutar država članica Europske unije svim brodarima iz Zajednice čiji su brodovi registrirani na području Europske unije, a da pri tom udovoljavaju svim propisanim uvjetima za obavljanje kabotaže unutar određene države članice.

Brodar iz Zajednice je [77]:

- a) državljanin jedne od država članica koji ima poslovni nastan u jednoj od država članica u skladu s propisima te države članice a bavi se brodarskom djelatnošću,
- b) brodarsko trgovačko društvo osnovano u skladu s propisima jedne od država članica, kojeg se glavno mjesto poslovanja nalazi u jednoj od država članica te se u njoj provodi djelotvorna kontrola,
- c) državljanin države članice koji ima poslovni nastan izvan Zajednice ili brodarsko trgovačko društvo koje ima poslovni nastan izvan Zajednice nad kojim kontrolu obavljaju državljani države članice ako su njihovi brodovi registrirani u Zajednici i viju zastavu države članice u skladu s njezinim propisima.

Uredba 3577/92 je važna zbog toga što uvodi načelo slobodnog pružanja usluga u sektor pomorske kabotaže, što znači da pružatelji usluga iz jedne države članice mogu obavljati pomorsku kabotažu u drugoj državi članici te pri tome ne smiju biti izvrgnuti diskriminaciji s obzirom na domaće osobe koje pružaju takve usluge, ali države članice mogu ograničiti slobodu pružanja usluga u ova tri slučaja [75]:

- a) mogu donijeti vlastite propise koji se odnose na posadu broda,
- b) mogu brodarima odrediti određene obveze javne usluge kako bi osigurale odgovarajuću uslugu prijevoza s otoka, do otoka i između otoka,

c) mogu zatražiti od Komisije uvođenje zaštitnih mjera ako dođe do ozbiljnog poremećaja na unutarnjem tržištu.

Propisi koji se odnose na posadu broda razlikuju se od države do države. Uobičajeno pravila o posadi broda donosi država zastave iako Europska komisija smatra da prvenstveno treba voditi računa o očuvanju načela slobode pružanja usluga. Ipak, u cilju ograničenja konkurencije na najosjetljivijim linijama, Uredba 3577/92 određuje da kod otočne kabotaže, država članica u kojoj se obavlja kabotaža može donijeti vlastita pravila glede posade broda koji obavlja otočnu kabotažu. Također, kod kopnene kabotaže i brodova za kružna putovanja država članica u kojoj se obavlja kabotaža može donijeti vlastita pravila glede posade ako je riječ o brodu manjem od 650 BRT. [77] Komisija smatra da država članica u kojoj se obavlja kabotaža može u pogledu pravila o sigurnosti i obučenosti te pravila o jeziku kojim se govori na brodu zahtijevati samo ono što se traži prema propisima Zajednice ili međunarodnim propisima koji su na snazi (Konvencije STCW i SOLAS), jer bi u suprotnome nerazmjerno ograničavala slobodu pružanja usluga [75].

3.1.3. Javne subvencije kao naknada za obveze javne usluge

Državna financijska potpora kao naknada za poticanje bilo kojeg oblika ili segmenta gospodarstva nije u skladu s tržišnim principima koje Europska Unija naglašava kroz svoju politiku održivog razvoja i rasta, ali postoje iznimke poput sustava državnih potpora za sektor pomorskog prometa na području Europske unije [78].

Ukoliko je određena država članica Europske unije dala državnu financijsku potporu kao naknadu za obvezu javne usluge, ista mora biti u skladu s propisima Zajednice, Uredbom 3577/92 i odredbama o državnim potporama Ugovora o osnivanju Europske zajednice [75]. U tom kontekstu dopušteno je sufinanciranje usluga od općeg gospodarskog interesa pa tako i obavljanje javnog prijevoza na brodskim linijama s obvezom javne usluge. Europska komisija u pravilu smatra da kompenzacija operativnih troškova, koji su nastali ispunjavanjem tih obveza, nije državna potpora [75].

Temeljem članka 4. Uredbe 3577/92 može se nametnuti obveza javne usluge ili sklopiti ugovor o javnoj usluzi, kao uvjet za pružanje usluga kabotaže, brodarskim društvima koja sudjeluju u redovnoj usluzi za, od ili između otoka [77]. Ugovori se sklapaju na razumno vrijeme trajanja što je prema smjernicama Europske komisije oko šest godina. Ugovori na dulja razdoblja mogu

dovesti do kreiranja privatnog monopola što nikako nije dopušteno. Sklapanju ugovora o javnim uslugama prethodi raspisivanje javnih natječaja. Natječaj mora biti transparentan i ne smije sputavati razvijanje konkurencije, a poziv na javni natječaj mora biti javno oglašen [75].

Naknada koja se iz javnih sredstava daje kao kompenzacija brodaru za obavljanje javne usluge uzimajući u obzir gospodarski interes temeljen na tržišnim načelima, ne smatra se državnim potporom ako su ispunjeni sljedeći uvjeti [75]:

- a) usluga koju obavlja brodar - primatelj potpore treba se smatrati javnom uslugom, a njegove obveze trebaju biti jasno definirane,
- b) kriteriji pomoću kojih je naknada izračunata moraju biti unaprijed određeni na objektivnan i transparentan način kako bi se spriječilo davanje ekonomske prednosti kojom bi se u povlaštenu položaj stavljao primatelj potpore u odnosu prema svojim konkurentima,
- c) naknada ne smije premašivati iznos potreban da bi se pokrili svi troškovi ili dio troškova obavljanja javne usluge,
- d) ako brodar, koji obavlja javnu uslugu u konkretnom slučaju, nije odabran na temelju postupka javne nabave, visina naknade utvrđuje se prema troškovima koje bi imao tipični poduzetnik koji je sposoban obavljati takvu uslugu.

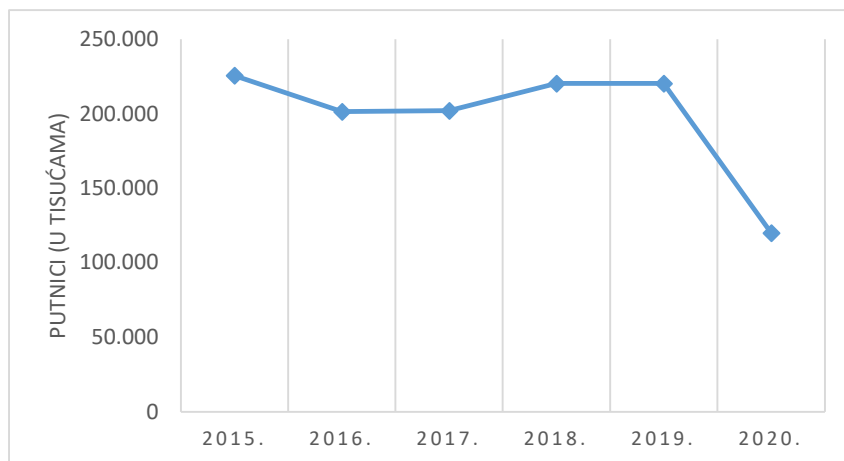
Iznos naknade ne smije premašivati iznos koji je nužan za pokrivanje troškova nastalih uslijed obveze pružanja javnih usluga prijevoza uzimajući u obzir čitav prihod ostvaren pružanjem usluge i razumnu dobit [78]. Naknadom se pokrivaju svi troškovi nastali obavljanjem usluge, a odnose se na sve varijabilne troškove (troškovi goriva, lučke naknade i pristojbe, agencijski troškovi, osiguranje, porezi) i razmjerni udio fiksnih troškova (opći troškovi uprave i stručnih službi te operativni troškovi broda – plaće posade sa svim potrebnim davanjima, troškovi prehrane posade, održavanje i popravci, klasifikacijski pregledi, troškovi komunikacija broda s kopnom i slično) i odgovarajući prinos na vlastiti kapital koji je bio dodijeljen usluzi [78].

3.2. ANALIZA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PODRUČJU EUROPSKE UNIJE

Prema podacima za 2019. godinu gotovo jedna petina ukupne svjetske flote odnosi se na brodove koji plovo pod zastavama država članica Europske unije [79], a među njima značajan udio otpada na pomorskoputnički promet. O važnosti pomorskoputničkog prometa u Europi govori i činjenica da se od dvadeset najvećih svjetskih putničkih luka njih čak trinaest nalazi u

Europi. [24] Više od polovine pomorskih luka na području Europske unije su pomorskoputničke luke gdje se samo u 2018. godini ukupno ukrcalo 437 milijuna putnika [79].

Graf 1. prikazuje kretanje broja ukranih putnika, isključujući putnike na kružnim putovanjima, u lukama Europske unije u razdoblju od 2015. godine do 2020. godine.



Graf 1. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Europske unije u razdoblju od 2015. do 2020. godine

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Eurostata, www.ec.europa.eu (pristupljeno 21.08.2021.)

Evidentno je da kroz luke Europske unije prođe značajan broj putnika čak i ako se izuzmu putnici na kružnim putovanjima.

Sjevernoeuropske luke su prvenstveno međunarodne morske luke dok su južne, odnosno mediteranske, luke prije svega nacionalne putničke luke [4]. Većina pomorskog prijevoza putnika (osim putnika na krstarenju) na području Europske unije odvija se među luka u okviru nacionalnih granica, čak 63%, [80] što ukazuje na dominaciju nacionalnih trajektnih usluga u pomorskoputničkom prijevozu Europske unije. Italija i Grčka su lideri u realizaciji istog [80]. Upravo su te dvije države uz Republiku Hrvatsku, s obzirom na razvedenost obale i organizaciju povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno, reprezentativni primjeri pomorskoputničkog prometa na području Europske unije.

U ovom dijelu doktorske disertacije se analizira prometno povezivanje otoka s kopnom i otoka međusobno u tri reprezentativne pomorske države (Italija, Grčka i Hrvatska) s ciljem prikaza funkcioniranja obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na tlu Europske unije.

3.2.1. Obalni linijski pomorskoputnički promet Italije

Talijanska obala duga je 7.375 km, a dotiču je Ligursko, Tirensko, Jadransko i Jonsko more. Najveći poluotoci su: Gargano, Kalabrija, Salentina, a najveći zaljevi: Genovski, Tarantski i Venecijanski. Zapadni dio obale je razvedeniji te su najveći otoci: Sicilija (25 711 km²), Sardinija (24 090 km²) i Elba (223,5 km²), slijede Sant'Antioco, Pantelleria, San Pietro, Asinara, Ischia, Lipari, Salina, Giglio, Vulcano, Lampedusa, La Maddalena, Favignana, Capri, Capraia, Caprera, Maréttimo, Montecristo, Stromboli [81]. Koeficijent razvedenosti obale za Italiju iznosi 1,37 [1]. Slika 1. prikazuje Italiju gdje je vidljiva razvedenost obale i položaj najvećih otoka.



Slika 1. Karta Italije

Izvor: <https://geology.com/world/italy-satellite-image.shtml> (pristupljeno 02.11.2022.)

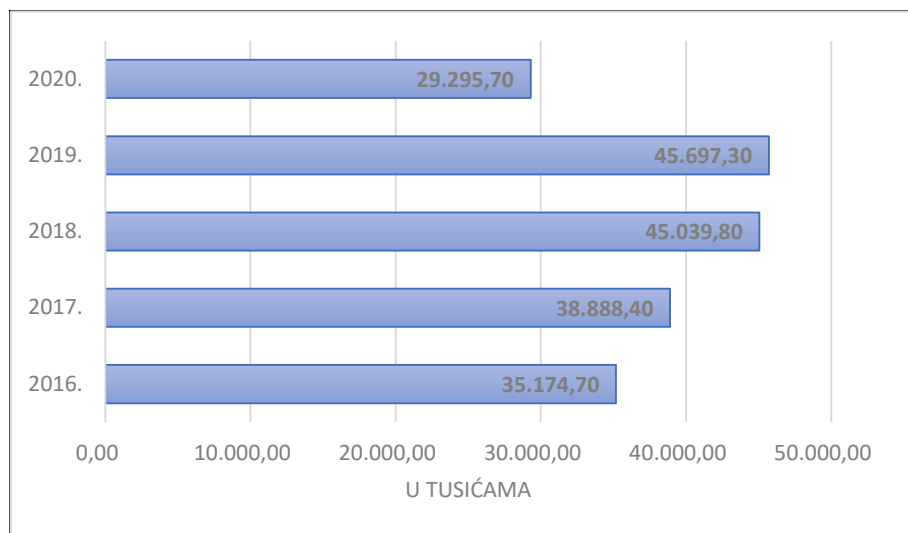
Otoci su s kopnom i međusobno prometno povezani trajektnim i brzobrodskim linijama. Uredba 3577/92 o primjeni načela slobodnog pružanja usluga na pomorski promet u državama članicama primjenjuje se u Italiji od prvog dana stupanja na snagu 01.01.1993. godine s tim da se na otočnu kabotažu primjenjuje tek od 01.01.1999. godine iako su inozemne kompanije i prije tog datuma mogle pružiti uslugu otočne kabotaže ako istu servisiraju brodom pod talijanskom zastavom [78]. Glavne i najprometnije talijanske luke (posebno za otoke Siciliju i Sardiniju) su: Genova, Livorno, Civitavecchia, Fiumicino, Napulj i Villa San Giovanni. Upravljanje lukama, gradnja, održavanje, ulaganje u lučku suprastrukturu i infrastrukturu je u

nadležnosti državne administracije odnosno Ministarstva transporta i infrastrukture [82]. Također, pod centralnom državnom upravom je odgovornost za nacionalni prometni sustav i infrastrukturu dok je pod regionalnom nadležnošću sustav pomorskoputničkog prometa [82]. Vlada svake pomorske regije u Italiji samostalno određuje brodske linije, njihovu učestalost i cijene punih karata na svakoj pojedinoj brodskoj liniji te iznose sufinanciranja brodskih linija. Regija Campania, koja je prva na području Italije osnovala sustav pomorskog povezivanja s devet brodskih linija, je primjer ostalim talijanskim regijama. Sustav je zamišljen kao morski metro sustav odnosno alternativa cestovnom prometu s ciljem unapređenja javnog prometa, rasterećenja cestovnog prometa i smanjenja negativnog utjecaja prometa na okoliš [83]. Gotovo cjelokupni cjelogodišnji pomorskoputnički promet u Italiji održava državna tvrtka Tirrenia group dok sezone brodske linije kojima se povezuje kopno sa Sicilijom, Sardinijom i okolnim sardinijskim otocima te otočjima koja se nalaze u neposrednoj blizini istočne talijanske obale su komercijalne linije [78].

Minimalni propisani zahtjevi kojima moraju udovoljavati operateri na linijama od javnog interesa detaljno su propisani u relevantnim javnim zakonskim aktima, a odnose se na učestalost usluge, red plovidbe, cijene prijevoza, karakteristike broda i visinu maksimalne potpore nužne za održavanje određene brodske linije [78]. Odabir brodarra vrši se putem javnih natječaja. Zainteresirani brodari šalju svoje ponude na raspisani natječaj, a odabire se brodar koji zadovoljava sve propisane tehničke uvjete i zahtjeva najnižu financijsku potporu. Iznos financijske potpore je fiksna i isplaćuje se kvartalno dok regionalno tijelo nadležno za provođenje ugovora prikuplja sve priljeve novca od prodaje putnih karata. Ugovori se potpisuju na pet godina [78]. Cjelogodišnje državne linije uglavnom održava državni brodar Gruppo Tirrenia uz prisustvo konkurencije u ljetnim mjesecima [78].

Važnost modernizacije flote koja opslužuje brodske linije od javnog interesa se očituje i kroz odobrenje zakona kojim se omogućuje regionalnim vlastima sufinanciranje gradnje novih brodova i obnovu postojećih desetogodišnjim programom vrijednim 250 milijuna eur-a [84].

Značaj obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Italiji definira se kroz promet putnika u nacionalnoj plovidbi. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Italije u razdoblju od 2016. do 2020. godine prikazuje Graf 2. Na nacionalni pomorskoputnički promet otpada 87,73% ukupnog pomorskoputničkog prometa na području Italije [4].



Graf 2. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Italije u razdoblju od 2016. do 2020. godine

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Eurostata, www.ec.europa.eu (pristupljeno 21.08.2021.)

Neprofitabilne brodske linije, koje su usmjerene na zadovoljavanje potreba otočnog stanovništva, sufinanciraju se javnim sredstvima. Javne natječaje, kojima se određuje brodar za održavanje određene brodske linije te visina financijske potpore, provodi Vlada, a visina financijske potpore ovisi o iznosu troškova neophodnih za održavanje određene brodske linije [76].

U kategoriji troškova uzimaju u obzir sljedeći parametri [76]:

1. Godišnji trošak

- a) vrijednost broda
- b) opadanje vrijednosti i financijski troškovi broda
- c) opadanje vrijednosti opreme
- d) osiguranje

2. Mjesečni troškovi u aktivnom razdoblju

- a) održavanje i inspekcije razreda
- b) troškovi posade

3. Mjesečni troškovi u razdobljima mirovanja

- a) održavanje
- b) troškovi parkinga

4. Troškovi po nautičkoj milji

- a) potrošnja goriva
- b) potrošnja maziva

5. Troškovi u usputnim lukama

- a) lučke naknade za ulazak i napuštanje luke
- b) naknade za vez
- c) sidrenje i isplovljavanje.

Naknada za obavljanje javne usluge u pomorskom prometu u svrhu povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno u okviru države ovisi o odnosu prethodno navedenih troškova i ostvarenih prihoda od prodanih putnih karata. Kako iznos operativnih troškova održavanja određene brodske linije premašuje iznos ostvarenih prihoda za nerentabilne brodske linije, neophodna je financijska potpora od strane države da bi se iste održavale.

Koncept kreiranja cijena karata u okviru linijskog pomorskoputničkog prometa Italije počiva na podjeli na nisku, srednju i visoku sezonu koja je pojmovno vezana za visinu cijene karata, a učestalost putovanja. Otočne cijene karata su povoljnije i prakticiraju se na linijama od javnog interesa dok sezonske komercijalne linije imaju jedinstvenu cijenu putnih karata [78]. Odnosom ostvarenih prihoda od prodaje putnih karata i troškova za održavanje brodske linije se određuje iznos potrebne potpore za servisiranje nerentabilnih brodskih linija unutar sustava.

3.2.2. Obalni linijski pomorskoputnički promet Grčke

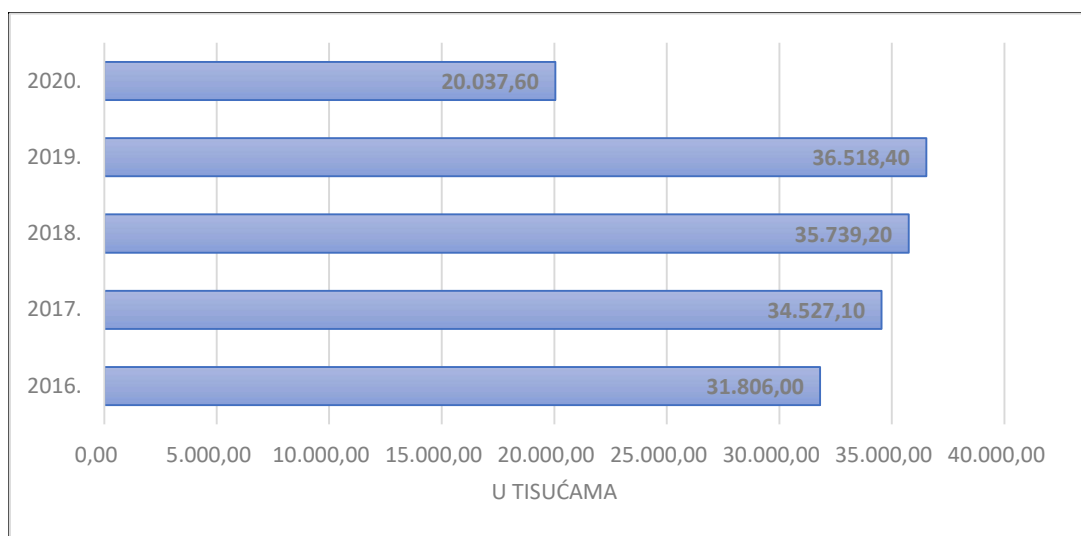
Grčka se nalazi na strateškom geografskom položaju kao spona između Europe, Crnog mora i Bliskog istoka s izrazito razvedenom obalom dužine 13 676 km [81]. Ima oko 2.000 otoka koji čine 16 % ukupne površine Grčke, a svrstani su u tri skupine: Cikladi, Sporadi i Jonski otoci. Naseljenih otoka je 227. Veći otoci su: Kreta (8336 km², najveći grčki otok), Eubeja (3670 km²), Lezbos (1632,8 km²), Rodos (1401 km²), Hios (842,7 km²), Kefalonija (734 km²), Krf (585,3 km²) [81]. Koeficijent razvedenosti obale za Grčku iznosi 3,84 [1]. Slika 2. prikazuje Grčku gdje je vidljiva razvedenost obale i položaj najvećih otoka.



Slika 2. Karta Grčke

Izvor: <https://www.superjoden.nl/karta-grcke.html> (pristupljeno 02.06.2022.)

Pomorski promet ima veliko značenje u prometnom povezivanju otoka s kopnom i otoka međusobno u Grčkoj te je prisutna dobra povezanost brodskim i trajektnim linijama između mnogobrojnih otoka i kontinenta [81]. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Grčke u razdoblju od 2016. do 2020. godine prikazuje Graf 3 .



Graf 3. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Grčke u razdoblju od 2016. do 2020. godine

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Eurostata, www.ec.europa.eu (pristupljeno 21.08.2021.)

Od ukupnog pomorskoputničkog prometa Grčke 95,48 % otpada na nacionalni pomorskoputnički promet što isto tako ukazuje na važnost sustava pomorskoputničkog prometa [4].

Trajektne linije unutar državnih granica povezuju 116 naseljenih otoka s kopnom, na kojima živi oko 14,2% ukupnog stanovništva [85]. Na području Grčke postoji oko 150 luka u kojima se dnevno odvija oko 1.000 trajektnih ticanja u okviru sustava pomorskoputničkog prometa [86]. Glavne luke su Solun, Pirej, Igumenica, Patras i Iraklion. Lukama upravlja država kao većinski vlasnik [81].

Problemi u kvaliteti lučke infrastrukture su sljedeći [87]:

- nedostatak putničkih terminala,
- nedovoljna zaštita od vremenskih nepogoda,
- ograničena povezanost sa cestovnom mrežom i stvaranje velikih gužvi,
- relativno niska uporaba informacijskih tehnologija,
- nedostatak sidrišta za brze brodove i trajekte.

Trajektni segment pomorskog tržišta u Grčkoj servisira 58 operatera koji opslužuju sedam regija odnosno ukupno 365 brodskih linija različitih plovidbenih ruta, koje se mogu podijeliti na [86]:

- 84 subvencionirane linije,
- 30 kratkih brodskih linija i
- 242 komercijalne brodske linije.

70 % ukupnog obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa odvija se na području Egejskog mora.

Brodske linije koje ekonomski nisu isplative, odnosno neprofitabilne brodske linije su sufinancirane od strane države kroz javne natječaje za zadanim vrijednostima fiksnih prihoda, definiranim rutama i plovidbenim redovima [86]. Vlada kroz natječaje iskazuje maksimalni iznos potpore za održavanje određene brodske linije i minimalne uvjete koji moraju biti zadovoljeni, a odabire odgovarajućeg broдача i brod s najmanjim traženim iznosom subvencije [86]. Minimalni zahtjevi koji moraju biti ispunjeni su [86]:

- plovidbena ruta,
- kapacitet broda,

- posjedovanje zamjenskog broda,
- vrijeme održavanja brodske linije tijekom godine (minimalno 10 mjeseci na nivou godine),
- usklađenje s nacionalnim standardima o sigurnosti,
- jednakost među korisnicima i
- maksimalna starost broda 30 godina.

Sufinanciranje neprofitabilnih linija se vrši i direktno kroz profitabilne linije na način da svaka putna karta na profitabilnim linijama sadrži iznos doplate u visini od 3 % od cijene putne karte što se preusmjerava na financiranje neprofitabilnih linija [86] dok je godišnji iznos financijskih potpora za prometno povezivanje otoka s kopnom i otoka međusobno iznosio 130.808.000 eura za 2021. godinu [88].

Sve državne trajektne linije u okviru sustava linijskog pomorskoputničkog prometa su pod nadležnosti Ministarstva trgovačke mornarice i Ministarstva pomorstva i otočne politike koji su odgovorni za reguliranje i nadzor cjelokupnog sektora.

Potražnja na ovom tržištu je izrazito sezonskog karaktera pa se u kolovozu preveze 23 % od ukupno prevezenih putnika na nivou godine dok se u veljači preveze svega 2 % putnika [86]. Razlog ovome je povećani broj turista u sezoni, ali i znatnijem kretanju otočnog stanovništva.

U posljednja dva desetljeća se znatno ulaže u modernizaciju flote i izgradnju novih i bržih brodova, a sve brodarske kompanije i brodovi su u privatnom vlasništvu [86].

Unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Grčke teži se modernizaciji sustava, smanjenju utjecaja sezonskog karaktera i podizanju razine kvalitete usluge pa je tako tijekom 2022. godine vijeće za obalni promet odobrilo sufinanciranje tri nove cjelogodišnje trajektne linije (relacije. Tilos-Kos, Rodos-Chalki-Karpatos-Kassos-Sitia, Krfsko-Dijapontski otoci) u cilju podizanja kvalitete sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa prvenstveno za otočno stanovništvo [89].

3.2.3. Obalni linijski pomorskoputnički promet Hrvatske

Hrvatska obala s otocima spada u najrazvedenije obale na svijetu i čini drugo po veličini otočje Sredozemlja obuhvaćajući gotovo sve otoke obale istočnog i središnjeg dijela Jadrana. Otoka, otočića i hridi ima 1.246 i zauzimaju 5,75% površine hrvatskog kopna, ali im zbog naglašene

razvedenosti pripada više obale od kopna odnosno 69,5% ukupne obale [90]. Razvedenost obale i brojnost otoka i otočića u Republici hrvatsko je razvidna iz Slike 3.



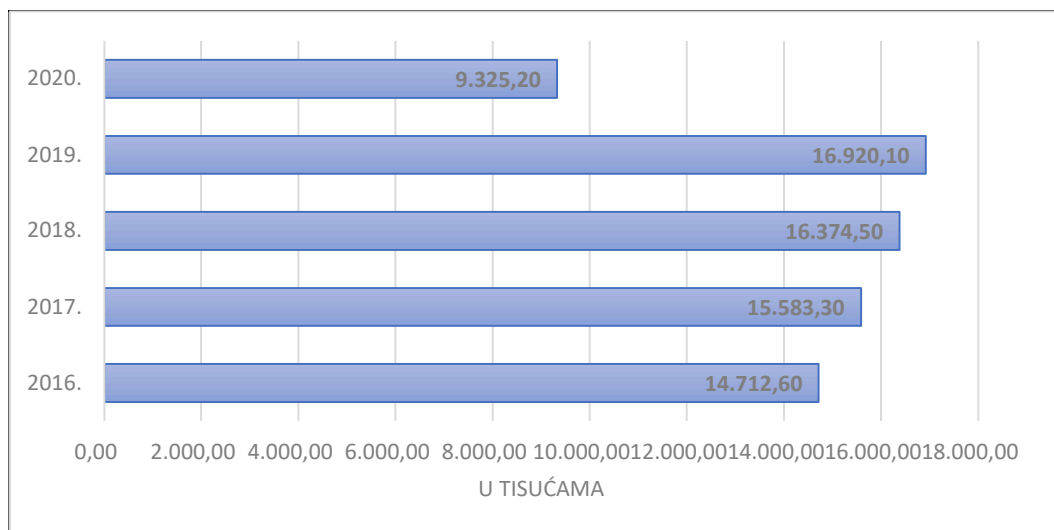
Slika 3. Karta Republike Hrvatske

Izvor: <https://hsk.com.hr/geografske-karte/zidne-karte-2/republika-hrvatska-2/> (pristupljeno 06.11.2021.)

Koeficijent razvedenosti obale za Republiku Hrvatsku iznosi 11,1 [1]. Stalno naseljenih otoka ima 49 [91], a prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno uređena je kroz sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj pruža redovitu prometnu povezanost između 73 otočne i 22 kopnene luke [92]. Redoviti javni prijevoz u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu u Republici Hrvatskoj važećom Odlukom o određivanju državnih linija u javnom prijevozu u linijskom obalnom pomorskom prometu iz 2016. godine, te izmjenom i dopunom Odluke iz 2020. godine obuhvaća 51 državnu liniju, koje održava 13 brodara s ukupnom flotom od 82 broda [93].

Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Republike Hrvatske u razdoblju od 2016. do 2020. godine prikazuje Graf 4. gdje je vidljivo da značajan broj putnika se preveze sustavom obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.



Graf 4. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Republike Hrvatske u razdoblju od 2016. do 2020. godine

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Eurostata, www.ec.europa.eu (pristupljeno 21.08.2022.)

Analizirajući Graf 4. razvidno je da je uslijed pandemije virusom Covid – 19 došlo do značajnog poremećaja na ovom tržištu. Republika Hrvatska nije izuzetak s obzirom da je uočen sličan trend i u drugim pomorskim državama.

Ulaskom u Europsku uniju, Republika Hrvatska opredjeljuje se za slobodan protok roba, kapitala i ljudi odnosno liberalizaciju pomorske kabotaže primjenom Uredbe Vijeća br. 3577/92 propisane od strane Europske unije. Slijedom navedenog, Republika Hrvatska je prije ulaska u Eurospku uniju i nakon ulaska 01.07.2013. godine prilagođavala zahtjevima Europske unije zakonske okvire, pravila i propise koji se odnose na odvijanje sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Regulatorno tijelo na području Republike Hrvatske za linijski putnički promet je Agencija za obalni linijski pomorski promet. Najznačajnija uloga Agencije za obalni linijski pomorski promet je odabir brodarka na državnim trajektnim, brodskim i brzobrodskim linijama u javnom obalnom linijskom pomorskom prometu temeljem provedenih javnih natječaja i sklapanje ugovora s odabranim brodarima kao i nadzor nad njihovim izvršavanjem [93]. Kroz natječajnu dokumentaciju se daje primjer plovidbenih redova, najveća moguća cijena prijevoza po svim kategorijama i najveći mogući iznos naknade za obavljanje javne usluge pomorskog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno na državnim brodskim linijama [93]. Nerentabilnim brodskim linijama unutar sustava pripada naknada za održavanje javnih usluga od gospodarske važnosti, jer bez takvog oblika sufinanciranja iste se ne bi mogle održavati.

Naknadom odnosno financijskom potporom se pokriva razlika između ostvarenih prihoda i operativnih troškova uz mogućnost ostvarenja razumne dobiti. Agencija nadzire korištenje sredstava državnog proračuna za održavanje pomorskih veza s otocima. Država na ime naknada za održavanje sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa godišnje izdvaja oko 316 milijuna kuna [94].

Republika Hrvatska ima razrađenu Strategiju pomorskog razvitka i integralne pomorske politike s ciljem da Republika Hrvatska postane razvijena i prepoznatljiva pomorska država kroz politike i inicijative održivog rasta gospodarske aktivnosti na moru i u priobalju, jačanje utjecaja hrvatskog pomorskog sektora na europskom i svjetskom tržištu, vrednovanje iznimnog geografskog položaj Jadranskog mora i njegovih ekoloških značajki, kao i razvoja visokih tehnologija i usluga u pomorstvu na temeljima tradicionalnih znanja i usvojenih sposobnosti, vodeći osobitu brigu o visokoj dostupnosti učinkovitih i modernih javnih usluga u pomorstvu, zaštiti morskog okoliša i sigurnosti plovidbe [92]. Zato su nužne promjene u zakonodavstvu, otvaranje tržišta, modernizacija flote, transformacija stavova javnosti i značajan angažman države [92].

Detaljnija razrada organizacije i stanja obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske je dana u šestom poglavlju.

Analizom sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Italiji, Grčkoj i Republici Hrvatskoj zaključuje se da su spomenute pomorske države prihvatile propise Europske unije zadržavajući vlastito uređenje prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno gdje je to bilo moguće. S obzirom na tradiciju i određene specifičnosti u funkcioniranju i potrebama tržišta, a i zaštitu vlastitog identiteta, očekivano je zadržavanje određene razine samostalnog funkcioniranja uz uvjet da se tržište liberalizira bez prisutnosti ikakvih monopola i neregularnih ograničenja. Primjetno je da je većina brodskih linija kojima se povezuju otoci s kopnom i otoci međusobno u nemogućnosti pokrivati operativne troškove isključivo iz ostvarenja prihoda od pružanja usluge pa je nužna naknada od strane države za realizaciju takvih brodskih linija. Naknade za obavljanje javnih usluga u pomorskom prometu se određuju na jednak način u svim pomorskim državama Europske unije. Načini reguliranja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je u skladu s odredbama Europske unije što podrazumijeva transparentnost u raspisivanju javnih natječaja i odabiru brodarar. Naknade koje se uplaćuju brodarima se i nadziru te se eventualno preplaćeni iznos mora vratiti. Zaključuje se da je obalni linijski pomorskoputnički promet složena problematika u svim pomorskim zemljama te da je

cilj revitalizirati sustav u cilju podizanja kvalitete usluga i zadovoljenja potreba prvenstveno otočnog stanovništva. Revitalizacija se može postići modernizacijom flote i luka, uvođenjem novih linija, racionalizacijom operativnih troškova kao posljedicu smanjenja potrošnje pogonske energije, smanjenjem emisije štetnih plinova u atmosferu, optimizacijom sustava i uvođenjem novih tehnologija. Značaj sustava se očituje kroz količinu prevezenih putnika u promatranim pomorskim državama iako se u 2020. godini uočava pad putnika uslijed pandemije izazvane virusom Covid-19. Analiza podataka ukazuje na jednaku reakciju tržišta na izvanrednu kriznu situaciju kao što je bila ova. Zaključuje se da je tržište izrazito podložno utjecajima iz okruženja.

4. ODRŽIVI RAZVOJ OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Sustavom obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa povezuju se otoci s kopnom i otoci međusobno pa je samim time sustav od izuzetne važnosti za funkcioniranje otoka i otočnog stanovništva. Da bi sustav u najvećoj mogućoj mjeri bio u funkciji kvalitete života na otoku ali i razvoja otoka, nužno je ulaganje u stalan razvoj sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa što je složen proces koji obuhvaća čitav niz aktivnosti. Cilj je osigurati dugoročno održiv sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa kojim će se u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljiti svi dionici.

Slijedom navedenog, četvrto poglavlje disertacije predstavlja objašnjenje pojma održivog razvoja u prometu te elemente održivog sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

4.1. POJAM ODRŽIVOG RAZVOJA U PROMETU

Koncept održivog razvoja može se definirati kao svojevrsno upravljanje i očuvanje prirodnih resursa uz orijentaciju na tehnološke i institucionalne promjene u cilju postizanja i održavanja zadovoljenja čovjekovih potreba za sadašnje i buduće naraštaje [25]. Održivi razvoj podrazumijeva zadovoljenje potreba čovječanstva u sadašnjosti bez ikakve ugroze zadovoljenja potreba budućih generacija. Stoga, koncept održivog razvoja mora uključivati sve dionike kao ključni mehanizam u realizaciji održivog razvoja [96]. Koncept održivog razvoja zasniva se na zapažanju da se gospodarstvo, okoliš i društveni napredak više ne mogu razdvajati [97]. Za razliku od ostalih pristupa upravljanja, upravljanje održivim razvojem obuhvaća splet raznovrsnih znanja i vještina stečenih izučavanjem društvenih znanosti i različitih područja prirodnih i tehničkih znanosti [25].

Načela održivog razvoja su [25]:

- 1) poštivanje i briga za životnu zajednicu,
- 2) poboljšanje kakvoće života,
- 3) zaštita vitalnosti i raznolikosti Zemlje,
- 4) minimiziranje iscrpljivanja neobnovljivih resursa,
- 5) poštivanje granica prihvatljivog kapaciteta Zemlje,
- 6) promjene u osobnim stavovima i postupcima,

- 7) omogućavanje zajednicama da skrbe o vlastitom okolišu,
- 8) stvaranje nacionalnog okvira za integraciju razvoja i zaštite,
- 9) stvaranje globalnog saveza.

Održivi razvoj, razmotren kao svojevrsni koncept strateškog usmjerenja, predstavlja osnovu na kojoj je moguće temeljiti javne politike u funkciji razvoja prometa i pomorstva, a razvojem prometa i pomorstva se utječe na razvoj gospodarstva [25]. Navedeno implicira da bi održivi razvoj trebao biti sastavni dio svih strateških dokumenata razvoja prometa i pomorstva.

Učinkovit prometni sustav zasigurno je jedan od temeljnih uvjeta za uspješan gospodarski razvoj svake suvremene države pa se samim time teži osigurati dugoročno održivi razvoj prometnog sustava. Međutim, postoji određena razina bojazni da će razvoj prometa negativno utjecati na okoliš pa stoji razmišljanje o poboljšanju postojećih sustava uz imperativ očuvanja okoliša [98]. Potrebno je postići ravnotežu između prednosti koje promet pruža u razvoju gospodarstva i društva u cjelini te nepovoljnih utjecaja koji se javljaju njegovim rastom. Navedeno je ujedno i jamstvo dugoročne opstojnosti i uspješnosti čemu prometni sustav mora težiti [26].

Ne postoji standardna definicija održivosti prometnog sustava, već se održivost prometnog sustava uglavnom definira kroz utjecaje sustava na gospodarstvo, okoliš i društvo. Bavljenje održivošću prometnih sustava važna je aktivnost što dokazuje i sve veći broj inicijativa diljem svijeta za definiranje i mjerenje održivosti u planiranju prijevoza i pripadajuće infrastrukture [96]. U sklopu izazova budućeg razvoja prometnog sustava svakako je jedan od najvažnijih onaj koji se odnosi na integraciju ekoloških i okolišu usmjerenih ciljeva [26]. Zato je potrebno u najvećoj mogućoj mjeri ograničiti negativan utjecaj prometa kroz poticanje intermodalnosti, razvoj inteligentnih transportnih sustava i optimiziranja postojećih prometnih sustava.

4.2. ELEMENTI ODRŽIVOSTI OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno, kao dio prometnog sustava, je ključna za razvoj otoka i njegovog gospodarstva, pogotovo za otoke kojima se može pristupiti samo morem. U protivnom otoci ostaju izolirana područja koja su tako blizu, a tako daleko, bez mogućnosti razvoja i jednakih uvjeta kao na kopnu [98]. S druge strane, s obzirom da cestovni promet uzrokuje sve više ekoloških i društvenih problema kao što su zagušenja cesta, zagađenje

zraka, prometne nesreće, buka, visoka razina potrošnje energije i slično, sveprisutnije je predlaganje mjera kojima bi se isto umanjilo. Jedna od mjera je veće iskorištavanje pomorskog prijevoza posebno u situacijama kada je takav oblik prijevoza ekonomičniji i efikasniji s raznih aspekata [97]. Zato se danas sve više potiče koncept morskih autocesta što treba uključiti u sve strategije razvoja, buduće aktivnosti i javno financiranje [99]. Aktiviranje ovog koncepta u pomorskoputničkom prometu bi bilo brzo i poticajno uz relativno jeftinu i jednostavnu eksploataciju postojeće infrastrukture [100]. Priobalnim prometnim povezivanjem nastoji se rasteretiti opterećene cestovne pravce i kao alternativu ponuditi pomorski promet, a u tom procesu luke postaju strateške točke u kojima je nužno izbjeći prometna zagušenja te smanjiti troškove kako bi se nadoknadile manjkavosti alternativnih putova (prilazni putovi, protočnost) [101].

Cilj je osigurati dugoročno održiv sustav prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno pružanjem kvalitetne usluge i zadovoljenjem svih dionika sustava pa koncept održivog razvoja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa obuhvaća:

- društvenu održivost,
- ekološku održivost i
- ekonomsku održivost.

4.2.1. Društvena održivost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa treba se stalno razvijati kako bi maksimalno ispunio svoju osnovnu zadaću, a to je kvalitetno i učestalo prometno povezivanje otoka s kopnom i otoka međusobno čime se direktno utječe na standard života otočnog stanovništva. Na taj način se umanjuju razlike u kvaliteti života između otočnih prostora i kopna odnosno omogućuje se zadržavanje stanovništva na otočnim prostorima. Učestala i redovita dostupnost kopna otočanima osigurava zadovoljenje svih životnih potreba odlaskom na kopno, ali na taj način i sve potrebno za ugodu života dolazi na otok. Otoku i otočnom stanovništvu je prijeko potrebna direktna povezanost s kopnom, jer iako život na otoku ima mnoge prednosti, otočani zbog brojnih sadržaja moraju odlaziti na kopno, kako bi nadomjestili nedostatke života na otoku kao što su nemogućnost zaposlenja i obrazovanja, neodgovarajuća zdravstvena njega, manjak društvenih i kulturnih sadržaja i ostalog [6]. Prometnom povezanošću uvjetuje se i razvoj otočnog gospodarstva što direktno utječe na otočno stanovništvo i standard života na otocima. Povećanim brojem brodskih linija, podizanjem kvalitete usluge, većim komforom na

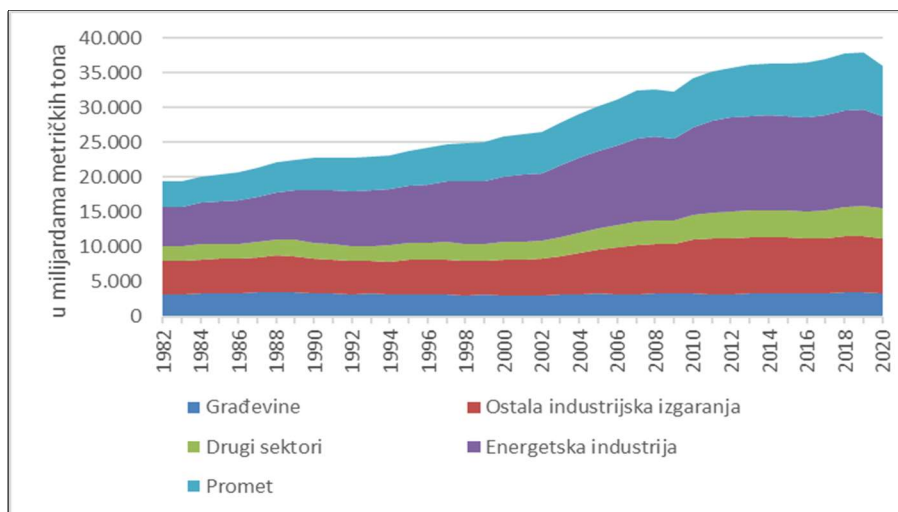
brodovima, smanjenjem cijene putnih karata, modernizacijom flote i uvođenjem novih tehnologija osigurava se održivost sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s društvenog aspekta.

Razvojem sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa treba zadovoljiti potrebe svih dionika sustava, a to su: otočno stanovništvo, turisti, država i brodari. Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je prvenstveno u funkciji zadovoljenja potreba otočnog stanovništva, ali ujedno direktno potiče gospodarstvo i turizam pa je nužno da se prilagodi u najvećoj mogućoj mjeri korisnicima usluge s naglaskom na plovidbene radove [102]. Priobalnim prometnim povezivanjem se mora ispuniti očekivanja korisnika usluge o brzini (uključujući i brzinu na moru), pouzdanosti, fleksibilnosti, učestalosti, sigurnosti tereta i atraktivnosti cijene čime se stvara novi prikaz prometnih usluga što bi trebalo prenijeti svim korisnicima prometnih usluga kako bi o načinu transporta mogli odlučiti na temelju činjenica [101]. Ključni elementi realizacije obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa su, također, država i brodari koji servisiraju sustav. Raznolikost dionika utječe na složenost realizacije i oblikovanja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

4.2.2. Ekološka održivost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa

Pomorski promet ima i negativne učinke koje treba u najvećoj mogućoj mjeri ograničiti i eliminirati. Sve mjere koje se odnose na pomorski promet, odnose se i na sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Jedan od najvećih problema je zagađenje okoliša iz prometa pa tako i pomorskog prometa. Kretanje emisije CO₂ iz prometa u odnosu na druge sektore u razdoblju od 1982. do 2020. godine prikazuje Graf 5.

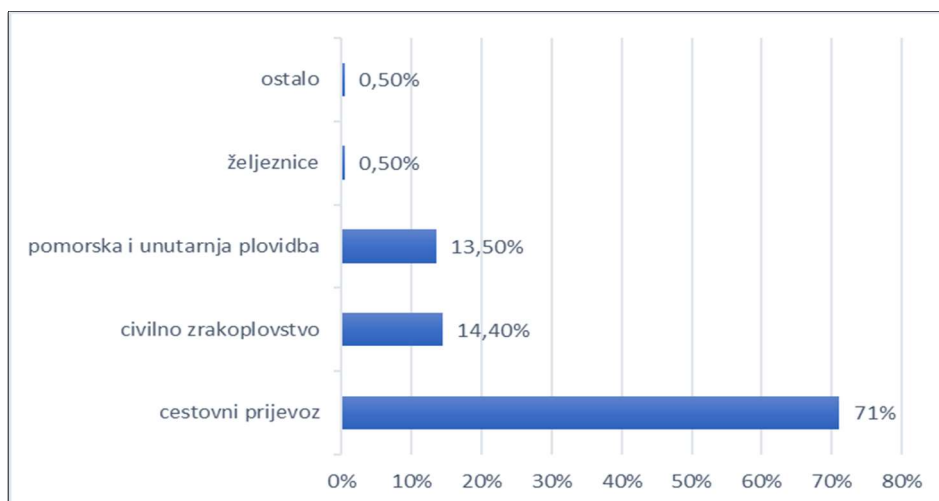


Graf 5. Emisija CO₂ po sektorima u razdoblju od 1982. do 2020. godine

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Statista, www.statista.com (pristupljeno 02.01.2022.)

Analizirajući Graf 5. zaključuje se da je emisija štetnih plinova, uključujući i CO₂, u stalnom porastu u promatranom razdoblju. Značajan udio prometa u zagađenju atmosfere upućuje na nužne reakcije i kontrolu zagađenja u najvećoj mogućoj mjeri. Bez nužnih aktivnosti potpomognutih zakonskim regulativama u smanjenju emisije štetnih plinova u atmosferu, nema održivosti ni opstanka.

Udio pomorskog prometa u ukupnom zagađenju iz sektora prometa prikazuje Graf 6.



Graf 6. Emisije stakleničkih plinova svih prometnih sektora

Izvor: Izradila doktorandica prema 'EEA greenhouse gas — data viewer', European Environment Agency, www.eea.europa.eu (pristupljeno 23.06.2022.)

Aktivnosti pomorskog prometa uzrokuju velike količine emisija stakleničkih plinova i onečišćivača zraka, onečišćenje bukom i onečišćenje vode. Prema Grafu 6. od ukupnog

zagađenja iz prometa 13,5% otpada na pomorstvo i unutarnju plovidbu što je puno manje od cestovnog prometa i nešto manje od zračnog prometa. Od emisija štetnih plinova uslijed izgaranja goriva daleko najviše su emisije ugljikovog dioksida (CO₂) [79]. Brodovi, koji su pristajali u lukama unutar Europske unije i Europskog gospodarskog prostora tijekom 2018. godine, proizveli su 140 milijuna tona emisija CO₂ (otprilike 18 % ukupnih emisija CO₂ iz pomorskog prometa na svjetskoj razini) [79]. Otprilike 40 % od ukupnih emisija CO₂ proizveli su brodovi koji prometuju među lukama država članica Europske unije i brodovi na vezu u lukama [79]. Ako se ne poduzmu dodatne mjere, emisije ugljikova dioksida iz pomorskog prometa na svjetskoj razini mogle bi do 2050. godine iznositi 17 % svih emisija ugljikova dioksida. Iako su emisije nekih onečišćujućih tvari iz cestovnog prometa općenito smanjene (ali ne i ugljikova dioksida), emisije iz zračnog i pomorskog prometa i dalje su u porastu. Očekuje se da će do 2050. godine svjetski zračni i pomorski promet zajedno činiti gotovo 40 % emisija ugljikova dioksida na svjetskoj razini ako se ne poduzmu dodatne mjere za njihovo smanjenje [103]. Sektor pomorskog prometa stalno se razvija s ciljem veće razine održivosti sustava i boljih reakcija na izazove koji proizlaze iz problema zagađenja okoliša. Suština održivog razvoja zahtijeva brigu o okolišu i lokalno i globalno [104]. Uočava se napredak uvođenjem rigoroznijih zakonskih okvira i institucionalnih pravila. Slijedom navedenog, predviđa se pad emisije sumpornog dioksida iz pomorskog prometa do 2050. godine. Napori su, također, usmjereni na povećanje energetske učinkovitosti broda pa su mnogi brodovi smanjili eksploatacijsku brzinu čime su smanjili emisiju štetnih plinova u atmosferu [79]. Pronalaženjem najpovoljnije rute s osnove vremenskih prilika i uvjeta na moru smanjuje se emisija stakleničkih plinova u atmosferu pa se točnim predviđanjem performansi brodskih operacija pod različitim vanjskim uvjetima može povećati razina energetske učinkovitosti broda [105]. Na taj način se potrošnja goriva i emisija CO₂ može smanjiti za oko 3 % [106]. Razvidno je da ekološka prihvatljivost broda postaje utjecajan čimbenik pri kreiranju poslovne politike broдача, koja osim izbjegavanja ograničenja u plovidbi, kazni i prisilnih zastoja u lukama najveću korist nudi kroz smanjenje troškova i sprječavanje onečišćenja na globalnoj razini [104].

Povećani institucionalni zahtjevi za ograničenje emisije štetnih plinova iz izvora na kopnu odrazile su se i na brodove na kojima su u širokoj uporabi dizelski motori i uljni kotlovi. Teško dizelsko gorivo, koje je najčešće u uporabi sadrži osim ugljikovodika i mnoge druge sastojke čiji su produkti izgaranja štetni po okoliš i ljudsko zdravlje. Zato su na međunarodnoj razini prihvaćene konvencije i pravila kojima se nastoji smanjiti čovjekov utjecaj na onečišćenje.

Tako Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime Organization – IMO), kroz Komitet za zaštitu morskog okoliša (engl. Marine Environment Protection Committee – MEPC) pod MARPOL 73/78 konvencijom i njenim prihvaćenim priložima, razvija i objavljuje međunarodne propise u svezi prevencije onečišćenja mora s brodova [62]. Konvencija je dopunjena s Protokolom prihvaćenim 1997. godine, koji uključuje Prilog VI. s propisima o prevenciji onečišćenja atmosfere s brodova [107]. Isti Prilog VI. postavlja ograničenja s obzirom na emisiju NO_x i SO_x plinova iz brodskih ispuha, a zabranjuje i ispuštanje tvari koje oštećuju ozonski omotač. Propisi donijeti posljednjih godina uglavnom se odnose na nekoliko glavnih područja u svezi onečišćenja, a to su [107]:

- emisija stakleničkih plinova i plinova opasnih po čovjeka i okoliš;
- upravljanje balastnim vodama;
- prepoznavanje i proglašavanje posebno osjetljivih područja;
- recikliranje dotrajalih brodova.

Unutar navedenih područja postoje i zasebni propisi. Međunarodna pomorska organizacija je od svog osnutka usvojila više od 50 međunarodnih ugovora, koji se odnose na reguliranje međunarodnog pomorskog prometa, od čega je 40 % izravno vezano uz okoliš (21 ugovor). Razvijanjem novih standarda, potpunom implementacijom postojećih i primjenom novih inovativnih rješenja, pomorski sektor može ostati konkurentan te doprinijeti zajedničkom cilju rješavanja globalnih ekoloških izazova [79].

Sve češće se spominju alternativna goriva i izvori pogonske energije kao što su biogoriva, vodik, amonijak ili električna energija kao alternativa fosilnim gorivima s obzirom na njihov manji negativan utjecaj na onečišćenje zraka i emisiju stakleničkih plinova [79]. Uvođenje drugačijih izvora pogonske energije zahtjeva ulaganja u preinake i prilagodbe postojećih brodova, uvođenje novih brodova s novim pogonskim strojevima, odnosno eliminiranje određenih brodova. Također, poticanjem razvoja pomorskih autocesta i kratkih brodskih linija, kao alternativa cestovnom prijevozu, moglo bi se dodatno smanjiti emisiju stakleničkih plinova. Od navedenih promjena nisu izuzete ni luke, koje se moraju pripremiti za klimatske promijene, ali i promijene u brodarstvu s osnove redukcije onečišćenja okoliša. Morske luke su vitalni dio industrije pomorskog prometa i imaju ključnu ulogu u integriranim prometnim lancima i regionalnim gospodarstvima, ali su ujedno mjesta onečišćenja okoliša [104].

4.2.3. Ekonomska održivost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa

Uvođenje novih tehnologija i postrojenja te alternativnih goriva i pogonske energije zahtijeva financijska ulaganja i vrijeme. Zato je početak djelovanja smanjenje potrošnje postojećih goriva u najvećoj mogućoj mjeri.

Institucionalni zahtjevi direktno utječu na povećanje financijskih opterećenja brodarskim kompanijama i državi. Država pogotovo osjeća financijski pritisak kod sufinanciranih brodskih linija što je učestali slučaj u okviru sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. S druge strane, ispunjenje zahtjeva institucionalnog okvira financijski opterećuje brodarske kompanije s obzirom da moraju mijenjati pogone, vršiti različite prilagodbe i nalaziti načine za nove investicije. Ukupni troškovi broda mogu se podijeliti na: operativne troškove, troškovi održavanja, troškove putovanja, troškove manipulacije teretom i kapitalne troškove. Gotovo 40% troškova predstavljaju upravo troškovi putovanja od kojih su troškovi goriva njihov najosjetljiviji dio [104]. Zato se jedino promišljenom financijskom politikom osigurava likvidnost i dostupnost kapitala, omogućuje se ekonomski prihvatljiva eksploatacija brodova, osiguranje brodova, obnova flote, ali i razvoj i rast brodarskih kompanija [104]. Nadalje, porast troškova u servisiranju sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa opterećuje korisnike usluga – otočno stanovništvo i sve ostale putnike. Svi dionici sustava osjećaju i ostale financijske poremećaje iz okoline kao što su poskupljenja sirovina i pogonske energije, ali i globalnu financijsku krizu. Rješenje se nazire u racionalnom korištenju postojećih resursa kako bi se stvorili preduvjeti za daljnja ulaganja, smanjenju potrošnje pogonske energije uz uvjet zadržavanja i poboljšanja kvalitete usluge te usklađenju svih dionika sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Analizom društvene, ekološke i ekonomske održivosti obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa zaključuje se da održivi razvoj mora biti imperativ. Jedan od načina njegovog ostvarenja je optimizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Optimizacija doprinosi kvaliteti svakog prometnog sustava pa i sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Na taj način se doprinosi kvaliteti pružanja usluga unutar sustava i ostvarenju održivosti s društvenog, ekonomskog i ekološkog aspekta.

Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, koji se predlaže u ovoj doktorskoj disertaciji, doprinijet će održivosti sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Model se temelji se na optimalnom rasporedu brodova unutar

sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije i s aspekta dostupnosti brodova odnosno ravnotežom oba čimbenika. Osnovni cilj modela je zadovoljiti zahtjeve za očuvanjem pogonske energije i smanjenjem emisije štetnih plinova u atmosferu uz iskorištenost brodova na zadovoljstvo korisnika usluge. Ujedno, trošak pogonske energije zauzima značajan udio u ukupnim troškovima broda i održavanja brodskih linija. S druge strane, temelj pomorskoputničkog prometa i sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa su putnici, jer zbog njih cjelokupni sustav i postoji. Stupanj zadovoljstva putnika sustavom obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je i pokazatelj kvalitete života otočnog stanovništva. Važnost putnika u pomorskoputničkom prometu se očituje i kroz njihova prava ugrađena u zakonske okvire.

Predloženim modelom optimizacije sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa se ostvaruje manja potrošnja pogonske energije, što je pozitivno s ekološkog i financijskog aspekta. Na taj način se stvaraju i uštede za daljnja ulaganja u sustav kao što su novi brodovi, pogoni s ekološki prihvatljivijim vrstama pogonskih energija i zadovoljenje zakonskih propisa i zahtjeva. Ujedno, optimalnim rasporedom brodova se u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljavaju potrebe korisnika usluga. Ovim mjerama se zadovoljavaju svi dionici sustava, ali se stvaraju i osnove za održivim razvojem sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

5. PRIJEDLOG OPĆEG MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Okosnica doktorske disertacije je izrada modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. U petom poglavlju znanstvenog istraživanja predstavljen je prijedlog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa kroz prikaz općeg modela, a potom je model testiran u šestom poglavlju na primjeru Republike Hrvatske, pomorske države s vrlo visokim indeksom razvedenosti obale.

5.1. CILJ OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Cilj optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je uspostava optimalnog rasporeda brodova u okviru definiranih brodskih linija kako bi se postigla učinkovitija prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno te stvorili preduvjeti za unapređenje i dugoročnu održivost sustava s aspekta potrošnje pogonske energije, optimalne iskoristivosti brodova i financijske učinkovitosti. Temeljni cilj ovog znanstvenog istraživanja je optimizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s osnove smanjivanja potrošnje pogonske energije, iskorištavanja brodova na najoptimalniji način u odnosu na njihove performanse te kompromisa oba čimbenika.

Optimizacija u pomorskom prometu nije novina. Ulažu se značajni naponi u poboljšanje pomorskog prometa i ostvarenje optimizacije s različitih aspekata korištenjem raznih metoda. Postoji opširna znanstvena literatura na temu optimizacije u pomorskom prometu. U nastavku se predstavljaju određena istraživanja koja se kompariraju s ovom doktorskom disertacijom.

Mrvica et al (2015) [10] u svom znanstvenom radu metodom višekriterijske analize određuju tip i veličinu broda u cilju postizanja optimalnog prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno. Istraživanje obuhvaća 5 kriterija i 19 podkriterija.

Struktura kriterija i podkriterija je sljedeća [10]:

1. institucionalni kriteriji
 - plovidba na otvorenom moru više od 6 m tokom cijele godine

- plovidba u unutarnjim morskim vodama u sezoni
2. hidrometeorološki kriteriji
 - visina valova i brzina vjetra
 - broj dana neodržavanja linije zbog vremenskih uvjeta
 3. tehničko-tehnološki kriteriji
 - ekonomska putna brzina
 - kapacitet putnika
 - kapacitet vozila
 - kapacitet putnika i vozila
 - gaz broda
 - lučka infrastruktura (dužina operativne obale, površina za vozila u mirovanju)
 4. ekonomski kriteriji
 - nabavna cijena broda
 - potrošnja goriva
 - cijena putne karte
 - iznos državne potpore
 - vrijeme plovidbe
 - duljina rute
 5. sociokulturološki kriteriji
 - direktne koristi
 - indirektne koristi
 - održivi razvoj otoka.

45 eksperata je vrednovalo svaki od kriterija i podkriterija temeljem ciljanog anketnog upitnika. Sumiranjem dobivenih rezultata i analizom istih daju se pozitivni rezultati u odabiru najadekvatnijeg broda za određenu brodsku liniju s aspekta veličine i tipa broda. Iako se ovim modelom uzima u obzir potrošnja goriva i određene tehničke karakteristike brodova, ne vrši se optimizacija s aspekta potrošnje pogonske energije i dostupnosti brodova kao što je slučaj kod modela koji se predlaže ovom doktorskom disertacijom. Također, koristi se drugačija metodologija. Model kojim se definiraju najprikladniji brodovi po veličini i tipu zasigurno ima višestruk pozitivan učinak na pomorskoputnički promet s aspekta sigurnosti i maritimnih sposobnosti kao i prilagođenosti lukama koje određena linija uključuje, ali za razliku od ove doktorske disertacije ne stavlja u prvi plan koristi za putnika, smanjenje emisije štetnih plinova u atmosferu ni financijsku uštedu kao produkt smanjenja potrošnje pogonskog goriva.

Višekriterijsku analizu u optimizaciji za pomorski kontejnerski transport koriste i autori Song et al (2017) [108]. Autori uzimaju u obzir sljedeće varijable: broj raspoređenih plovila, brzinu plovidbe i vrijeme dolaska u svaku luku pristajanja. Zbog niza nepredviđenih događanja pri plovidbi, prvenstveno vremenskih uvjeta, vrijeme trajanja plovidbe, kao i vrijeme pristizanja u određenu luku, učestalo odstupa od planiranog. Osim navedenih varijabli, na proces odlučivanja utječu kriteriji troškova i pouzdanost izvršenja usluge. Prijevoznik trošak definira kao godišnji ukupni operativni trošak koji se sastoji od troška goriva i troška najma broda. Kombinirajući različite ključne pokazatelje uspješnosti za troškove i pouzdanost izvršenja usluge razvija se model optimizacije u kontejnerskom transportu s aspekta rasporeda plovila i brzine putovanja. Autori zaključuju da se modelom postiže optimizacija koja uključuje fleksibilnu brzinu plovidbe što bi rezultiralo i manjim odstupanjima od planiranog vremena uplova u luke. Radom se prikazuje način optimizacije u pomorskoj industriji s obzirom na vrijeme realizacije usluge kao primarni kriterij optimizacije. Cheaitou et al (2019) [109] također koriste model višekriterijske optimizacije kod linijskog teretnog brodarstva s ciljem smanjenja emisije CO₂ i SO_x, ali uz ostvarenje profita u najvećoj mogućoj mjeri. Brzina plovidbe, cijena goriva, udaljenosti među lukama, faktori emisije CO₂ i SO_x, fiksni dnevni troškovi broda uključujući lučke namete su nezavisni parametri dok su tjedna transportna potražnja, vrijeme plovidbe, prosječna potrošnja goriva glavnih i pomoćnih brodskih motora, ukupni troškovi goriva, prosječni fiksni troškovi po danu, prosječni ukupni troškovi po danu, prosječni dnevni profit te prosječna dnevna emisija CO₂ i SO_x zavisni parametri. Autori ističu da se optimalno rješenje s aspekta profita razlikuje od optimalnog rješenja s ekološkog aspekta pogotovo kod elastične potražnje gdje je ključni čimbenik brzina plovidbe odnosno vrijeme plovidbe. Radom se zaključuje da upravo politike, koje potiču brodare na smanjenje negativnog utjecaja na okoliš, trebaju kao bitan kriterij uzeti u obzir vrijeme potrebno za transport odnosno brzinu plovidbe te se predlaže proširenje modela na intermodalni transport čime se mijenjaju troškovi transporta i vrijeme potrebno za realizaciju transporta. I u ovom radu je, kao i u disertaciji, kriterij za ostvarenje smanjenja emisije štetnih plinova i ostvarenja većeg profita potrošnja goriva, ali u kombinaciji s nizom drugih parametara. Ističe se ostvarenje profita te se ne uzima u obzir dostupnost brodova s obzirom da se radi o drugoj vrsti pomorskog prijevoza. Wang et al (2016) [110] ističu da kontrola energetske učinkovitosti broda utječe na ostvarenje ušteda i smanjenje emisije CO₂. Autori tvrde da je za određivanje energetske učinkovitosti broda nužno odrediti radne uvjete broda i plovidbe pa su osnovni parametri, koji se uzimaju u obzir kod optimizacije energetske učinkovitosti u realnom vremenu, faktori iz okoline kao što su brzina vjetera i podmorska dubina. Na taj način se utječe na plovidbu optimalnom brzinom te

istraživanje pokazuje da se primjenom ovog načina potrošnja pogonske energije može u prosjeku smanjiti za čak 19.04 % u idealnim uvjetima. Ovim radom se potvrđuje težnja za manjom potrošnjom pogonske energije u pomorskom prometu što bi rezultiralo manjom emisijom štetnih plinova i ostvarenjem financijskih ušteda što je u skladu s ovom doktorskom disertacijom iako su kriteriji i metodologija različiti. U tom smislu i autori Vukić et al (2017) [111] svoj rad posvećuju analizi strukture troškova broda s ciljem optimizacije iskorištavanja broda. Dio svih troškova je trošak pogonske energije koju mnogi autori izdvajaju kao posebni trošak čime se upućuje na važnost istog. Autori u svom istraživanju ističu da se troškovi, koji su zbog svojih karakteristika znakoviti za djelatnost morskog brodarstva, mogu razvrstati na troškove za materijal (troškovi za pogonsko gorivo i mazivo, potrošni materijal i rezervni dijelovi, troškovi za sigurnosnu opremu broda i tereta, izdaci za prehranu i piće posade i ostalo), troškove za tuđe usluge (troškovi za redovito, investicijsko i preventivno održavanje broda, dokovanje broda, lučki troškovi, troškovi lučkih slagača, komunikacijski troškovi, agencijski, špediterski i ostali troškovi), amortizaciju osnovnih sredstava i u konačnici na troškove ljudskog rada (naknade pomorcima i ostalim zaposlenicima). Ova doktorska disertacija ne uključuje sve troškove, jer nije isključivi cilj optimizacije postizanje nižih troškova poslovanja već se istraživanjem obuhvaća trošak goriva kao najznačajniji kriterij s ekonomskog aspekta, ali i ekološkog aspekta. Zacharioudakis et al (2011) [112] u svom radu predstavljaju model optimizacije rasporeda brodova u linijskom teretnom brodarstvu. Razvojem generičkog troškovnog modela autori pokušavaju dati praktično rješenje za adekvatan raspored brodova u cilju smanjenja ukupnih troškova. Ulazni parametri koji se uzimaju u obzir su sljedeći: količina tereta, kapacitet broda, učestalost transporta, ukrcajno/iskrcajni troškovi u svakoj luci, ukupni fiksni troškovi broda, varijabilni troškovi broda, troškovi najma broda, troškovi goriva, duljina rute, broj luka ticanja, broj plovila u portfelju brodarske kompanije. Za razliku od ove doktorske disertacije, kojoj je jedan od osnovnih kriterija potrošnja pogonske energije, troškovni model uzima u obzir sve troškove u postizanju optimizacije iako je u jednom dijelu zastupljen trošak goriva na koji se utječe smanjenom brzinom. Osim toga, za razliku od doktorske disertacije, u ovom istraživanju se ne dovodi u pitanje dostupnost broda za putnike, jer se radi o drugačijoj vrsti prometne usluge. Optimizaciju u pomorskoputničkom prometu predstavlja rad autora Chainasa (2012) [113]. Rad obuhvaća istraživanje na području Grčke kao jedne od pomorskih velesila sa značajnim indeksom razvedenosti obale, razvijenim sustav prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno čija struktura uvelike ovisi o povijesnim, geofizičkim, kulturnim i političkim čimbenicima. Država financijski podupire sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, jer mnoge brodske linije nisu profitabilne. U radu je prikazan

heuristički algoritam kojim se određuje sasvim nova mreža brodskih linija unutar sustava prometnog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno. U obzir se uzimaju tri kategorije:

- 1) optimalna polazna luka,
- 2) optimalne rute s minimalnim vremenom trajanja putovanja i
- 3) optimalni tip broda.

Kriteriji za optimizaciju su sljedeći:

- ukupan broj brodova,
- kapacitet svakog broda,
- luke,
- potražnja za svaku luku,
- troškovi prometne povezanosti između dvije luke,
- vrijeme potrebno za povezivanje dvije luke.

Model omogućuje stvaranje alternativnih morskih pravaca kojima se reduciraju troškovi i vrijeme putovanja te se zadovoljava iskazana potražnja na tržištu. Cilj rada je stvoriti funkcionalan moderni sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Grčkoj. Iako je osnova svih analiziranih radova optimizacija u brodarstvu, rad autora Chainasa (2012) je po tematici najbliži ovoj doktorskoj disertaciji. Korištenjem različitih metoda i kriterija, oba istraživanja oblikuju model kojim bi se utjecalo na funkcionalnost sustava obalnog linijskog prometa. Ova doktorska disertacija predstavlja optimizaciju u postojećoj mreži brodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s ciljem stvaranja preduvjeta za dugoročnu održivost sustava s društvenog, ekonomskog i ekološkog stajališta. S druge strane, radom autora Chainasa (2012) nastoji se oblikovati sasvim nova mreža brodskih linija unutar sustava s optimalnim rasporedom brodova. Oba istraživanja kao ključni faktor uzimaju zadovoljstvo putnika. U doktorskoj disertaciji se predlaže raspored brodova koji će u najvećoj mjeri zadovoljiti putnika po iskoristivosti performansi brodova dok se u radu autora Chainasa (2012) nastoji zadovoljiti putnika prvenstveno ostvarenjem što kraćeg putovanja u prometnoj povezanosti dviju luka.

Uočava se da je pojam optimizacije zastupljeniji kod znanstvenog istraživanja linijskog teretnog brodarstva gdje se kao ključni elementi ističu profitabilnost, smanjenje troškova i vrijeme putovanja. Optimizaciji u pomorskom prometu pristupa se s različitih stajališta o čemu ovisi odabir različitih metoda i kriterija.

Zaključuje se da se pri optimizaciji u pomorskom prometu koriste razne metode na učinkovit način. Kod oblikovanja predloženog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa prvenstveno se koriste metode diskretne matematike, algoritmi i teorija grafova. Diskretna matematika je značajno zastupljena u računalnoj znanosti preko koje je uključena u sva područja pa i analizu prometnog sustava [114]. Također, primjena algoritama najzastupljenija je u računarstvu što implicira da razvojem digitalizacije algoritmi postaju prisutni u svim sferama pa i u prometnom prostoru. Uporabom algoritama mogu se ostvariti znatne prednosti za transportne sustave kao što su smanjen promet, povećana sigurnost i učinkovitiji tranzitni sustavi. S druge strane, primjena teorije grafova omogućuje jednostavno modeliranje složenih problema zbog čega ima široku primjenu u različitim disciplinama. Primjena teorije grafova značajna je u području kompleksnih sustava i mreža, uključujući i prometne mreže. Posebno se ističe primjena grafova i linearnog programiranja kod optimizacija nekog problema [115] što upućuje na ispravan odabir metode u izradi modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Primjenom procesa modeliranja podataka zasnovanog na matematičkim metodama algoritma i teorije grafova, oblikuje se model podataka koji služi za prikaz dijelova sustava i njihovih međusobnih odnosa. Model podataka u ovoj doktorskoj disertaciji predstavlja uteženi graf u kojem se bridom povezuju odgovarajući brodovi s unaprijed definiranim brodskim linijama, a težina brida se dodjeljuje ovisno o odabranom parametru (potrošnja pogonske energije, dostupnost brodova ili kompromisni pristup oba čimbenika).

Model predložen u doktorskoj disertaciji nudi jednostavan odabir kriterija što ga čini vrlo jasnim i konkretnim te je adaptivan različitim potrebama i zahtjevima. Evidentno je da se u istraživanjima optimizacije u pomorskom prometu uzimaju u obzir različiti kriteriji s izuzetkom potrošnje pogonske energije, koja je prisutna skoro u svim istraživanjima. Za razliku od analiziranih istraživanja, ova doktorska disertacija obuhvaća samo dva osnovna kriterija - potrošnju pogonske energije i dostupnost brodova, odnosno ravnotežu istih s ciljem ostvarenja dugoročne održivosti s društvenog, ekonomskog i ekološkog aspekta. Ključni kriterij je pogonska energija kao pokretač brodova, koji u najvećoj mjeri utječe na emisiju štetnih plinova u atmosferu i financijsku učinkovitost. U pomorskoputničkom prometu značajno mjesto zauzima putnik i njegovo zadovoljstvo pa je drugi ključni kriterij dostupnost brodova korisnicima usluge.

5.2. KRITERIJI OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Opći model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa temelji se na optimalnom rasporedu brodova unutar sustava s aspekta potrošnje energije i s aspekta dostupnosti brodova odnosno ravnotežom oba čimbenika. Odabrani kriteriji za uspostavu optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa su od ključne važnosti za funkcioniranje i osiguravanje dugoročne održivosti sustava.

5.2.1. Prvi kriterij optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa - potrošnja pogonske energije

Pogonska energija, kao pokretač broda, je osnovni čimbenik realizacije pomorskog prometa. Još uvijek je u pomorskom prometu najčešće u uporabi teško dizelsko gorivo, koje osim ugljikovodika sadrži i mnoge druge sastojke čiji su produkti izgaranja štetni po okoliš i ljudsko zdravlje [107]. Stoga je osnovni cilj smanjenje potrošnje goriva unutar postojećih flota brodova s dizelskim gorivom kao pogonskom energijom, ali i sve intenzivnije okretanje drugim izvorima pogonske energije u pomorskom prometu. Razvidno je da ekološka prihvatljivost broda (okolišno razboriti pristup) postaje utjecajan čimbenik pri kreiranju poslovne politike brodarka s obzirom na razvoj ekološkog zakonodavstva koji postavlja nove zahtjeve i troškove za brodarku [107]. Optimizacija energetske učinkovitosti brodova danas privlači sve veću pozornost kako bi se zadovoljili zahtjevi za očuvanjem pogonske energije i smanjenjem emisije štetnih plinova u atmosferu [116], a rastućom globalnom krizom neobnovljivih izvora energije i svijesću o očuvanju okoliša, stvaraju se novi načini i tehnologije kojima bi se isto postiglo. Također, trošak pogonske energije zauzima značajan udio u ukupnim troškovima broda i održavanja brodskih linija. Gotovo 40% ukupnih troškova predstavljaju troškovi pogonske energije, odnosno goriva, te tako visoki troškovi imaju značajan utjecaj na razvoj cjelokupne pomorske industrije [117].

5.2.2. Drugi kriterij optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa – dostupnost brodova

S druge strane, temelj pomorskoputničkog prometa i sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa su putnici s obzirom da zbog njih cjelokupni sustav i postoji.

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa pozitivno utječe na sve gospodarske i društvene aktivnosti čime se stvaraju preduvjeti za održivi razvoj otoka i podizanje kvalitete života otočnog stanovništva [6] što implicira da stupanj zadovoljstva putnika sustavom odražava kvalitetu života otočnog stanovništva. Važnost putnika u pomorskoputničkom prometu se očituje i kroz njihova prava ugrađena u zakonske okvire. Slijedom navedenog, Uredbom br. 1177/2010 Europskog parlamenta i Vijeća od 24. studenog 2010. godine o pravima putnika kada putuju morem ili unutarnjim plovnim putovima i izmjena Uredbe 2006/2004 se propisuju pravila o pravima putnika u pomorskom prometu i unutarnjoj plovidbi, a pravila se odnose na nediskriminirajuće ugovorne uvjete prijevoznika za putnike, zabranu diskriminacije i omogućavanje asistencije putnicima - osobama s invaliditetom i osobama smanjene pokretljivosti, prava putnika u slučajevima otkazivanja ili kašnjenja putovanja, obvezu minimuma pružanja informacija putnicima, žalbenu proceduru i opće uvjete provedbe [118]. Isto tako, u slučaju kada državni aparat odabire brodove za servisiranje državnih brodskih linija, u jednakoj mjeri se uzimaju u obzir ekonomsko-financijski i tehnički elementi. Tehnički elementi se odnose na tehničke karakteristike broda, ali i elemente u funkciji zadovoljstva korisnika usluge, a to su putnici [119].

S obzirom na navedeno, oba čimbenika uzimaju se kao jednako važni, odnosno njihovom ravnotežom se kreira optimalan sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Modelom optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, potrošnja pogonske energije i dostupnost broda se ravnomjerno utežuje s faktorom 0.5. Visinu faktora uteženja određuje korisnik modela s obzirom na snagu utjecaja promatranih kriterija.

5.3. TEORIJSKE ODREDNICE ZA IZRADU MODELA OPTIMIZACIJE OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

U ovom dijelu znanstvenog istraživanja predstavlja se teorijska odrednica za izradu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa te se daje uvod u izradu samog modela kroz prikaz važnijih značajki modela i modeliranja te prikaz metodologije za izradu modela.

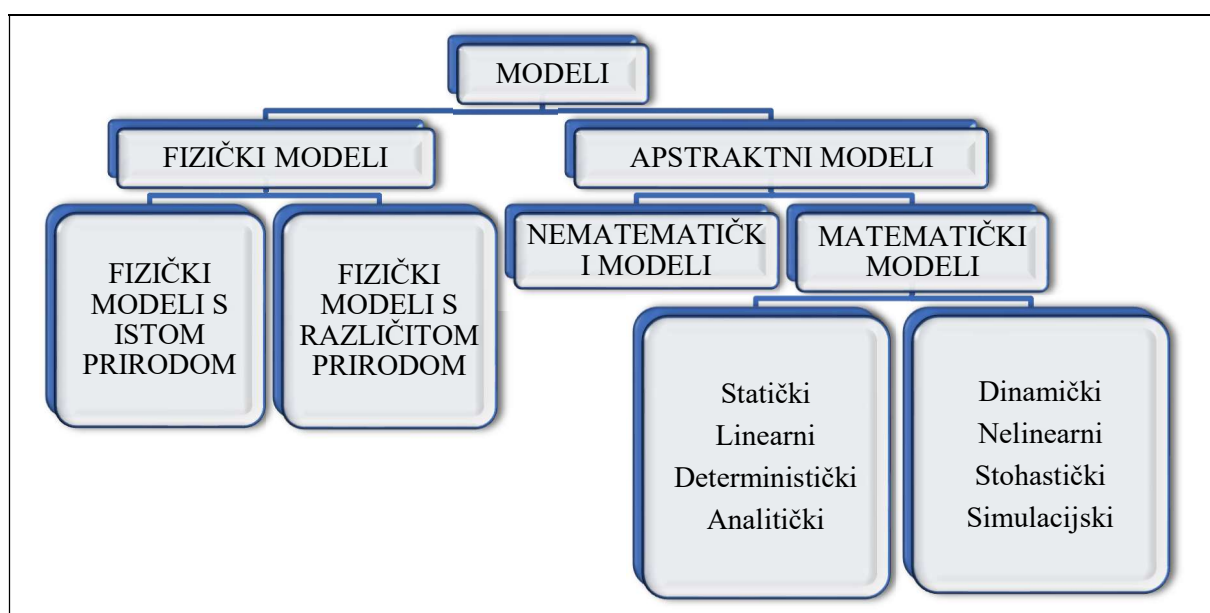
5.3.1. Važnije značajke modela i modeliranja

Realni sustav je više ili manje izdvojeni dio stvarnoga svijeta koji čini funkcionalnu cjelinu, a model je pojednostavnjeni prikaz realnoga sustava formiran s ciljem boljeg razumijevanju i/ili daljnjeg proučavanja tog sustava i eksperimentiranja s njim [120]. Modeli omogućuju opis kompleksnih fenomena, njihovo bolje razumijevanje, komunikaciju onih koji rješavaju problem i samo rješavanje problema [121]. Model se sastoji od skupa operacija čijom se aktivacijom dolazi do željenih rješenja. Za svaku operaciju postoji jedna ili više naredbi, a ciljevi modela se odnose na radnje i stanja u problemskom prostoru koje vode onome što se želi postići [122].

Modeli služe za bolje razumijevanje određenog sustava, daljnje proučavanje sustava i eksperimentiranje s njim, ali su fokusirani samo na relacije koje su bitne za rješavanje problema. Svaki model ima svoju misiju, strukturu, elemente, cjelovitost, prepoznatljivost i sl. ovisno o problemu, predmetu i objektu istraživanja te na takav način modeli predstavljaju sredstvo za što zornije odražavanje stvarnosti [133].

Modeli se klasificiraju s obzirom na različita stajališta što je prikazano na Shemi 1. Prema strukturi (građi) modele dijelimo na fizičke i apstraktne. Fizički modeli su stvarne tvorevine materijalne i energetske prirode dok su apstraktni modeli teorijski te su njihovi elementi prikazani apstraktnim pojmovima kao što su simboli ili brojčane vrijednosti [120].

Shema 1. Klasifikacija modela



Izvor: Izradila doktorandica prema Šimunović, Lj., "Modeliranje, simulacije i upravljanje prometom", Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

Kako je prikazano na Shemi 1., fizički modeli dijele se na dvije skupine: fizički modeli s istom prirodom i fizički modeli s različitom prirodom. Apstraktne modele čine matematički i nematematički modeli. Nadalje, prema ponašanju u vremenu modeli se dijele na statičke i dinamičke modele, dok se prema izvjesnosti/neizvjesnosti rezultata dijele na determinističke i stohastičke modele [120]. Modele smatramo linearnim u slučaju kad jednadžbe modela pokazuju linearnost u grafičkom predstavljanju promjene varijable odnosno nelinearnim ukoliko jednadžbe modela ne pokazuju linearnost u grafičkom predstavljanju promjene određene varijable [123].

Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je apstraktni matematički model. Oblikovanje apstraktnog modela je cjenovno najpovoljnija opcija s najznačajnijom koristi za brodarku u odnosu na cijenu istraživanja. Također, oblikovani model je statički model s obzirom na tri statičke slike: izvansezona, niska sezona te visoka sezona, ali je ujedno i dinamički model u odnosu na jednaku učinkovitost s izmjenom određenih ulaznih podataka (npr. broj prevezenih putnika i vozila). Ovo je i linearni model što se očituje kroz operaciju sumiranja količine potrošene energije, sumiranja pridruženih bodova za prilagođenost brodova određenoj brodskoj liniji te kod završnog koraka izračuna kompromisnog rješenja aritmetičkom sredinom. Kompromisno rješenje obuhvaća u jednakoj mjeri potrošnju pogonske energije i dostupnost brodova te se za izračun može koristiti i geometrijska sredina $\sqrt{O_B O_K}$ što bi u tom slučaju model činilo nelinearnim. Model, koji se oblikuje u disertaciji, deterministički je s obzirom da isti ulazni podaci daju uvijek iste egzaktne izlazne rezultate. Međutim, ukoliko bi se u model ugradila i vjerojatnost kvarova na brodovima, a takvo ponašanje se ne može predvidjeti, model bi bio stohastički. Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je i analitički model. Ako je dostupan efikasan analitički model, obično je poželjnije rješenje od simulacijskog modela. Međutim, mnogi sustavi su toliko složeni da nije moguće konstruirati analitički model već je simulacijski model neophodan [124].

Bez obzira o kojoj vrsti modela se radi, proces stvaranja modela je modeliranje. Modeliranje se može definirati kao formiranje modela nekog postojećeg ili hipotetskog sustava [123]. Modeliranje je razvilo i metodu modeliranja kao posebnu znanstvenu metodu koja ima tri temeljne funkcije [125]:

- 1) *primijenjeno-praktična funkcija* gdje se modeli upotrebljavaju u rješavanju praktičnih problema,

- 2) *demonstrativna funkcija* gdje se modeli upotrebljavaju u odgojno-obrazovne svrhe,
- 3) *znanstvenoistraživačka funkcija* gdje se modeli upotrebljavaju u svrhu istraživanja stvari i pojava te otkrivanja novih znanstvenih spoznaja.

Polazna postavka pri modeliranju je postavljanje zadatka. Zatim slijedi izbor modela i prijenos spoznaja s modela na izvorni sustav. Metode modeliranja usavršavane su razvojem primijenjene matematike, matematičke statistike, operacijskih istraživanja, eksperimentalnih i informatičkih metoda. Koja će se od nabrojanih metoda koristiti ovisi o objektu modeliranja, zahtijevanom stupnju pouzdanosti modela, vrsti procesa, raspoloživoj opremi, potrebi automatizacije i izgradnji sistema upravljanja [126].

5.3.1.1. Sustav analize i modeliranje

Model oblikovan procesom modeliranja treba poslužiti za reprodukciju ponašanja određenog sustava kako bi se na temelju analize rezultata određene simulacije potvrdila hipoteza o strukturi ili ocijenili pojedini kvantitativni parametri. Dakle, smisao modeliranja je u smanjenju opasnosti od akcija i postupaka na stvarnom sustavu [123]. Modeliranje je primjena metoda analize složenih problema iz realnog okruženja u cilju predviđanja situacija pod utjecajem različitih aktivnosti [127].

Modeliranju sustava prethodi analiza. U cilju definiranja što preciznijih potreba određene poslovne organizacije vrši se analiza kroz koju se specificiraju korisnički zahtjevi. Analitičar detaljno, i u suradnji s korisnikom, analizira poslovanje i utvrđuje koji objekti s kojim atributima i s kojom strukturom najbolje opisuju poslovanje [128]. Analitičar može provedenom analizom sustava dobiti skup podataka bez da poznaje cilj koji se želi postići, a dobivenim rezultatima analize omogućuje se konstruiranje simulacijskog modela koji predstavlja odnos između pojedinih varijabli [129]. Osnovni koraci simulacijskoga procesa su sljedeći [120]:

- definicija cilja simulacijske studije;
- identifikacija sustava;
- prikupljanje podataka o sustavu i njihova analiza;
- izgradnja simulacijskog modela;
- izgradnja simulacijskoga programa;

- verificiranje simulacijskog programa;
- vrednovanje simulacijskog modela;
- planiranje simulacijskih eksperimenata i njihovo izvođenje;
- analiza rezultata eksperimenata;
- zaključci i preporuke.

Na osnovu rezultata analize određuju se osnovni dijelovi sustava i prikazuju se veze među pojedinim dijelovima sustava neovisno o implementaciji.

Prvi korak u fazi oblikovanja je oblikovanje odnosa među podacima i formiranje baze podataka. Primjenom procesa modeliranja podataka zasnovanog na nekoj metodi, oblikuje se model podataka. Model podataka služi za prikaz dijelova sustava i njihovih odnosa.

5.3.1.2. Modeliranje u prometu

Modelima se omogućava opisivanje složenih fenomena u prometu kao što su: modeliranje prometnih mreža, modeliranje prometa (prometne analize, prometno planiranje, upravljanje prometom, nadzor i kontrola prometa), modeli iz domene zaštite okoliša [123]. Modeliranje u prometu ima značajnu ulogu u svim složenijim procesima donošenja odluka s naglaskom na modeliranje prometnog razvitka. Modeliranje u prometu dio je planiranja u prometu, a najčešće i najvažniji dio planiranja. Doprinos ove disertacije je upravo u fazi planiranja u odnosu na smanjenu potrošnju energije, očuvanja okoliša manjom emisijom štetnih plinova u atmosferu i optimalnoj uporabi brodova s osnove njihovih karakteristika u odnosu na zahtjeve brodskih linija.

S obzirom na dinamičnost promjena u gospodarskom i prometnom sustavu, za prometne analize su poželjnije analitičke metode, jer one detektiraju promjene u kraćem vremenskom razdoblju, tako da su predmet i rezultati istraživanja, kao i modeliranje bolje usmjereni [129]. U znanstvenom istraživanju se primjenjuju analitičke metode.

Prometni modeli su apstraktni modeli bazirani na matematičkim formulama i zakonima, a zasnivaju se na odnosu prometne potražnje i prometne ponude [130]. Prometna potražnja predstavlja potrebu za prijevozom dok prometna ponuda predstavlja kapacitete prometne mreže i kapacitete prijevoznih sredstava. Za analizu postojeće i projekcije buduće prometne potražnje koriste se različiti modeli distribucije potražnje, a jedan od pogodnijih modela je praćenje

potražnje u gravitacijskom području što se odnosi na analizu prostorne raspodjele prometne potražnje [131]. Bez obzira koji se model predviđanja buduće prometne potražnje odabere, polazi se od temeljne pretpostavke da je korisnik usluge optimalan donositelj odluka [132]. Osnovni cilj je uravnotežiti potražnju i ponudu, odnosno dobro procijeniti prometnu potražnju kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri izbjegla potkapacitiranost ili prekapacitiranost pojedinih elemenata prometne ponude. Iako je osnovni cilj uravnotežiti potražnju i ponudu, disertacijom se ne ulazi u analizu istog, jer je osnovni cilj znanstvenog istraživanja prvenstveno unaprijediti prometni sustav optimizacijom rasporeda postojećih resursa unutar sustava. Međutim, model optimizacije obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa bi se mogao nadograditi na način da se model koristi kod odabira nabavke novog broda ukoliko postoji više ponuđenih.

Za mnoge pojave u prometu moguće je napraviti matematički model koji se može opisati na računaru i kroz simulaciju otkriti njegovo ponašanje koje je blisko ponašanju stvarnog sustava, a simulacije se mogu koristiti za [123]:

- analizu varijantnih rješenja planiranih objekata u projektnoj fazi,
- optimiranje projektnih elemenata (tip i oblik raskrižja, širina trakova,
- oblikovni elementi i sl.),
- analiza i optimiranje različitih prometnih regulacija,
- analiza budućih stanja sustava,
- analiza sustava u uvjetima izvanrednih situacija i dr.

U ovom slučaju simulacije se mogu koristiti za:

- analizu optimalnog rasporeda brodova unutar sustava i/ili odabira novog broda u budućnosti odnosno otpis postojećeg broda,
- analizu budućih stanja sustava kroz eventualnu zakonsku promjenu korištenja različitih brodova sukladno stvarnim potrebama izvansezona, niske sezone i visoke sezone,
- analizu sustava u uvjetima izvanrednih situacija kao što su nepredvidivi kvarovi i oštećenja.

Modeliranjem u prometu i izradom odgovarajućih modela, osigurava se kvalitetnije upravljanje prometnim sustavom. U cilju uspješnog modeliranja i oblikovanja učinkovitog modela, nužno je u najvećoj mjeri eliminirati eventualne poteškoće i probleme za što je potrebno ispuniti sljedeće uvjete [133]:

- jasno definiranje problema,
- adekvatnost i pouzdanost prikupljenih informacija i podataka,

- postojanje odgovarajućih metoda i programske podrške za rješavanje odabranog problema,
- dobro poznavanje područja primjene i matematičkog instrumentarija radi pravilne primjene metode na odabrani problem i pravilne interpretacije dobivenih rezultata.

Svi prethodno navedeni uvjeti su u ovom znanstvenom istraživanju ispunjeni. Cilj, objekti, uvjeti i svi parametri jasno su definirani. Izvor informacija i podataka je regulatorno institucijsko tijelo unutar sustava (Agencija za obalni linijski pomorski promet) kao i stručno mišljenje tri eksperta iz ovog područja kod procjene prikladnosti brodova za obavljanje prijevoza na pojedinim brodskim linijama što upućuje da su informacije i podaci adekvatni i pouzdani. Bazne metode koje su korištene dio su diskretne matematike, a model je implementiran u programskom jeziku C#.

Modeli su u prometu od izuzetne važnosti u oblikovanju prometnog sustava i kreiranju prometne politike. Stoga, određeni modeli imaju potencijal podržati kreiranje prometne politike s obzirom na dugoročna ulaganja u infrastrukturu uvažavajući moguće buduće scenarije po pitanju rasta stanovništva, pojave novih tehnologija i klimatskih promjena [134]. Razni čimbenici iz okoline utječu na ulazne podatke koji se koriste kod modela u prometu. Međutim, bez obzira na izmijene korištenih ulaznih podataka, model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa ima jednaku učinkovitost što upućuje na njegovu prilagodljivost budućim scenarijima. Slijedom navedenog, ovaj model može imati savjetodavnu ulogu u nabavci novih resursa (brodova), otpisu postojećih resursa ili optimalnijem rasporedu istih u odnosu na manju potrošnju energije što direktno utječe na manje troškove i očuvanje okoliša.

Zaključuje se da kvalitetno modeliranje i učinkoviti modeli prometnog sustava utječu na razvoj prometnog sustava na svim razinama uvažavajući promjene iz okruženja koji se reflektiraju na ovako složeni sustav.

5.3.2. Metodologija za izradu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa

Najvažniji znanstveni doprinos ove doktorske disertacije je oblikovanje modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Putem matematičkih metoda predlaže se efikasniji sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije

i dostupnosti brodova gdje tek ravnoteža oba čimbenika daje optimalno rješenje. Matematičke metode koje se koriste su algoritmi i teorija grafova. Diskretni algoritmi i teorija grafova su dio diskretne matematike, a diskretna matematika je grana matematike koja se bavi pitanjima koja uključuju konačan ili brojivo beskonačan skup uz uobičajeno egzaktni brojčani rezultat [135]. Diskretna matematika čini osnovu mnogih znanstvenih područja u realnom svijetu s naglaskom na računalnu znanost. Upravo zbog primjene u računarstvu u zadnjih nekoliko desetljeća, diskretna matematika postaje sve popularnija metoda pa tako i za analizu prometnog sustava [114]. U nastavku ovog poglavlja prikazuju se teorijske odrednice algoritma i teorije grafova.

5.3.2.1. Algoritam

Algoritam se najopćenitije može definirati kao postupak za rješavanje nekog konkretnog problema ili skup problema. Drugim riječima, algoritam predstavlja skup operacija potrebnih za rješavanje nekog zadatka, a koje se izvršavaju po točno određenom redosljedu.

Svaki algoritam se svodi na niz logičkih operacija koje se izražavaju kao uvjetne i ponavljajuće naredbe [135]. Da bi se određeni problem riješio algoritmom, potrebno je odrediti svaki segment postavljenog problema i rješenje svakog segmenta postavljenog problema uz obveznu primjenu ispravnog postupka te uz razmatranje u kontekstu određenih pretpostavki [135]. Svaki algoritam uzima neke ulazne podatke, koji određuju instancu problema na koji se primjenjuje, a na kraju procesa vraća izlazne podatke, koji predstavljaju rješenje tog problema [136].

Algoritam mora zadovoljavati sljedeće [22]:

- Ulaz - svaki algoritam ima nekoliko ulaznih podataka koji su zadani i prije samog početka rada,
- Izlaz - algoritam izbacuje barem jednu veličinu kao rezultat koja ima točno određen odnos prema ulaznim podacima,
- Određenost - svaka naredba algoritma mora biti jasna i nedvosmislena,
- Konačnost - slijedeći pravila algoritma, isti završava nakon konačno mnogo koraka kakvi god bili ulazni podaci,
- Efektivnost - posljednji zahtjev (ali ne i nužan), koji kaže da svaka naredba bude toliko jednostavna, kako bi je svatko mogao izvršiti u konačnom vremenu.

Ne postoji jedinstveno pravilo po kojem se oblikuju algoritmi s obzirom da je to kreativan proces. Za rješavanje jednog problema može se oblikovati više algoritama različite strukture te

se za takve algoritme kaže da su ekvivalentni. Među ekvivalentnim algoritmima potrebno je odabrati onaj algoritam koji najefikasnije vodi k rezultatu.

Zanimljivost za praksu je analiza algoritma u okviru čega se ispituje efikasnost algoritma s aspekta vremenske i prostorne složenosti s tim da se složenost algoritma može definirati kao funkcija veličine problema [136]. Prostorna složenost algoritma odnosi se na pohranu podataka. Stoga, bitnija je vremenska složenost koja se identificira s općenitom složenošću algoritma, a podrazumijeva broj osnovnih računskih koraka koje algoritam izvodi prilikom prijelaza iz ulaznih podataka do izlaznih rezultata [22]. Vrlo često je teško odrediti točnu vrijednost složenosti te se složenost dvaju algoritama za isti problem može razlikovati. Slijedom navedenog, najčešće se pod pojmom složenosti algoritma smatra složenost „najgoreg slučaja“, odnosno onog slučaja gdje je potreban najveći broj osnovnih računskih koraka od ulaznih podataka do izlaznog rezultata i to uz bilo koje ulazne podatke čiji je broj jednak n [22]. Pojam složenosti se ističe iz razloga što samo postojanje algoritma ne podrazumijeva rješavanje problema pa treba razlikovati učinkovite algoritme od neučinkovitih. Stoga je potrebno okarakterizirati efikasnim algoritme sa stajališta prakse. Učinkovitost algoritma određena je odnosom između napora potrebnog za rješavanje nekog specifičnog problema i složenosti slučaja [135].

Jedan od ciljeva primijenjene matematike je učinkovito međusobno implementiranje matematičkih objekata na računalu i računskih operacija kako bi se operacije izvodile brže. To je izrazito važno u matematičkom modeliranju prirodnih pojava, simulacijama, računalnoj grafici i primjenama kao što su digitalne komunikacije, kriptografija, geografski informacijski sustavi, navigacija s pomoću računala, računalna tomografija i drugo [136].

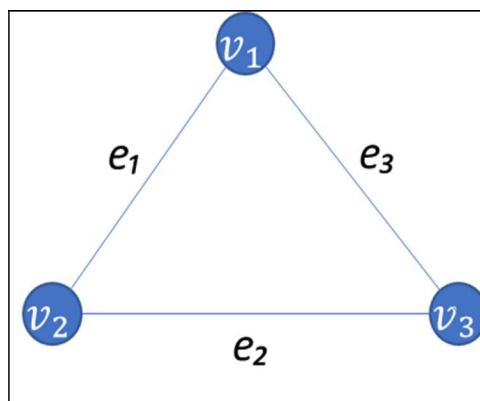
Primjena algoritama najzastupljenija je u računarstvu, a preko računarstva primjenjuje se u svim područjima i poljima. Sve prisutnijom digitalizacijom u svim sferama društva, algoritmi postaju neizostavni i u prometnom prostoru, jer se njima mogu oblikovati znatne prednosti za transportne sustave kao što su smanjen promet, povećana sigurnost i učinkovitiji tranzitni sustavi.

5.3.2.2. Teorija grafova

Teorija grafova grana je diskretne matematike i ima široku primjenu u različitim disciplinama s obzirom da se grafovima mogu vrlo jednostavno modelirati složeni problemi. Primjena teorije grafova značajna je na području kompleksnih sustava i mreža, uključujući i prometne mreže.

Grafovi su jedna od osnovnih matematičkih struktura te se pojavljuju u raznim oblicima i raznim situacijama. Mnoge pojave modeliraju se grafovima koji se sastoje od točaka ili vrhova i spojnica ili bridova.

Graf $G = (V, E)$ je uređeni par skupa vrhova (V) i skupa bridova (E) pri čemu je svaki brid incidentan s dva vrha. Svaki brid $e \in E$ spaja dva vrha $v \in V$ koji se zovu krajevi od e te su tada vrhovi v incidentni s e , a pojedini vrhovi v su susjedni [137]. Primjeri modela s grafovima mogu biti prikaz raznih situacija i odnosa gdje se relacije među vrhovima određuju spojnicama odnosno bridovima pa tako vrhovi mogu predstavljati komunikacijske centre, a bridovi komunikacijske veze, ili se grafovima mogu prikazati cestovne, pomorske, zrakoplovne i željezničke veze itd. [138]. Isto tako, grafovima se mogu prikazati razne računarske strukture podataka, umrežavanje i paralelizam računala i njihov sekvencijalni rad, evolucijska stabla u biologiji, kemijske veze među atomima ili molekulama, raspored poslova u velikim poslovnim sustavima ili gospodarskim projektima itd., dok se u računarstvu često tijekom određenog algoritma prikazuje grafom gdje su vrhovi naredbe, a prijelaz iz jedne naredbe u drugu bridovi [22]. Primjer grafa gdje su v_1, v_2, v_3 naredbe, odnosno vrhovi, a prijelaz iz jedne naredbe u drugu bridovi označeni sa e_1, e_2, e_3 je dan na Grafu 7.

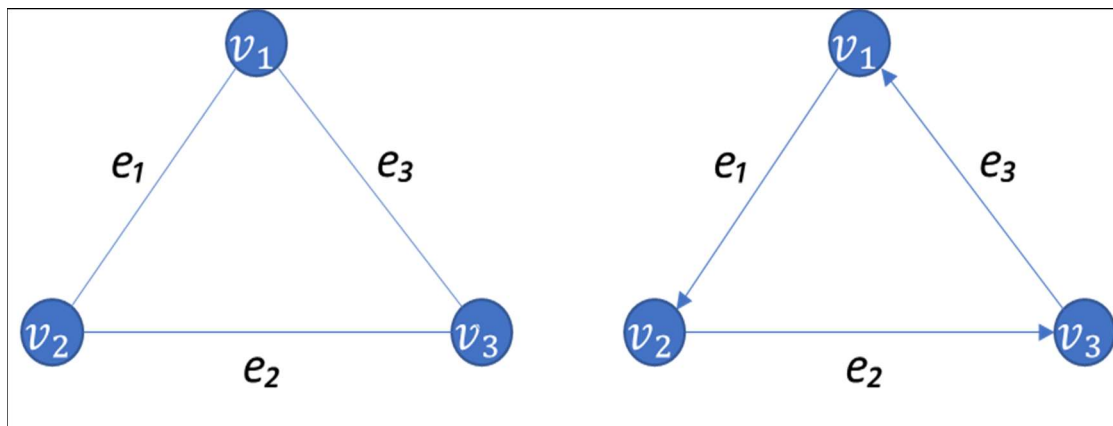


Graf 7. Primjer grafa

Izvor: Izradila doktorandica

U cilju boljeg razumijevanja teorije grafova, kao i njene primjene kod izrade modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, u nastavku će biti dane osnovne definicije u odnosu na izradu samog modela.

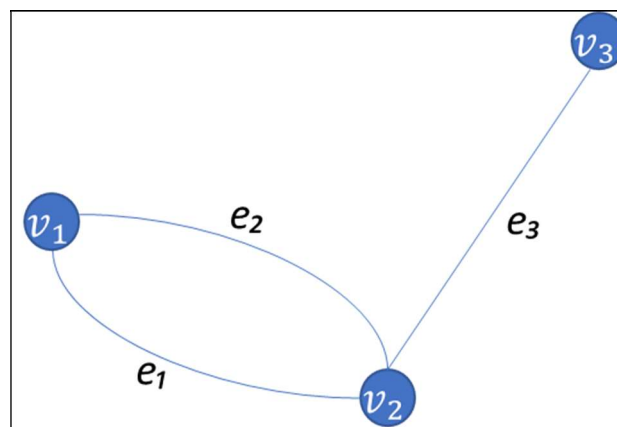
Bridovi grafa G mogu biti usmjereni ili neusmjereni pa sukladno tome graf kojemu su svi bridovi usmjereni zovemo **usmjerni graf** odnosno u suprotnom slučaju **neusmjereni graf**. Kod neusmjerenog grafa dva vrha pridružena jednom bridu su međusobno ravnopravna dok kod usmjerenog grafa brid može biti usmjeren od jednog vrha prema drugome [139]. Primjer usmjerenog i neusmjerenog grafa dan je na Grafu 8.



Graf 8. Primjer neusmjerenog i usmjerenog grafa

Izvor: Izradila doktorandica

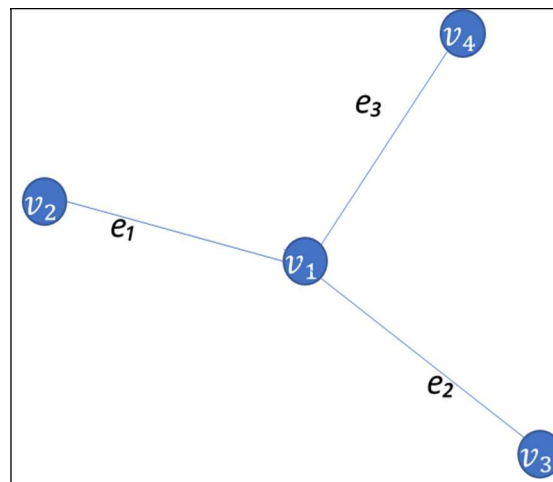
Brid koji počinje i završava u istom vrhu zove se petlja, a brid je višestruk ako postoji drugi brid kojemu odgovaraju isti vrhovi (kao početni i krajnji vrh) što je prikazano na Grafu 9.



Graf 9. Primjer višestrukog brida između vrhova v_1 i v_2

Izvor: Izradila doktorandica

Graf se naziva jednostavnim ako je neusmjeren, nema petlji i između bilo koja dva vrha nema više od jednog brida s tim da brid povezuje dva vrha, a ta dva vrha nazivaju se incidentnima tom bridu odnosno brid je incidentan tim dvama vrhovima [139]. Stupanj vrha v_1 u grafu G broj bridova koji su incidentni s vrhom v_1 (pri čemu se petlje broje dva puta) što je prikazano na Grafu 10. Graf 10. pokazuje da su bridovi e_1, e_2 i e_3 incidentni vrhu v_1 pa je stoga stupanj vrha v_1 jednak 3.



Graf 10. Stupanj vrha v_1

Izvor: Izradila doktorandica

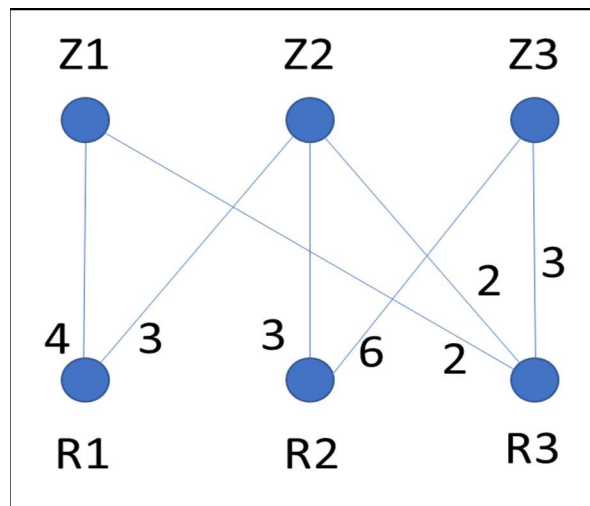
Konačan niz, čiji su članovi $v_0e_1v_1e_2 \dots v_{m-1}e_mv_m$ naizmjenice vrhovi i bridovi grafa G sa svojstvom da su krajevi brida e_i vrhovi v_{i-1} i v_i za svaki $i = 1, \dots, m$, naziva se **šetnja** W u grafu G . Vrh v_0 je **početak**, a vrh v_m **kraj** šetnje. Šetnja je zatvorena ako je $v_0 = v_m$. Šetnja u kojoj su svi bridovi različiti naziva se **staza**. Ako su pritom i svi vrhovi, osim eventualno početnog i krajnjeg, različiti, takva staza je **put**. Zatvoreni put naziva se **ciklus** [139].

Dva brida su **nezavisna** u slučaju kad nemaju zajednički vrh. Skup bridova zovemo **sparivanjem** ako su svaka dva brida nezavisna, a **savršeno sparivanje** realizira se ako je svaki vrh incidentan barem jednom bridu. Ukoliko je svakom bridu grafa pridružena težina radi se o **uteženom grafu** [138]. Jedan od bitnih pojmova je **sparivanje maksimalne težine**, a isto označava sparivanje u uteženom grafu u kojem je zbroj težina maksimalan [22].

Metode savršenog ili maksimalnog sparivanja, u općim ili bipartitnim grafovima, stalno se istražuju i unapređuju te se traži najučinkovitiji algoritam u realizaciji istog, a najučinkovitijim se smatraju algoritmi s najmanjim asimptomatskim ponašanjem [140]. Osim samog pitanja egzistencije savršenog sparivanja u bipartitnom grafu, važno je i pitanje njegove konstrukcije.

Primjer savršenog sparivanja može biti optimalno povezivanje radnika i radnih zadataka uz uvjet što manjeg utroška radnih sati za realizaciju postavljenih radnih zadataka. Skup radnika označen je s $R = \{R_1, R_2, R_3\}$, a skup radnih zadataka s $Z = \{Z_1, Z_2, Z_3\}$.

Graf 11. prikazuje realno stanje odnosa radnika i radnih zadataka gdje su bridovima povezani radnici i radni zadaci uz oznaku koliko vremena treba svakom radniku za obavljanje određenog radnog zadataka.

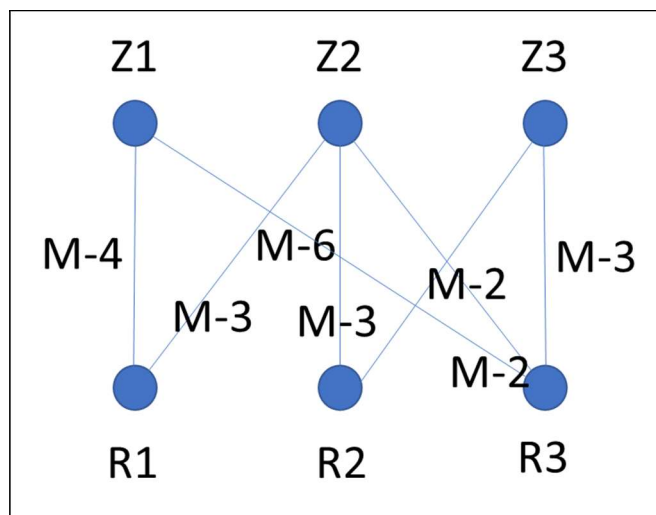


Graf 11. Inicijalni raspored radnika za izvršenje određenih radnih zadataka

Izvor: Izradila doktorandica

Graf 11. daje prikaz stanja učinkovitosti radnika u jednoj poslovnoj jedinici. Radnik R1 može obaviti radni zadatak Z1 za 4 sata, a radni zadatak Z2 za 3 sata. Međutim, radnik R1 nije obučen za radni zadatak Z3 pa isti ne može obaviti. Radnik R2 može obaviti radni zadatak Z2 za 3 sata dok za 6 sati može obaviti radni zadatak Z3. Radni zadatak Z1 nije u mogućnosti izvršiti jer za isti nije obučen. Radnik R3 može obaviti sva 3 zadatka. Za izvršenje radnog zadatka Z1 mu je potrebno 2 sata, za izvršenje radnog zadatka Z2 2 sata, a za izvršenje radnog zadatka Z3 3 sata.

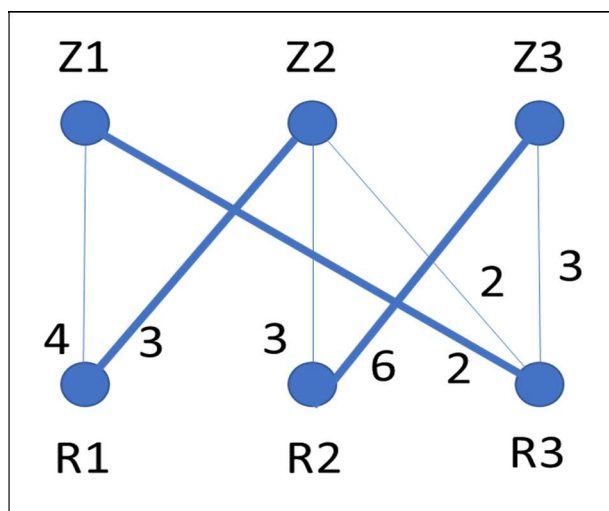
Kako bi se povećala radna učinkovitosti, moraju se na optimalan način dodijeliti radni zadaci radnicima pa se vrši sparivanje maksimalne težine na inicijalnom grafu. Težine bridova su negativne vrijednosti utrošenih radnih sati za realizaciju određenog radnog zadatak. Radni sati su izraženi negativnim vrijednostima kako bi maksimalna težina odgovarala minimalnom utrošku vremena te su oduzeti od jednog velikog broja M , koji je suma svih radnih sati koje radnici obave za realizaciju definiranih radnih sati u inicijalnom rasporedu, a u ovom slučaju iznosi 23. Opisano je predstavljeno Grafom 12.



Graf 12. Uteženi graf sparivanja radnika i radnih zadataka

Izvor: Izradila doktorandica

Graf 12. prikazuje savršeno sparivanje radnika i radnih zadataka određene poslovne jedinice na način gdje se radniku R1 dodjeljuje zadatak Z2, radniku R2 zadatak Z3, a radniku R3 zadatak Z1. Zbroj težina ovih bridova je: -11 s obzirom da se radni sati označavaju s negativnim predznakom jer je cilj obavljanje radnih zadataka za što manje radnih sati. Iako Graf 12. predstavlja savršeno sparivanje radnika i radnih zadataka, ovo nije optimalno sparivanje jer postoji mogućnost sparivanja veće težine što je prikazano na Grafu 13.

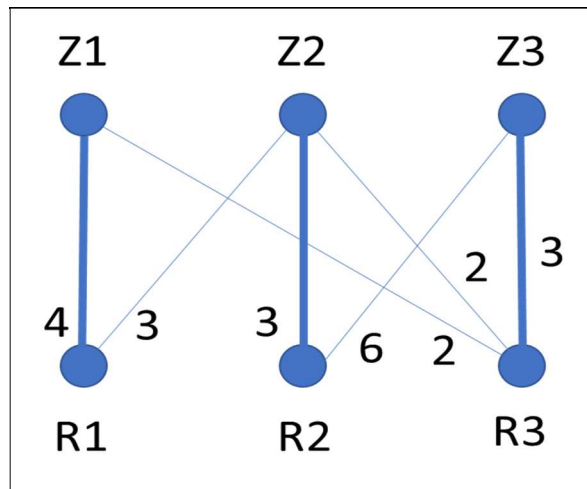


Graf 13. Savršeno sparivanje radnika i radnih zadataka koje nije optimalno

Izvor: Izradila doktorandica

Prikaz savršenog, a ujedno i optimalnog sparivanja radnika i radnih zadataka prikazuje Graf 14. gdje je zbroj težina bridova -10. Znači, u ovom obliku povezivanja radnika i radnih zadataka

potrebno je manje radnih sati nego u prikazu na Grafu 12. i Grafu 13. što znači da ova kombinacija daje veću radnu učinkovitost.



Graf 14. Optimalno sparivanje radnika i radnih zadataka

Izvor: Izradila doktorandica

Analizirajući Graf 14. zaključuje se da se ostvaruje maksimalna radna učinkovitost ukoliko radnik R1 obavlja poslovni zadatak Z1, radnik R2 poslovni zadatak Z2, a radnik R3 poslovni zadatak Z3.

Zbog lakšeg razumijevanja, rezultati savršenog i optimalnog sparivanja prikazani su u matricama na Slici 4. Kolone u matricama se odnose na radnike, a stupci na zadatke. Crvenom bojom su označeni optimalni potrebni radni sati za obavljanje određenog radnog zadatka. U slučaju neosposobljenosti radnika za izvršenje određenog radnog zadatka, sparivanje se označava velikim brojem 999. Ovakva situacija se ne označava s 0, jer bi u tom slučaju bio dobiven tako mali broj, koji bi neosposobljenog radnika označavao kao najučinkovitijeg radnika. Analizom Slike 4. i sumiranjem radnih sati kod predloženih sparivanja, zaključuje se da je kod maksimalnog sparivanja na lijevoj matrici potrebno 11 radnih sati za obavljanje predviđenih radnih zadataka dok je kod maksimalnog sparivanja na desnoj matrici potrebno svega 10 radnih sati pa je samim time takvo sparivanje radnika i radnih zadataka najučinkovitije odnosno optimalno sparivanje.

$$\begin{bmatrix} 4 & 3 & 999 \\ 999 & 3 & 6 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

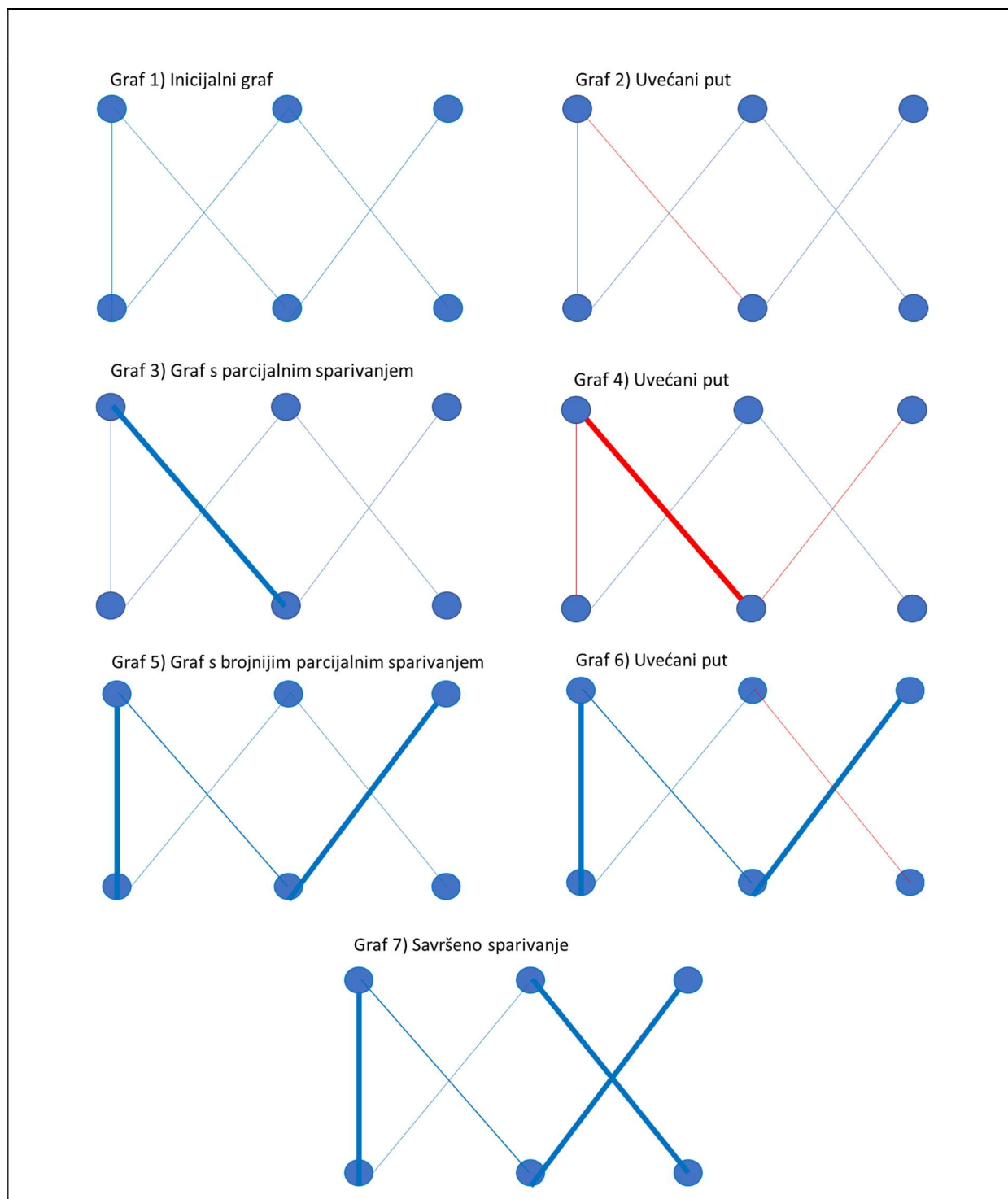
$$\begin{bmatrix} 4 & 9 & 999 \\ 999 & 3 & 6 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

Slika 4. Prikaz rezultata savršenog i optimalnog sparivanja radnika i radnih zadataka

Izvor: Izradila doktorandica

Sparivanja u grafovima čine opsežan, ali i veoma koristan dio teorije grafova. Valja istaknuti da je sparivanje na velikim grafovima teško ili čak nemoguće provoditi ručno ili metodom pokušaja i pogrešaka. Tada stvar treba prepustiti računalu, a ovisno o vrsti grafa i vrsti sparivanja, koje tražimo, postoje različiti računalni algoritmi. Za savršeno sparivanje na bipartitnom grafu vrlo je popularna tzv. mađarska metoda [141], koja se bavi pitanjima egzistencije i konstrukcije savršenog sparivanja u bipartitnom grafu. Metoda se zove mađarska metoda jer se zasniva na idejama dvojice Mađara: Kőniga i Egerváryja, a konstruiranje ove metode se smatra začetkom linearnog programiranja. [142] Mađarskom metodom se konstruira savršeno sparivanje u bipartitnom grafu $G = (V, E)$ ili se pronade podskup $S \subseteq X$ na način da se pri sparivanju može uzeti i prazan skup uz uvjet da je vrh zasićen, a u slučaju ako je vrh nezasićen, onda algoritam sustavno traži mogućnost sparivanja. [142] Ako je svaki vrh iz G M -zasićen, M je savršeno sparivanje uz napomenu da je savršeno sparivanje i maksimalno sparivanje [138].

Slika 5. predstavlja primjer izvršenja savršenog sparivanja mađarskom metodom. Kreće se od inicijalnog grafa prikazanog na Grafu 1) Slike 5. U svakom idućem koraku, algoritam nalazi **uvećani put**, odnosno put u kojem se naizmjenično sparuju bridovi koji jesu i koji nisu u promatranom sparivanju, a dva krajnja vrha im nisu zasićena. Na takav način, izmjenjujući uloge bridove na tom putu, kreira se sparivanje s jednim bridom više. Slijedom navedenog, uvećani put na Grafu 2) unutar Slike 5. iskorišten je u cilju kreiranja sparivanja s jednim bridom prikazano na Grafu 3). Nadalje, uvećani put na Grafu 4), iskorišten je za sparivanje s dva brida što je prikazano na Grafu 5). Uvećani put na Grafu 6), iskorišten je za kreiranje savršenog sparivanja na Grafu 7) Slike 5.



Slika 5. Primjer izvršenja savršenog sparivanja mađarskom metodom

Izvor: Izradila doktorandica

Algoritam, koji se temelji na mađarskoj metodi, a koristi se za maksimalno sparivanje u grafovima u polinomijalnom vremenu je Edmondsov algoritam [143] kao prvi polinomski algoritam za određivanje maksimalnog sparivanja. Osnovna ideja u njegovom oblikovanju je korištenje linearnog programiranja u kombinatornoj optimizaciji. Linearno programiranje je

vrlo važno u optimizaciji i podrazumijeva metodu kojom se pokušava postići najbolji ishod u nekom matematičkom modelu čiji su uvjeti iskazani linearnim uvjetima, a jednom kad postoji pogodan oblik linearnog programiranja odnosno model u matematičkom programiranju, mogu se realizirati opći algoritmi [115]. Edmondsov algoritam, kao jedno dobro rješenje kod savršenog sparivanja, konzervativno određuje složenost na $O = (n^4)$ te se standardni koncept teorije definira kao „putovi“ i „drveće“, a algoritmi koji povećavaju „putove“ pronalaze se „pretragom stabla“ gdje u kombinaciji sa sofisticiranim procesom skupljanja određenih podgrafova ili „cvjetova“ formiraju pojedinačni čvorovi reduciranog grafa [144]. Otuda i pojam „cvijeće“ ili „blossom“. Proširenjem Edmondsovog algoritma „cvjetanja“ oblikovala se brza i efikasna metoda sparivanja maksimalne težine gdje se pojednostavljaju koraci „cvjetanja“ na način da se uključuju samo stražnji bridovi grafova te se proširuje algoritam na ponderirano b – spajanje i f – faktore uz i dalje postojeći ograničavajući faktor vremena [153].

Graf G je **bipartitan ili dvodijelan** ako mu se vrhovi mogu podijeliti u klase X i Y tako da svaki vrh ima jedan kraj u X , a drugi u Y . Potpun bipartitni graf je jednostavan bipartitni graf s biparticijom (X, Y) u kojem je svaki vrh iz X spojen sa svakim vrhom iz Y [22].

Primjena grafova i linearnog programiranja posebno se ističe kod optimizacija nekog problema [115] što implicira da je teorija grafova dobar odabir za izradu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

5.4. RAZINE OBLIKOVANJA MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Za izradu općeg modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa koriste se teorija grafova i Edmondsov algoritam, koji se temelji na mađarskoj metodi. Implementacija programskog modela izrađena je u programskom jeziku C#. S obzirom da se primjena grafova i linearno programiranje ističe upravo kod optimizacije, korištenje diskretnih algoritama i teorije grafova su optimalne metode kojima se oblikuje model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

5.4.1. Prva razina oblikovanja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa - s aspekta potrošnje pogonske energije

Prvi korak je izrada baze relevantnih podataka i analize istih. U slučaju malog broja brodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa i brodova, koji servisiraju te brodske linije, moguće je sve kombinacije eksplicitno provjeriti vrlo jednostavno usporedbom podataka. Međutim, povećanjem broja brodskih linija i brodova unutar sustava, provjera svih kombinacija nije moguća pa je nužan alternativni pristup baziran na optimalnim sparivanjima u grafovima. Model u ovoj fazi kreće od konstruiranja bipartitnog grafa, u čijoj su jednoj klasi brodovi, a u drugoj klasi brodske linije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Bridom se povezuju brodovi s određenim brodskim linijama za koje su ti brodovi po svim parametrima prikladni. Parametri, koji se uzimaju u obzir pri optimalnom rasporedu brodova s posljedicom smanjenja potrošnje pogonske energije, su sljedeći:

- brzina,
- duljina linije,
- plovidbeni red,
- potrošnja pogonske energije,
- kapacitet,
- sposobnost broda po dizajnu i tehničkim karakteristikama za održavanje određene brodske linije.

Temeljem navedenih parametara, pridruživanje brodova i brodskih linija obavljaju tri eksperta u svrhu otklanjanja mogućih neprilagođenosti brodova određenim brodskim linijama. Eksperti se ispituju direktnom komunikacijom, odnosno metodom intervjua. Metoda ispitivanja ogleda se u svestranoj mogućnosti primjene, relativnoj brzini prikupljanja podataka i u pravilu niskim troškovima [24]. Osobno komuniciranje s ekspertima omogućuje odličnu suradnju i nisku razinu mogućnosti nesporazuma s ekspertom, ali ipak u nekim slučajevima velike prostorne udaljenosti eksperata ovakav oblik komuniciranja može uzrokovati znatne troškove [145]. U ovom slučaju ispitanike se traži općenite podatke (spol, dob, dokaz o stručnosti, radno iskustvo, mjesto zaposlenja) i zahtjeva odgovore u svezi prilagodbe brodova pojedinim brodskim linijama po maritimnim sposobnostima brodova, njihovoj konstrukciji i tehničkim karakteristikama te obilježjima luka. Primjer pitanja u provedenim intervjuima s ekspertima je prikazan u Tablici 2.

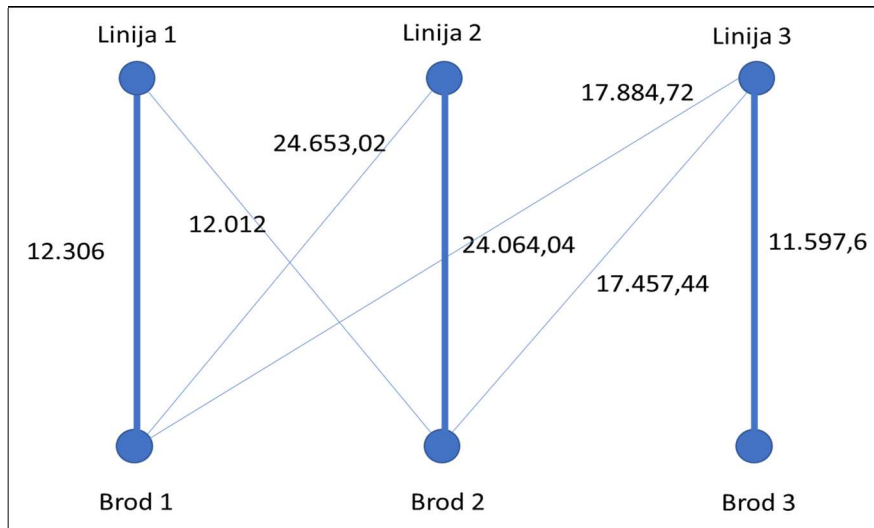
Tablica 2. Primjer pitanja u provedenim intervjuima s ekspertima

Redni broj pitanja	Pitanja
1.	Navedite spol.
2.	Kojoj dobnoj skupini pripadate?
3.	Navedite svoju stručnu spremu.
4.	Što ste po zanimanju?
5.	Koje je Vaše područje djelovanja i interesa?
6.	Koliko imate radnog staža?
7.	Gdje sada radite?
8.	U kojem svojstvu ste zaposleni sada? Na kojem radnom mjestu?
9.	Navedite prethodna radna mjesta i trajanje rada na tim radnim mjestima.
10.	Navedite istaknuta dostignuća vezana za Vašu struku i zaposlenje.
11.	Navedite Vaša iskustva u pomorskoputničkom prometu.
12.	Navedite Vaša iskustva i poznavanje brodova.
13.	Navedite Vaša iskustva i poznavanje sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.
14.	Navedite Vaša iskustva i poznavanje luka unutar pomorskoputničkog prometa.
15.	Kakve su maritimne sposobnosti Broda 1?
16.	Koji su kapaciteti Broda 1?
17.	Koja je ekonomska brzina Broda 1?
18.	Navedite osnovne tehničke karakteristike Broda 1.
19.	Navedite konstrukcijske karakteristike Broda 1.
20.	Navedite osnovna obilježja i specifičnosti Linije 1.
21.	Navedite obilježja i specifičnosti luka ticanja u relaciji Linije 1.
22.	Da li je Brod 1 po svim obilježjima prigodan za održavanje Linije 1?
23.	Da li je Brod 1 po svim obilježjima prigodan za uplov/isplov u luke ticanja Linije 1?
24.	Da li je Brod 1 pogodan za plovnu rutu koju obuhvaća Linija 1?
25.	Kako biste označili prilagođenost Broda 1 Liniji 1, oznakom 0 ili 1?

Izvor: Izradila doktorandica

U Tablici 2. su predstavljena pitanja za eksperte gdje se oznakom „Brod 1“ označava bilo koji brod koji se analizira, a oznakom „Linija 1“ se označava određena brodska linija. Osobna imena eksperata se ne navode, a ključan odgovor je na pitanje 25. koje se temelji na prethodnoj analizi. Eksperti oznakom 1 određuju da je određeni analizirani brod pogodan za održavanje određene brodske linije dok oznakom 0 određuju da određeni analizirani brod nije pogodan za održavanje određene brodske linije. Usporedbom sva tri stručna mišljenja prikladnost broda po pojedinoj brzobrodskoj liniji definira se jednakim ocjenama barem dva eksperta. Cilj je postići stručno mišljenje o pogodnosti određenog broda određenoj brodskoj liniji.

Konstruiranjem bipartitnog grafa, a uzimajući u obzir navedene parametre, sparuju se brodovi i brodske linije na način da se prikaže trenutno stanje, ali i sve potencijalne mogućnosti. Primjer navedenog prikazuje se Grafom 15. na 3 broda (Brod 1, Brod 2, Brod 3) i 3 brodske linije (Linija 1, Linija 2, Linija 3).



Graf 15. Primjer inicijalnog stanja povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama s aspekta potrošnje pogonske energije

Izvor: Izradila doktorandica

Podebljanim linijama na Grafu 15. se povezuju brodske linije i brodovi koji trenutno održavaju te linije dok se manje izraženim linijama prikazuju potencijalne mogućnosti.

Da bi se oblikovao optimalan raspored brodova s uštedom pogonske energije u najvećoj mjeri, potrebno je odrediti težinu svakog brida i povezati maksimalne težine bridova kada su bridovi uteženi funkcijom:

$$M - g_{ij} \quad \dots(1).$$

Težina svakog brida je razlika dovoljno velikog odabranog broja M i potrošnje energije g_{ij} , koju će potrošiti i -ti brod vozeći j -tu destinaciju, uz napomenu da se uzima da je M suma svih g_{ij} . Tablica 3. daje prikaz potrošnje pogonske energije na promatranim brodskim linijama i brzim brodovima iz čega je razvidno da M odnosno suma svih bridova, u ovom primjeru, iznosi 119.975 litre.

Tablica 3. Tjedna potrošnja pogonske energije po brodskim linijama

	tjedna potrošnja goriva		
brod	Linija 1	Linija 2	Linija 3
Brod 1	12.306	24.653,02	17.884,72
Brod 2	12.012	24.064,04	17.457,44
Brod 3	/	/	11.597,60

Izvor: Izradila doktorandica

Tablicom 4. se prikazuju veličine pri uteženju gdje se iskazana potrošnja pogonske energije određenog broda za održavanje određene brodske linije oduzima od dovoljno velikog broja M .

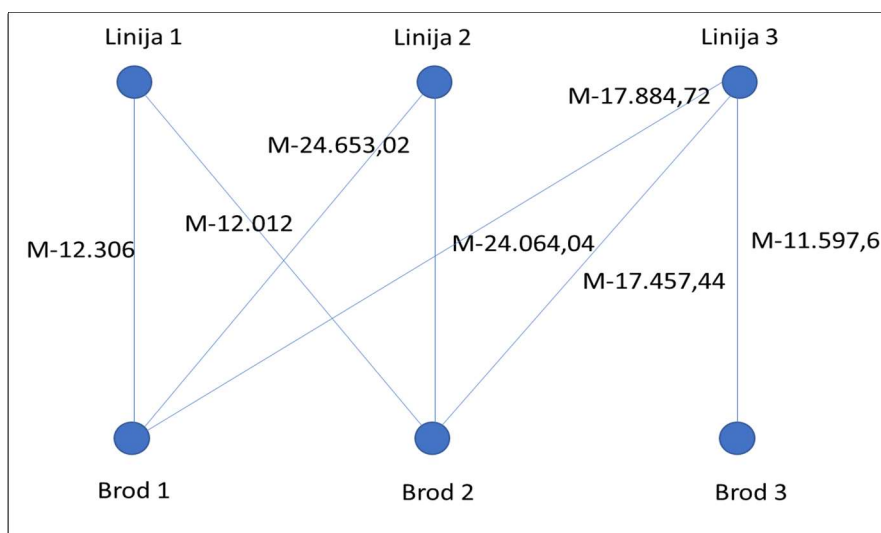
Tablica 4. Veličine uteženja za brodske linije u odnosu na potrošnju pogonske energije

brod	Linija 1	Linija 2	Linija 3
Brod 1	107.669	95.321,98	102.090,28
Brod 2	107.963	95.910,96	102.517,56
Brod 3	/	/	108.377,40

Izvor: Izradila doktorandica

Grafički primjer uteženja u ovom slučaju prikazan je Grafom 5.

Od prikazanih veličina u Tablici 4. i Grafu 16. traže se što veće veličine, jer se time označava manja potrošnja pogonske energije.

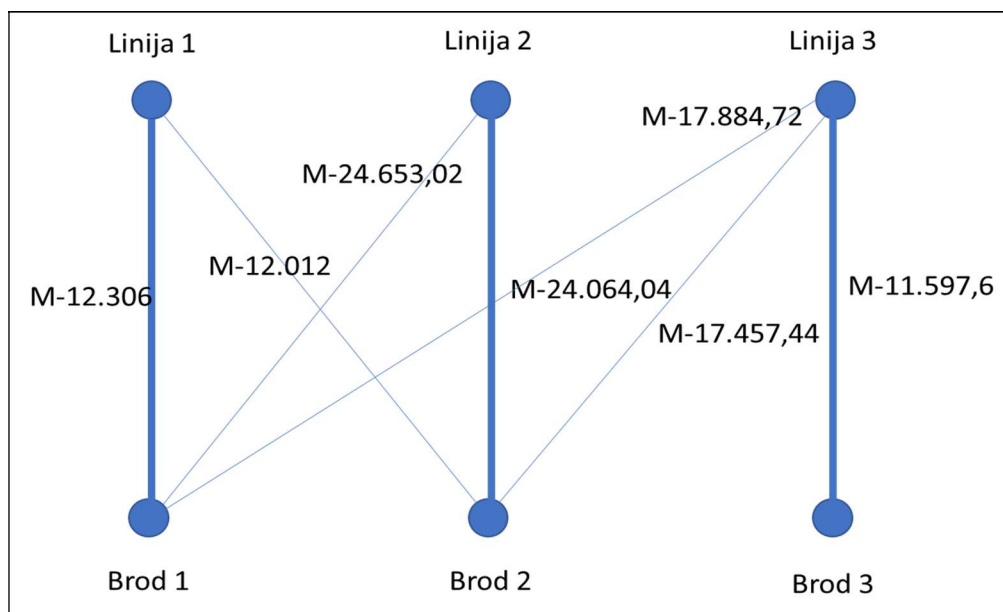


Graf 16. Primjer uteženja povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama s aspekta potrošnje pogonske energije

Izvor: Izradila doktorandica

Slijedom navedenog, za održavanje Linije 1 veličina uteženja je veća za Brod 2 što je slučaj i kod Linije 2. Međutim, uzima se ona veličina, odnosno ono sparivanje, gdje je ušteda pogonske energije maksimalna.

Nakon uteženja bridova kojima se povezuju brodovi s odgovarajućim brodskim linijama slijedi optimalno povezivanje brodova i brodskih linija. Primjer optimalnog raspored brodova s posljedicom smanjenja potrošnje pogonske energije prikazan je u donjem Grafu 17., a isti se temelji na inicijalnim podacima iz Grafa 15. i uteženju prikazanom u Grafu 16. Razvidno je da je sparivanje maksimalne težine savršeno sparivanje koje troši najmanje pogonske energije te je na taj način kreiran optimalan raspored brodova s posljedicom smanjenja potrošnje pogonske energije.



Graf 17. Primjer optimalnog povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama s aspekta potrošnje pogonske energije

Izvor: Izradila doktorandica

Analizirajući Graf 17. te uspoređujući ga s Grafom 15. zaključuje se da se ušteda pogonske energije ostvaruje trenutnim rasporedom brodova.

5.4.2. Druga razina oblikovanja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa – s aspekta dostupnosti brodova

Nakon oblikovanja optimalnog rasporeda brodova s posljedicom smanjenje potrošnje pogonske energije slijedi oblikovanje optimalnog rasporeda brodova s aspekta dostupnosti istih.

Optimalan raspored brodova s aspekta njihove dostupnosti se oblikuje jednakom metodom kao i kod optimalnog rasporeda brodova s posljedicom smanjene potrošnje energije. Prvi korak je definiranje parametara za ocjenu dostupnosti brodova. Isti se određuju samostalno, a u ovom znanstvenom istraživanju su sljedeći:

- brzina broda u odnosu na zahtjeve brodske linije,
- raspon kapaciteta u odnosu na zahtjeve brodske linije,
- mogućnost ukrcaja/iskrcaja putnika na više od jednog ulaza/izlaza,
- protočnost broda,
- širina ukrcajne rampe,
- pristup za osobe s ograničenjem u kretanju,
- starost broda,
- mogućnost prijevoza kućnih ljubimaca.

Parametri se vrednuju i njihove vrijednosti se uzimaju u obzir kod dostupnosti brodova. Korisnik samostalno određuje vrijednosti parametara ako nije drugačije definirano.

Tablicom 5. prikazuju se primjer ostvarenih bodova određenih brodova u slučaju održavanja određenih brodskih linija.

Tablica 5. Broj pripadajućih bodova po promatranim brodskim linijama

brod	Linija 1	Linija 2	Linija 3
Brod 1	32	32	42
Brod 2	12	12	22
Brod 3	/	/	12

Izvor: Izradila doktorandica

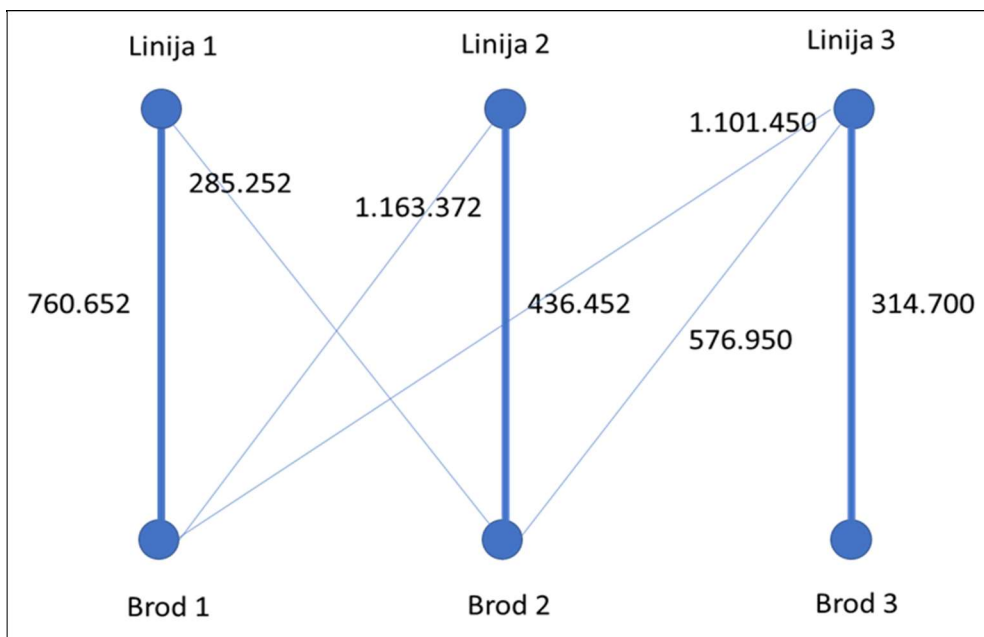
Vrijednost povezivanja brodske linije i određenog broda, koji po osnovnim karakteristikama (kapacitet i sposobnost broda po dizajnu i tehničkim karakteristikama za održavanje određene brodske linije) odgovara toj istoj brzobrodskoj liniji, određuje se produktom ostvarenih bodova određenog broda i broja prevezenih putnika na određenoj brodskoj liniji. Vrijednosti za određene brodske linije i odgovarajuće, koji su uzeti kao primjer u općem modelu optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, nalaze se u Tablici 6.

Tablica 6. Produkt bodova i broja prevezenih putnika

		Brod 1	Brod 2	Brod 3
linija	broj prevezenih putnika	produkt	produkt	produkt
Linija1	23.771	760.672	285.252	/
Linija 2	36.371	1.163.872	436.452	/
Linija 3	26.225	1.101.450	576.950	314.700

Izvor: Izradila doktorandica

Početni korak je konstruiranje bipartitnog grafa čime se prikazuje trenutno stanje sparivanja brodova i brodskih linija u odnosu na sve odabrane parametre, ali i sve potencijalne mogućnosti. Primjer navedenog prikazuje se Grafom 18.



Graf 18. Primjer inicijalnog stanja povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova

Izvor: Izradila doktorandica

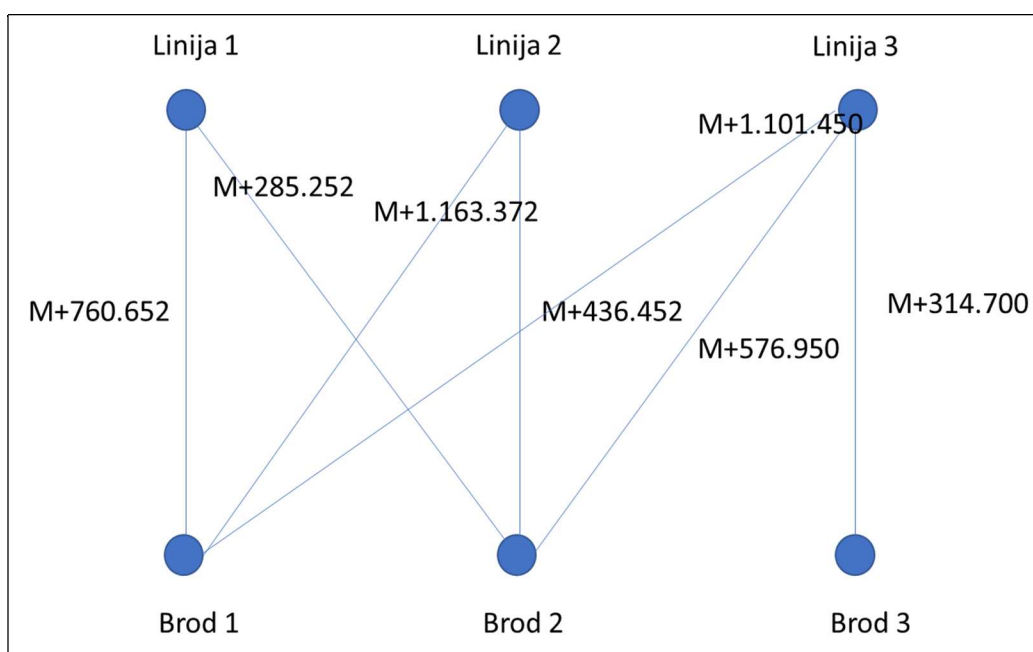
Slijedeći korak je uteženje bridova. Težina svakog brida je suma velikog broja M (umnožak svih prevezenih putnika i broj bodova svih brodova kada voze relaciju na kojoj dobivaju najviše bodova) i produkta broja bodova koje bi brod dobio da vozi određenu liniju te broja prevezenih putnika na toj liniji. U ovom slučaju M iznosi 9.154.902, a vrijednosti težine bridova su prikazane u Tablici 7.

Tablica 7. Veličine uteženja za određene brodske linije u odnosu na dostupnost brodova

brod	Linija 1	Linija 2	Linija 3
Vida	9.915.574	10.318.774,00	10.256.352,00
Judita	9.440.154	9.591.354,00	9.731.852,00
Nona Ana	/	/	9.469.602,00

Izvor: Izradila doktorandica

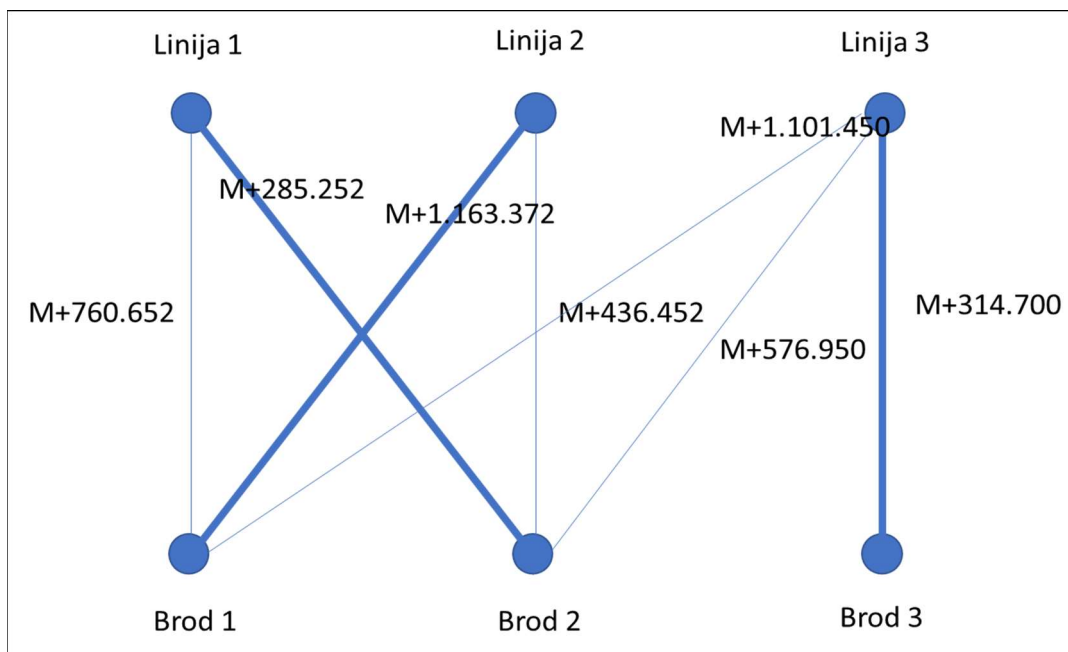
Grafički prikaz uteženja trenutnog stanja povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta dostupnosti brodova daje Graf 19.



Graf 19. Primjer uteženja trenutnog stanja povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova

Izvor: Izradila doktorandica

Tražeci maksimalnu težinu kojom bi se odredila povezanost odgovarajućeg broda i brodske linije oblikuje se optimalno sparivanje uz napomenu da se uzima ona veličina, odnosno ono sparivanje, gdje je veličina dostupnosti broda najveća. Grafom 20. prikazuje se sparivanje maksimalnih težina čime se postiže da optimalno pridruživanje bude ono u kojem je dostupnost broda iskorištena u najvećoj mjeri za putnika.



Graf 20. Primjer optimalnog povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova

Izvor: Izradila doktorandica

Određivanjem optimalnog rasporeda brodova na određenim brodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova ne definira se najveći stupanj racionalizacije u rasporedu brodova. Tek trećom razinom, odnosno kompromisnim pristupom, koji obuhvaća oba kriterija optimizacije, se ostvaruje postavljeni cilj.

5.4.3. Treća razina oblikovanja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa – kompromisni pristup

Nakon oblikovanja optimalnog rasporeda brodova na odgovarajuće brodske linije s aspekta potrošnje pogonske energije i optimalnog rasporeda brodova na odgovarajuće brodske linije s aspekta dostupnosti brodova, slijedi kompromisni pristup pri određivanju optimalnog rasporeda brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Kompromisnim pristupom ostvaruju se oba pristupa optimizaciji, odnosno postiže se ravnoteža između optimizacije s aspekta potrošnje pogonske energije i optimizacije s aspekta dostupnosti brodova.

Mjera kvalitete funkcije f koja sparuje linije i brodove je dana formulom:

$$\frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{B} - \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^n g_{ij}}{G} \quad \dots(2)$$

gdje je b_{ij} broj bodova uslijed prikladnosti broda i brodskoj liniji j pomnožen s brojem prevezenih putnika na brodskoj liniji j , g_{ij} označava potrošnju pogonske energije broda i pri održavanju brodske linije j , B označava sumu b_{ij} kod svih brodskih linija kojima su brodovi i inicijalno pridruženi, a analogno tome G označava sumu g_{ij} kod svih brodskih linija kojima su brodovi i inicijalno pridruženi. Potrošnja energije i dostupnost broda se normira za inicijalno pridruživanje na 1, a nakon toga slijedi ravnomjerno uteženje s faktorom 0.5. Pogonska energija označava se s negativnim predznakom s obzirom da je jedan od osnovnih ciljeva smanjenje potrošnja pogonske energije.

Kod promatranog primjera na 3 broda (Brod 1, Brod 2, Brod 3) i 3 brzobrodске linije (Linija 1, Linija 2, Linija 3), veličina B iznosi 1.511.824, a veličina G 47.967,64. Tablica 8. sadrži veličine kod kompromisnog pristupa.

Tablica 8. Veličine kod kompromisnog pristupa

brod	Linija 1	Linija 2	Linija 3
Brod 1	0,123300279	0,127947577	0,177853666
Brod 2	-0,030869066	-0,106490021	0,008823415
Brod 3	/	/	-0,016810258

Izvor: Izradila doktorandica

Slijedi sparivanje maksimalnih težina, na isti način kao u prethodnim slučajevima kod optimalnog rasporeda brodova s aspekta potrošnje energije i dostupnosti brodova. Svakom bridu dodaje se veliki broj M (produkt broja brodova i broja brodskih linija, $M = i * j$) kao osiguranje da će sparivanje maksimalne težine biti i savršeno sparivanje pa se brid koji povezuje brod i s linijom j utežuje slijedećom funkcijom:

$$\frac{1}{2} \frac{b_{ij}}{B} - \frac{1}{2} \frac{g_{ij}}{G} + M \quad \dots(3).$$

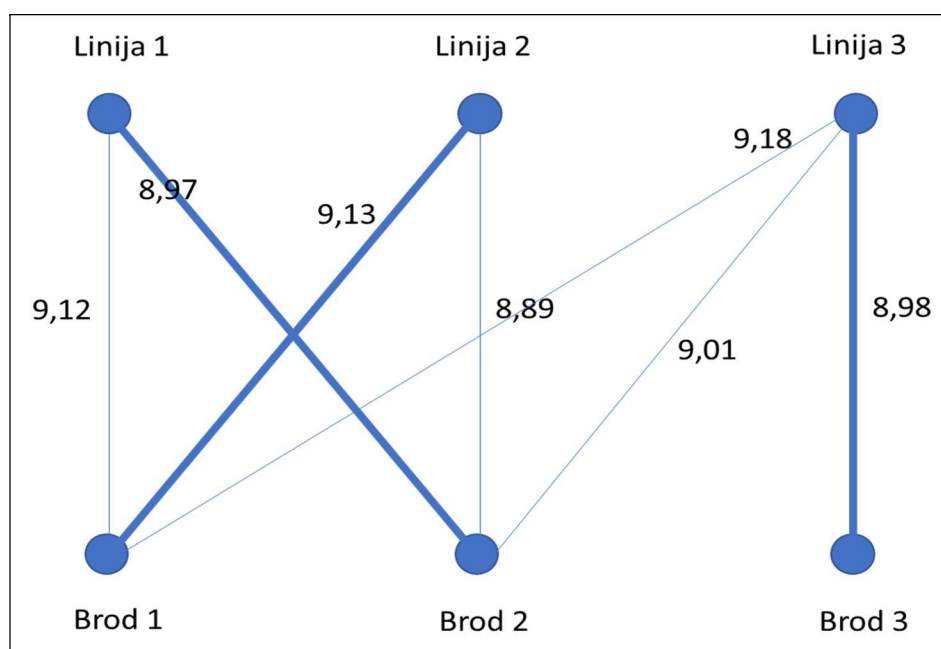
S obzirom da se u promatranom primjeru radi o 3 broda i 3 brodske linije, M iznosi 9. Tablica 9. sadrži utežene vrijednosti bridova prema zadanoj formuli (3).

Tablica 9. Utežene veličine kod kompromisnog pristupa

brod	Linija 1	Linija 2	Linija 3
Brod 1	9,123300279	9,127947577	9,177853666
Brod 2	8,969130934	8,893509979	9,008823415
Brod 3	/	/	8,983189742

Izvor: Izradila doktorandica

Na ovaj način dolazi se do optimalnog rasporeda brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije i dostupnosti brodova odnosno postizanjem ravnoteže između. Optimalni raspored brodova s oba aspekta za promatrani primjer predstavlja Graf 21.



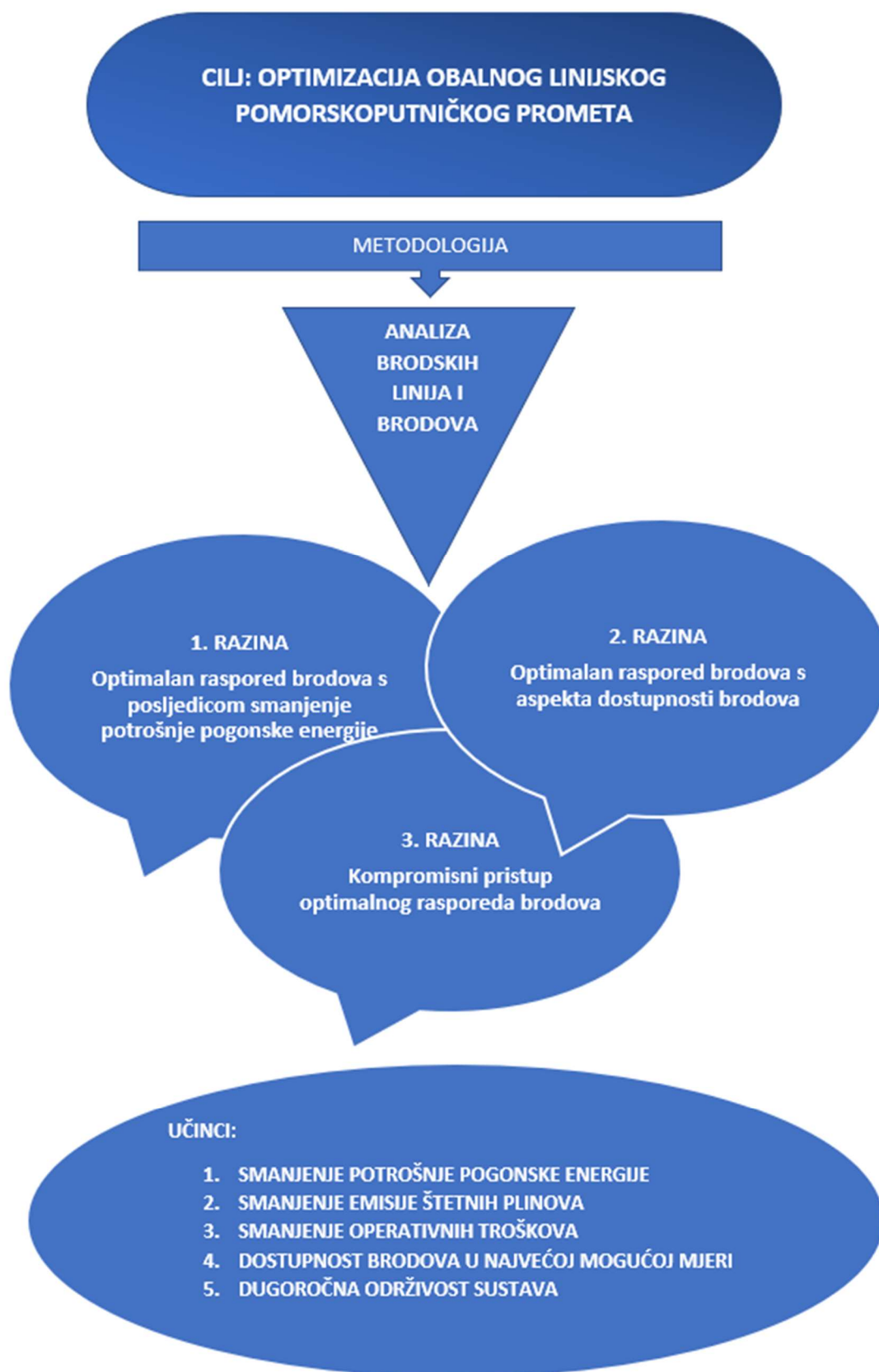
Graf 21. Primjer optimalnog povezivanja brodova s odgovarajućim brodskim linijama kompromisnim pristupom

Izvor: Izradila doktorandica

U slučaju da je isti brod optimalan par na više brodskih linija, odabire se ona povezanost kod koje je veća razlika između uteženih veličina kod kompromisnog pristupa, odnosno algoritam odabire kombinaciju koja daje najkvalitetniji rezultat s aspekta potrošnje pogonske energije i dostupnosti broda.

Opći modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskog prometa je prikazan u Shemi 2.

Shema 2. Opći model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa



Izvor: Izradila doktorandica

U Shemi 2. su prikazani cilj, način kojim se postiže taj isti cilj te učinci kao rezultat ostvarenja postignutog cilja. Znači, cilj je postizanje optimalnog rasporeda brodova koji se kreira kroz tri razine unutar modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.. Učinci postignute optimizacije su sljedeći: smanjenje potrošnje pogonske energije, smanjenje emisije štetnih plinova u atmosferu, smanjenje operativnih troškova, dostupnost brodova u najvećoj mogućoj mjeri i ostvarenje dugoročne održivosti sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

6. TESTIRANJE MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PRIMJERU REPUBLIKE HRVATSKE

U okviru sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske bitno je razviti koncept dostupnosti otoka s obzirom da istraživanja upućuju na nepovoljnije kvantitativne i kvalitativne pokazatelje dostupnosti kod manjih i od kopna udaljenijih otoka [146].

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj pruža redovitu prometnu povezanost između 73 otočne i 22 kopnene luke [92]. Redoviti javni prijevoz u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu u Republici Hrvatskoj važećom Odlukom o određivanju državnih linija u javnom prijevozu u linijskom obalnom pomorskom prometu iz 2016. godine, te izmjenom i dopunom Odluke iz 2020. godine obuhvaća 51 državnu liniju, koje održava 13 brodara s ukupnom flotom od 82 broda [93]. Slijedom navedenog, Republika Hrvatska je reprezentativan primjer za izradu prijedloga modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Zbog dinamičnosti sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, u obzir su uzeti podaci iz 2019. godine koja nije zahvaćena poremećajem izazvanim pandemijom uzrokovanom Covidom – 19. Ovim načinom se obuhvaćaju podaci koji nisu ekstermni u redovitom odvijanju sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Sedmo poglavlje doktorske disertacije predstavlja prijedlog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na primjeru Republike Hrvatske. Ovo poglavlje, osim prijedloga modela optimizacije, prikazuje značajke i ciljeve prometne i pomorske politike Republike Hrvatske te daje analizu i organizaciju sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

6.1. ZNAČAJKE I CILJEVI PROMETNE I POMORSKE POLITIKE REPUBLIKE HRVATSKE

Promet i pomorstvo su temelji gospodarskog, društvenog i kulturnog razvoja Republike Hrvatske. Prema smjernicama Europske unije, čija je članica Republika Hrvatska od 2013. godine, treba djelovati u pravcu kvalitetnog prometnog povezivanja sa svim državama

Europske unije i šire. Praćenje smjernica prometne i pomorske politike Europske unije prioritet je u definiranju nacionalne prometne i pomorske politike te strategije razvitka pojedinih prometnih grana. Da bi se adekvatno iskoristio povoljan geostrateški položaj Republike Hrvatske, nužno je istražiti usklađenost prometnog i pomorskog sustava Republike Hrvatske u kontekstu prometne i pomorske politike Europske unije. Pri izboru instrumenata prometne i pomorske politike treba preferirati one koji omogućuju deregulaciju i liberalizaciju prometa u cilju efikasnog uključivanja hrvatskog prometa u europski prometni sustav.

Strategija prometnog razvitka Republike Hrvatske iz 1999. godine prvi je dugoročni razvojni dokument prometnog sustava, a daje smjernice razvoja prometnih grana u Republici Hrvatskoj. Strategijom su definirani sljedeći ciljevi prometnog razvitka Republike Hrvatske [147]:

- 1) ciljevi ukupnog razvitka Republike Hrvatske i njezinog međunarodnog povezivanja,
- 2) ciljevi prometnog razvitka u funkciji objedinjavanja hrvatskog prostora,
- 3) ciljevi prometnog razvitka u funkciji europske povezanosti Republike Hrvatske,
- 4) ciljevi sukladnoga i postupnoga razvitka ukupnoga prometnog sustava i pojedinih njegovih dijelova,
- 5) ciljevi prometnog razvitka glede sigurnosti prometnih pravaca i prometnih tokova,
- 6) usklađivanje ciljeva razvitka prometa i zaštite okoliša.

Razvojna prometna politika temeljila se na sljedećim strateškim ciljevima [147]:

- 1) postizanje primjerenog vrednovanja prednosti geoprometnog položaja Hrvatske kroz europsku mrežu glavnih prometnih koridora;
- 2) kvalitetno međusobno prometno povezivanje hrvatske regije, posebno obalnog i kontinentalnog područja, uz povezivanje na europske prometne pravce;
- 3) pospješiti uključivanje hrvatskoga gospodarstva u međunarodnu podjelu rada i osigurati dinamičniji gospodarski razvitak razvojem prometne infrastrukture i prometnih djelatnosti;
- 4) stvoriti mogućnosti za izravno ulaganje stranoga kapitala i kreditnu potporu međunarodnih financijskih institucija razvojnim infrastrukturnim programima; razvijati integralni prijevoz primjeren zaštiti okoliša;
- 5) restrukturirati velika poduzeća u državnom vlasništvu i primijeniti tržišna mjerila u njihovu poslovanju;
- 6) urediti odnose u upravljanju, izgradnji i korištenju objekata prometne infrastrukture s naglaskom na one koji imaju status javnog dobra ili su na javnom dobru.

Osobito vrijedan događaj za prometnu politiku Republike Hrvatske zbio se u lipnju 1997. godine u Helsinkiju na 3. sveeuropskoj konferenciji o prometu kada su najvažniji hrvatski prometni pravci uključeni u europsku mrežu glavnih prometnih koridora (V. i X. te u VII.-dunavski koridor) što je prikazano na Slici 6.



Slika 6. Paneuropska prometna mreža

Izvor: www.croatia.eu (pristupljeno 16.09.2021.)

Na taj način se potvrdilo značenje prometnoga položaja Republike Hrvatske u sveeuropskoj prometnoj mreži, a razvoj infrastrukture i tehnologije prijevoza postaje dijelom koordiniranih nacionalnih razvojnih programa na cjelokupnim dužinama koridora za čije ostvarenje se očekuje i međunarodna financijska potpora [147]. Geopolitička komponenta vrednovanja položaja Hrvatske važna je za potpunije ocjene statusa i trendova regionalnog prometnog razvitka.

Bitno je istaknuti da se u reviziji strateških razvojnih opredjeljenja u prometu polazilo od interesa Hrvatske za primjerenom valorizacijom njezinih najvažnijih prometnih pravaca, posebno u povezivanju Središnje Europe i Jadrana, geopolitičkih promjena u hrvatskom

zemljopisnom okruženju i promjena u ustrojstvu hrvatskog gospodarstva u tom okruženju, s posljedicama na prometne tokove, golemih ratnih šteta na prometnoj infrastrukturi i potrebe da se obnovom istodobno osigura i razvitak, nužnosti primjene suvremenih tehnologija u prometu u skladu sa zahtjevnim ekološkim normama i dr. [147].

U travnju 2008. godine Republika Hrvatska je otvorila pregovore o prometnoj politici unutar okvira pregovora o članstvu s Europskom unijom, a jedan od osnovnih uvjeta zaključivanja poglavlja o prometnoj politici bio je poboljšanje kvalitete brodarstva. Ulaskom u Europsku uniju, Republika Hrvatska opredjeljuje se za slobodan protok roba, kapitala i ljudi odnosno liberalizaciju pomorske kabotaže.

Republika Hrvatska postala je članica Europske unije 1.07.2013. Pristupanje Europskoj uniji predstavlja potencijalnu prekretnicu u gospodarskom, socijalnom i opće društvenom razvoju zemlje. Prometni razvoj strategijsko je određenje Hrvatske unutar proširene Europske unije, a osnovni preduvjet je usklađenje regulativa i propisa s međunarodnim regulativama i propisima poglavito s onima Europske unije. Stoga razvoj prometnog sustava Hrvatske, osim prostornog dimenzioniranja infrastrukturne mreže, treba biti usklađen s referentnim strategijskim odrednicama zajedničke transportne politike Europske unije što pretpostavlja inkorporaciju načela integrativnosti, interoperabilnosti i održivosti u nacionalnu prometnu politiku [148]. Uvedene su značajne i zakonske novine, poglavito kod Zakona o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu, nakon otvaranja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici hrvatskoj prema ostalim članicama Europske unije [149].

Republika Hrvatska je izrazito primorska država što implicira važnost pomorske politike. U cilju definiranja jasnih pravaca razvoja pomorstva, kao jedne od najznačajnijih gospodarskih grana Republike Hrvatske, Vlada Republike Hrvatske donosi Strategiju pomorskog razvitka i integralne pomorske politike Republike Hrvatske, a ista se nastavlja na opća načela sadržana u strateškim smjernicama Vlade Republike Hrvatske, sektorskim strategijama te strateškim smjernicama Europske unije u području pomorstva. Vizija Strategije je da Republika Hrvatska postane razvijena i prepoznatljiva pomorska država, a misija da se osnaži uloga pomorstva u razvoju i konkurentnosti Republike Hrvatske kroz politike i inicijative održivog rasta gospodarske aktivnosti na moru i u priobalju, jačanje utjecaja hrvatskog pomorskog sektora na europskom i svjetskom tržištu, vrednovanje iznimnog geografskog položaj Jadranskog mora i njegovih ekoloških značajki, kao i razvoja visokih tehnologija i usluga u pomorstvu na

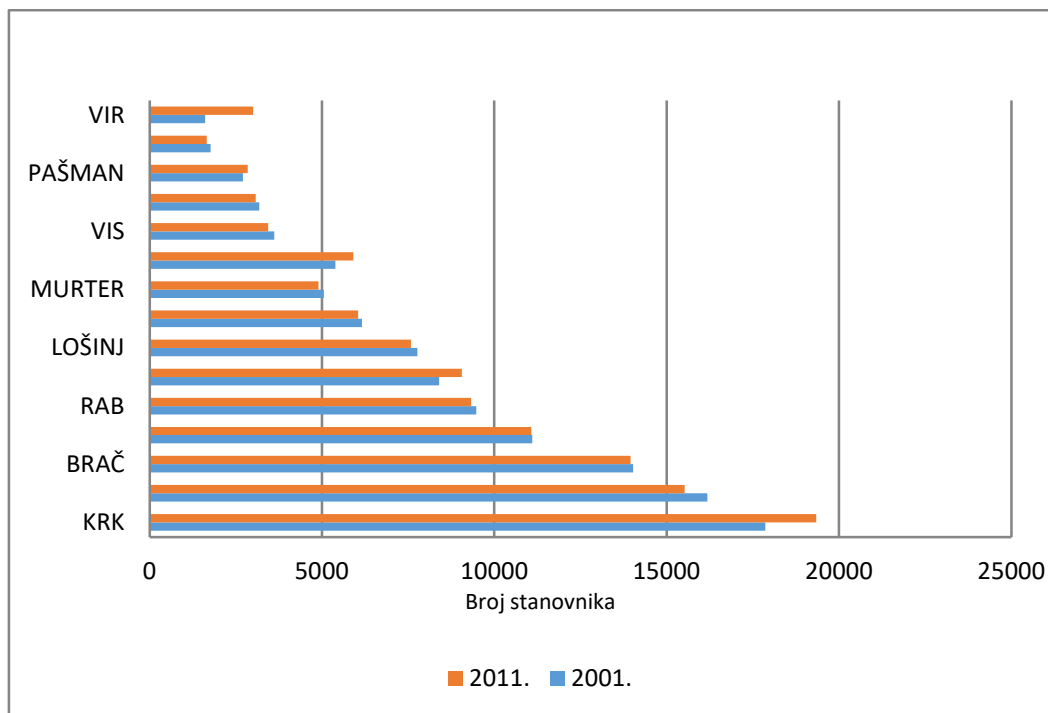
temeljima tradicionalnih znanja i usvojenih sposobnosti, vodeći osobitu brigu o visokoj dostupnosti učinkovitih i modernih javnih usluga u pomorstvu, zaštiti morskog okoliša i sigurnosti plovidbe [92].

Politika hrvatskog pomorskog prometa izuzetno je značajna politika ekonomske, prometne i pomorske politike te se mora definirati i primjenjivati u najmanje tri sljedeća segmenta: trgovačka mornarica, morske luke i brodogradnja te logistička politika špedicija, agencija, osiguranja, opskrbljivanja brodova, nautičkog turizma...U okviru pomorske politike posebna pozornost se treba posvetiti odnosu linijske i slobodne plovidbe, uređenju vlasničkih odnosa u hrvatskim brodarskim kompanijama, statusu pomoraca, izgradnji brodova za domaće brodare u domaćim brodogradilištima, sigurnosti plovidbe i zaštiti okoliša, intenzivnijem razvitku kontejnerizacije i RO RO tehnologije transporta [54]. Potrebno je voditi računa da pomorska politika intenzivira modernizaciju lučke infrastrukture i suprastrukture te ustroju morskih luka. Da bi se isto ostvarilo, bitno je u osnovne odrednice prometne i pomorske politike Republike Hrvatske adekvatno uklopiti smjernice europske politike prometnog razvitka ucrtane u pristup ka razvoju društveno prihvatljivog, ekonomski učinkovitog i istovremeno održivog prometnog razvoja [25].

U cilju ostvarenja učinkovite prometne i pomorske politike Republike Hrvatske, nužno je jasno definirati strateške mjere i ciljeve te uskladiti nacionalne politike s odrednicama međunarodne pomorske i prometne politike a posebno s navedenim politikama Europske unije.

6.2. ANALIZA SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Stalno naseljenih otoka u Republici Hrvatskoj je svega 49 [91]. Prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011. godine udio stanovništva, koji žive na otocima, u cjelokupnom broju stanovnika Republike Hrvatske je 2,92% odnosno 124.955 osoba kao stalnih stanovnika otoka. U prethodnom popisu stanovništva iz 2001. godine udio otočnog stanovništva, s obzirom na ukupan broj stanovnika Republike Hrvatske, iznosio je 2.8% te se zamjećuje relativno povećanje otočnog stanovništva [2]. Navedeno potvrđuje i Graf 22. koji prikazuje kretanje broja stanovnika u 2001. godini i 2011. godini na osam najnaseljenijih otoka Republike Hrvatske. Testiranje je izvršeno za razdoblje bez ekstremnih poremećaja uzrokovanih pandemijom Covida-19 pa se uzima u obzir popis stanovništva Republike Hrvatske do 2019. godine.



Graf 22. Kretanje broja stanovnika na osam najnaseljenijih otoka u 2001. i 2011.

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Državnog zavoda za statistiku, www.dzs.gov.hr (pristupljeno 01.08.2021.)

Analizirajući podatke prikazane na Grafu 22., uočava se uzlazni trend u broju otočnog stanovništva iako se ne radi o pozitivnim promjenama velikih razmjera.

Ukoliko se promatra kretanje broja stanovnika na otocima kroz povijest, uočavaju se različite promjene u različitim razdobljima pa je značajnija prekretnica uočena nakon II. svjetskog rata kada se stanovništvo otoka u obalno otočnim općinama smanjilo za 47%, a najveći pad stanovništva otoka obalno otočnih općina zabilježen je između popisa 1971. godine i 1981. godine [90]. Navedeno stanje je razvidno iz Tablice 10., koja prikazuje kretanje broja stanovnika na otoku od 1857. godine do zadnjeg popisa stanovništva iz 2011. godine.

Tablica 10. Stanovništvo hrvatskih otoka od 1857. do 2011. (bez Pelješca)

POPISNA GODINA	STANOVNIŠTVO	INDEKS 1857=100
1857	117 481	100
1900	166 891	142
1910	173 263	147
1921	173 503	148
1931	165 624	141
1948	151 835	129
1953	150 073	128
1961	139 798	119
1971	127 598	109
1981	114 803	98
1991	110 953	94
2001	124 870	106
2011	125 082	106

Izvor: Izradila doktorandica prema Starc,N., 2016, 'Ka održivom razvoju otoka', Otoci i njihovi potencijali, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 249-258

Otoci i otočne skupine razlikuju se u geografskim, socioekonomskim i demografskim značajkama, a posebno se izdvajaju premošteni otoci zbog povoljnijih demografskih trendova i boljeg gospodarskog razvoja dok su mali otoci izloženiji intenzivnoj depopulaciji te su u procesu preobrazbe iz trajno naseljenog u povremeno naseljeni prostor [6]. Analizirajući Tablicu 11. uočava se da premošteni otoci 2011. godine imaju porast broja stanovnika za 53,2% u odnosu na 1981. godinu, odnosno 10,3% u odnosu na 2001. godinu, nepremošteni otoci bilježe porast u 2011. godini od 1,3% u odnosu na 1981. godinu, a pad u odnosu na 2001. godinu dok mali otoci bilježe stalni pad broja stanovnika. Uočeno je pozitivno kretanje broja stanovnika na premoštenim otocima, a na malim i nepremoštenim otocima negativno kretanje što ukazuje na stalno izraženu potrebu za sigurnim i učestalim prometnim povezivanjem otoka s kopnom. Na malim otocima posebno je izražena problematika izostanka gospodarskog razvoja što je posljedica loše prometne povezanosti, jer među hrvatskim malim otocima još uvijek ima onih čije su potrebe za kvalitetnim prometnim povezivanjem djelomično zadovoljene ili uopće nisu zadovoljene, što je pridonijelo njihovoj depopulaciji [6].

Tablica 11. Kretanje broja i udjela stanovnika otoka od 1981. do 2011. na području Republike Hrvatske

Otočna skupina	Broj stanovnika				Indeks popisne promjene	
	1981.	1991.	2001.	2011.	2011./1981.	2011./2001.
Premošteni otoci	27.580	30.975	38.313	42.245	153,2	110,3
	25,20%	27,60%	31,30%	33,80%		
Nepremošteni otoci	81.576	81.451	84.105	82.710	101,3	98,3
	74,70%	72,40%	68,70%	66,20%		
Mali otoci	5.894	4.462	4.665	4.587	77,8	98,3
	5,40%	4,00%	3,80%	3,70%		

Izvor: Izradila doktorandica prema Lajić, I., Mišetić, R., 2013, 'Demografske promjene na hrvatskim otocima na početku 21. stoljeća', Migracijske i etničke teme, vol. 29, no. 2, p. 169-199

Otok nije samo izolirana cjelina već i dio otočnih i otočno-obalnih skupina izvan kojih ne može opstati pa mu je za održivost i razvoj prijeko potrebna i što bolja povezanost sa svim skupinama [6]. Iz tog razloga je uočen značajniji porast broja stanovnika na otocima koji su s kopnom povezani mostom. Na otocima koji su povezani s kopnom mostovima, kao što su Krk, Pag, Vir, Murter i Čiovo, prema posljednjem popisu stanovništva živi 42.245 stanovnika, što je povećanje od 10,3% u odnosu na prethodni popis stanovništva iz 2001. godine [2]. Otoci, koji su povezani s kopnom mostovima ili čestim i redovitim brodskim vezama, ujedno su i najrazvijeniji. Veći otoci bliže obali sve povoljnije rješavaju problem prometne povezanosti s kopnom dok još uvijek ima malih otoka čije potrebe za kvalitetnim prometnim povezivanjem nisu zadovoljene. Republika Hrvatska ima niz zakonskih okvira kojima je cilj razvoj otoka i očuvanje života na otocima, a održivi razvoj otoka podrazumijeva realizaciju općih ciljeva kao što su stabilan gospodarski razvoj otoka, pravedna raspodjela socijalnih mogućnosti za sve otočane, zaštita otočnog okoliša i povećanje otpornosti na klimatske promjene [150].

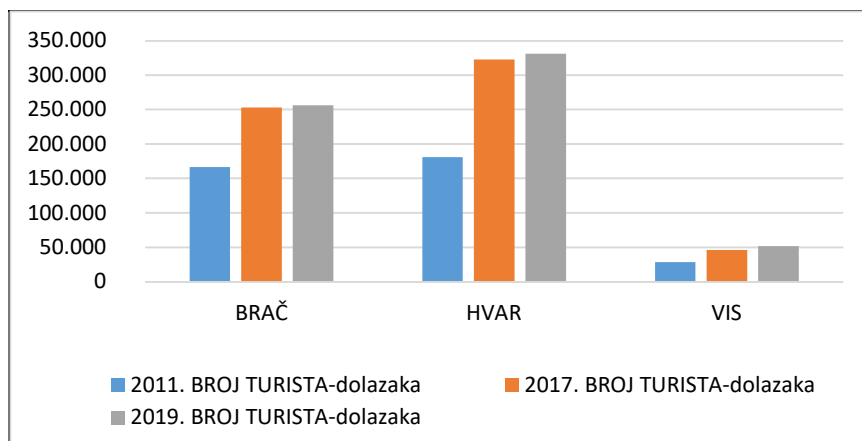
Otoci se već dugo vremena suočavaju sa stalnom depopulacijom i migracijama iz nebrojenih razloga, a ponajviše zbog razine gospodarskog razvoja otoka što je direktno povezano s

prometnom povezanošću otoka s kopnom i otoka međusobno kao osnovni preduvjet gospodarskog razvoja. Ukoliko izostane rast otočnog gospodarstva, nerealno je očekivati dugoročni opstanak otoka. Obalni linijski pomorskoputnički promet utječe na obalno gospodarstvo i naseljenost otoka uz istaknutu potrebu za povećanjem brodskih linija, podizanjem razine usluga i nižim cijenama putničkih karata [151].

Otočno gospodarstvo očituje se najviše u granama turizma, poljoprivrede, ribarstva, kamenarstva i brodogradnje. Na otočno gospodarstvo uvelike utječu promijene u okruženju, uostalom kao i na gospodarstvo na kopnu, ali je ipak osjetljivija kategorija s izraženijim oscilacijama. S obzirom na prirodna bogatstva i još uvijek prisutne izvornosti, hrvatski otoci su zanimljivi turistima ali i raznim investitorima pa u gospodarskom smislu najviše pozornosti privlači turizam zbog izrazite profitabilnosti. Razvedenost obale, čisto more, maritimne karakteristike hrvatske obale, klima, povijesno-kulturna baština, očuvan okoliš i prirodne ljepote nude brojne mogućnosti za daljnji razvoj turizma, ali uz obvezu očuvanja značaja i izvornosti otoka kako bi se osigurao dugoročno održiv razvoj.

Broj dolazaka turista na otoke i broj registriranih kreveta u turizmu određuje pomorskoputnički promet u Republici Hrvatskoj dok broj prevezenih vozila određuje gospodarsku aktivnost otoka, a sve uslijed turizma kao glavne aktivnosti otočnog prostora [152]. Između turizma i morskog putničkog brodarstva u Republici Hrvatskoj postoji izrazita međuovisnost te je oživljavanje dugoročnog razvoj otoka povezano s razvojem morskog putničkog brodarstva [153]. Za realizaciju navedenog su nužne promjene u zakonodavstvu, otvaranje tržišta, modernizacija flote, transformacija stavova javnosti i značajan angažman države [95].

Značaj turizma se očituje kroz prikaz na Grafu 23. gdje se uočava značajan porast broja turista u 2017. i 2019. godini u odnosu na 2011. godinu na tri dalmatinska otoka. Također, Graf 23. prikazuje i daljnji uzlazni trend u broju dolazaka turista, jer se uočava porast rast broja turista u dolascima u 2019. godini u odnosu na 2017. godinu. Drugi otoci Republike Hrvatske ne odstupaju od ovog trenda pa se zaključuje da je turizam osnovni izvor prihoda na otocima te kao takav i bitan čimbenik gospodarskog razvoja otoka.



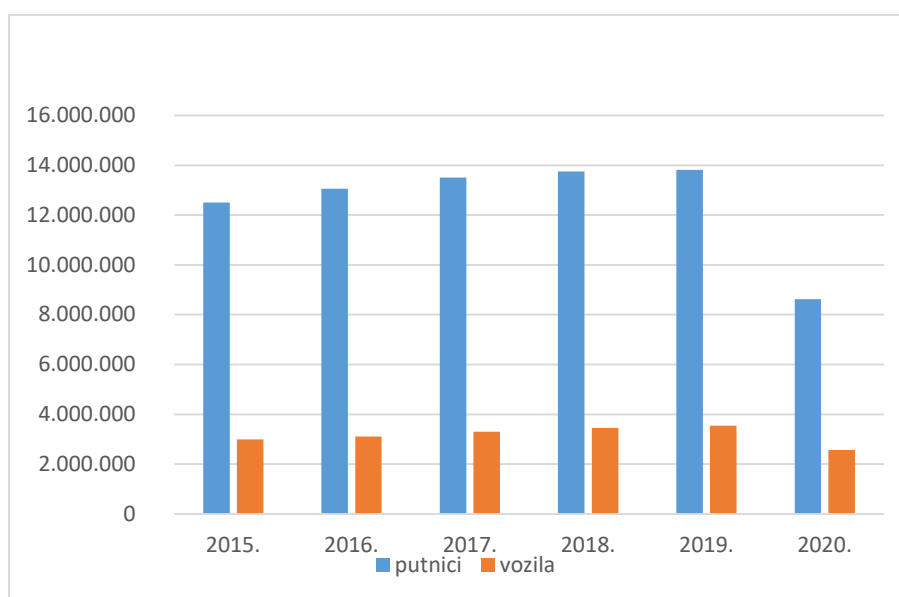
Graf 23. Usporedba broja turista na tri dalmatinska otoka

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Državnog zavoda za statistiku, www.dzs.gov.hr
(pristupljeno 08.04.2022.)

Nekad je temeljna gospodarska grana na otocima bila poljoprivreda, ali je danas znatno nadvladana od strane turizma. Iako je vinogradarstva sve manje na hrvatskim otocima, vinogradarstvo i maslinarstvo su ipak najzastupljeniji u strukturi poljoprivrede na otocima. Maslinarstvo opravdano postaje sve značajnije za otoke. Na otocima se uzgaja više od polovine ukupne količine maslina u Hrvatskoj. Međutim, poljoprivredni resursi na otocima sigurno mogu biti bolje iskorišteni uz adekvatne mjere i poticaje. Osim poljoprivrede, za otoke je karakteristično i ribarstvo iako je nedovoljno zastupljeno. Uočeno je smanjenje uporabe proizvodnih kapaciteta u okviru ribarstva, zbog tranzicijskih problema, gubitka bivšeg tržišta, carinskih ograničenja te nezadovoljavanja standarda tržišta Europske unije te je ulov i uzgoj morske ribe i drugih morskih organizama u Republici Hrvatskoj manji u 2017. godini u odnosu na prethodnu godinu za 2,0% [6]. Ribarstvo za otoke ima gospodarsku, ekološku i društvenu ulogu, jer znači ostvarenje određenog prihoda, zaposlenost otočana, stil života, lokalni identitet i turističku atrakciju iako je razvidno da je potrebno znatno ulaganje i angažman države kako bi se postigao razvoj ribarstva na otocima.

Otoci imaju mnoge prednosti koje se adekvatno mogu iskoristiti u cilju razvoja gospodarstva ne ugrožavajući karakter otoka uz preduvjet maksimalnog smanjenja ograničavajućih čimbenika kao što je prometna odsječenost od kopna. Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno direktno utječe na otočno gospodarstvo, jer je promet pokretač svih razvojnih tokova otočnog prostora. Najizraženija je međuovisnost turizma i prometne povezanosti jer samo time se može očekivati razvoj otočnog turizma, a turizam je ipak najizraženija podloga za gospodarski razvoj hrvatskih otoka. Dugoročno održiv razvoj turizma i otoka se može ostvariti provođenjem promišljene razvojne politike u svim domenama bitnim za otok.

Cilj je da otoci konačno postanu u cijelosti posebna i privlačna mjesta za život što je moguće ostvariti promišljenom strategijom, planskim upravljanjem, realnim analiziranjem stanja otoka i ograničavajućih faktora. Na taj način se otocima može i mora osigurati održivi razvoj. Za održivi razvoj otoka i život otočnog stanovništva najvažnija je učestala i kvalitetna prometna povezanost s kopnom i otoka međusobno što je prikazano i na Grafu 24. Analizirajući Graf 24. uočljiv je stalan rast prevezenih putnika i vozila u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu Republike Hrvatske u razdoblju od 2015. do 2019. godine Broj prevezenih putnika godišnje premašuje brojku od 13.000.000 što ukazuje na važnost sustava za Republiku Hrvatsku. Konstantan rast je prekinut 2020. godine zbog pojave epidemije bolesti COVID -19 na globalnoj razini. Analizirajući Graf 24. evidentan je pad broja putnika i vozila u odnosu na prethodnu godinu. Promet je zbog novonastale neočekivane situacije značajno opao pa je unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa prevezeno 37,6% manje putnika i 27,6% manje vozila u odnosu na 2019. godinu.



Graf 24. Kretanje broja prevezenih putnika i vozila u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu Republike Hrvatske za razdoblje od 2015. do 2020. godine

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Državnog zavoda za statistiku, www.dzs.gov.hr (pristupljeno 08.04.2022.)

U Republici Hrvatskoj trajno i redovito povezivanje naseljenih otoka u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru osigurava se sustavom obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Sustav se općenito može definirati kao skup elemenata koji povezani čine cjelinu a njihova zajednička aktivnost stvara određenu reakciju ili efekt pa je time i sustav obalnog

linijskog pomorskog prometa složeni sustav s nizom međusobno povezanih elemenata. Uspostava sustava javnog prijevoza je osnova razvoja otoka i očuvanja života na otocima. Razvijen prometni sustav olakšava i potiče mobilnost ljudi i roba te, smanjivanjem prometne izoliranosti, omogućava rast produktivnosti i stvara pretpostavke za uravnotežen regionalni razvoj [6]. U 2019. godini dodijeljena sredstva državnog proračuna po Programu razvoja otoka iznosila su 2.959.789.878,73 kn [154]. Također, država je izdvojila 316.512.652,00 kn na ime potpora za održavanje državnih linija u sustavu obalnog linijskog pomorskog prometa [94].

6.2.1. Pravni okvir sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj

Obalni linijski pomorskoputnički promet u Republici Hrvatskoj obavlja se u skladu s brojnim zakonskim i podzakonskim propisima. Osnovni propis je Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu kojim se osigurava redovita povezanost naseljenih otoka s kopnom i naseljenih otoka međusobno s primjerenim brojem dnevnih veza u oba pravca, a sve u cilju zadovoljenja potreba otočana odnosno podizanja kvalitete uvjeta za život na otocima i poticanja njihovog održivog razvitka. Na sjednici Hrvatskog sabora od 10.03.2006. je donesen Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu, a stupio je na snagu 1.04.2006. Zakonom se uređuju uvjeti i način obavljanja javnog prijevoza, vrste linija, utvrđivanje, usklađivanje i objavljivanje redova plovidbe i cjenika usluga, te osiguranje sredstava za kontinuirano, redovito i nesmetano obavljanje javnog prijevoza. Nadalje, utvrđuje se što obuhvaća međunarodni linijski pomorski promet, propisuju uvjeti koje mora ispunjavati brod i brodar, uređuje usklađivanje redova plovidbe u međunarodnom linijskom pomorskom prometu, te definira što obuhvaća povremeni prijevoz putnika [155].

Javni prijevoz unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj osigurava trajno i redovito povezivanje otoka s kopnom i otoka međusobno bez čega ne bi bilo održivog razvoja naseljenih otoka u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru Republike Hrvatske. Stoga je obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu djelatnost od osobitog javnog interesa za Republiku Hrvatsku. Slijedom navedenog u ovom poglavlju posebna pozornost daje se sljedećim temama:

- 1) Zakonske odredbe,
- 2) Kategorizacija otoka (nedovoljno razvijeni otoci, razvijeniji otoci, povremeno nastanjeni otoci i nenastanjeni otoci),

- 3) Analiza i planiranje razvitka otoka,
- 4) Državni poticaji u svrhu razvoja otoka.

6.2.1.1. Zakonske odredbe

Djelatnost prijevoza u linijskom i povremenom obalnom pomorskoputničkom prometu obavlja se u skladu s brojnim zakonskim i podzakonskim aktima i propisima iako je osnovni propis Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu.

U svrhu utvrđivanja stanja sustava obalnog linijskog pomorskog prometa Republike Hrvatske te ocjene minimalnih standarda linijskog povezivanja otoka s obalom kao i otoka međusobno izdvajaju se temeljne zakonske odredbe:

- Pomorski zakonik (Narodne novine 181/04, 76/07, 146/08, 61/11, 56/13, 26/15, 17/19),
- Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu (Narodne novine 19/22),
- Pravilnik o uvjetima i načinu ostvarivanja prava na povlašteni prijevoz na linijama u javnom pomorskom prijevozu (Narodne novine 41/17, 122/20),
- Pravilnikom o uvjetima koje mora ispunjavati brod i brodar za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu (Narodne novine 26/14),
- Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (Narodne novine 158/03, 100/04, 141/06, 38/09, 123/11, 56/16, 98/19),
- Zakonom o državnim potporama (Narodne novine 47/14, 69/17),
- Pravilnik o uvjetima za obavljanje pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj (Narodne novine 109/19),
- Uredba o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi (Narodne novine 31/14).

Obalni linijski pomorskoputnički promet je pomorska djelatnost, a temeljeni propis za pomorski promet na području Republike Hrvatske je **Pomorski zakonik**. Odredbama ovoga Zakonika utvrđuju se morski i podmorski prostori Republike Hrvatske te se uređuju pravni odnosi u njima. Također, uređuju se pitanja sigurnosti plovidbe u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru Republike Hrvatske, zaštite i očuvanja prirodnih morskih bogatstava i morskog okoliša, osnovni materijalnopravni odnosi u pogledu plovniha objekata, ugovorni i drugi obvezni odnosi koji se odnose na brodove, upise plovniha objekata, ograničenja brodareve

odgovornosti, ovrha i osiguranja na brodovima [156]. Pomorski zakonik je usklađen s pravom Europske unije po pitanju prijevoza u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu [157].

U okviru Pomorskog zakonika, a bitno za sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, izdvajaju se odredbe kojima se regulira pitanje kabotaže i upućuje na primjenu Uredbe Vijeća br. 3577/92 od 7.12.1992. o primjeni načela slobode pružanja usluga u pomorskom prijevozu unutar država članica (pomorska kabotaža) [156] iako su detaljni uvjeti pomorske kabotaže propisani Pravilnikom o obavljanju pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj iz 2014. godine. Nadalje, temeljem čl. 56. st. 6. Pomorskog zakonika brodovima koji obavljaju obalni linijski pomorski moguće je smanjenje naknade za prihvata i sakupljanje otpada ako imaju uveden sustav ekološki prihvatljivog upravljanja otpadom te ako zapovjednik može dokazati da se korištenjem takvog sustava, uređaja i opreme na brodu smanjuje količinu brodskog otpada. Odredbe Pomorskog zakonika o prihvatu otpada usklađene su s Uredbom 2017/352 Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi okvira za pružanje lučkih usluga i zajedničkih pravila o financijskoj transparentnosti luka. Čl. 56.b st.7. Pomorskog zakonika kaže da Ministarstvo može, temeljem ugovora između brodara i lučkih uprava, odobriti brodovima u linijskom prijevozu, koji se redovito tiču pojedine luke, predaju brodskog otpada i plaćanje naknade u jednoj od luka ticanja [156].

U sinergiji sa Zakonom o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu te ostalim propisima, Pomorski zakonik predstavlja zadovoljavajući pravni okvir za cjelokupni sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu posebno uređuje djelatnost, uvjete i način obavljanja linijskog obalnog pomorskog prometa, a stupio je na snagu 2006. godine uz kasnije izmjene i dopune s obzirom da uređuje izrazito dinamičnu djelatnost.

Zakonom o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu uređuju se uvjeti i način obavljanja javnog prijevoza od općeg gospodarskog interesa s obvezom javne usluge te obavljanje javnog prijevoza bez obveze javne usluge, Nadalje, Zakonom se uređuje sljedeće: vrste linija, utvrđivanje, usklađivanje i objavljivanje redova plovidbe i cjenika usluga, osiguranje sredstava za kontinuirano, kao i redovito i nesmetano obavljanje javnog prijevoza [37]. Prema značaju pravca linije s obvezom javne usluge razvrstavaju se na:

- državne linije,
- županijske linije,
- međuzupanijske linije te
- lokalne linije.

Državne linije povezuju naseljene otoke s obalom i otoke međusobno, a iste utvrđuje Vlada Republike Hrvatske. Županijskim i međuzupanijskim linijama se poboljšava pomorsko prometno povezivanje naseljenih otoka s kopnom i otoka međusobno na području jedne ili više županije, a utvrđuje ih županijska skupština. Lokalnim linijama se poboljšava pomorsko prometno povezivanje naseljenih otoka s kopnom i otoka međusobno na području određene općine odnosno grada, a utvrđuje ih gradsko vijeće. Za uspostavu županijskih, međuzupanijskih i lokalnih linija potrebna je prethodna suglasnost Agencije za obalni linijski pomorski promet kao regulatornog tijela obalnog linijskog putničkog prometa u Republici Hrvatskoj. Zakonom su definirane i tri kategorije linija s obzirom na vrstu prijevoza:

- trajektne linije,
- brzobrodске linije i
- brodske linije.

Trajektne linije održavaju se brodovima posebno građenim za prijevoz putnika i vozila, brzobrodске linije brzim putničkim brodovima, a brodske linije klasičnim putničkim brodovima. Vrste brodova su definirane zakonom kojim se uređuje pomorska plovidba.

Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu propisuje i uvjete koje mora ispunjavati brodar da bi stekao pravo obavljanja usluge javnog prijevoza s obvezom javne usluge uz obvezu da je brodar s područja Europskog gospodarskog prostora. Uvjeti koje brodar mora ispunjavati su sljedeći [37]:

- 1) u upisnom listu broda kojim namjerava obavljati javni prijevoz upisan je kao kompanija sukladno posebnom propisu,
- 2) ima odgovarajući brod za liniju za koju se traži koncesija odnosno za liniju koja je predmet javne nabave,
- 3) brod kojim namjerava obavljati prijevoz za liniju za koju traži koncesiju odnosno koja je predmet javne nabave upisan je u odgovarajući upisnik trgovačkih brodova u Republici Hrvatskoj ili drugoj državi članici Europskog gospodarskog prostora,
- 4) brod ispunjava propisane tehničke uvjete za liniju za koju se traži koncesija,

- 5) članovi posade broda trebaju biti državljani Republike Hrvatske ili druge države članice Europskog gospodarskog prostora koji imaju sklopljen ugovor o radu s brodarom, a isti se temelji na radnim i socijalnim standardima utvrđenim u Nacionalnom kolektivnom ugovoru,
- 6) članovi posade moraju se služiti jezikom sukladno propisima o kabotaži u Republici Hrvatskoj.

Zakon propisuje da se ovlaštenje za obavljanje usluga javnog prijevoza daje na rok do 10 godina odnosno iznimno do 12 godina na linijama na kojima se u posljednje dvije godine ne ostvaruje prosječni godišnji promet putnika veći od 300.000.

Temeljem čl. 47. uređuje se pitanje povlaštenog prijevoza s popustom za određene kategorije putnika kao što su otočani, djeca od 3 do 12 godina života, osobe s invaliditetom, djeca s poteškoćama u razvoju, zdravstveni radnici, pripadnici policije i drugih javnih službi. Detaljna određenja ovog prava su definirana Pravilnikom o uvjetima i načinu ostvarivanja prava na povlaštenu prijevoz na linijama u javnom pomorskom prometu.

Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu uz pripadajuće podzakonske akte predstavlja zadovoljavajući pravni okvir uređenja obalnog linijskog pomorskog prijevoza. Zakon je usklađen s europskim pravnim okvirom pa je tako Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu stupio na snagu 1.07.2013., odnosno danom pristupanja Republike Hrvatske u Europsku uniju, a istim se uređuju pitanja vezana za obavljanje linijskog pomorskog prijevoza, sukladno načelima sadržanim u Uredbi (EEZ) broj 3577/92 od 7.12.1992. o primjeni načela slobode pružanja usluga u pomorskom prijevozu unutar država članica (pomorska kabotaža), kao i primjeni novih pravila koja uređuju pitanja dodjele državnih potpora u obliku naknade za obavljanje usluga od javnog interesa. U kontekstu usklađenja s pravnom stečevinom Europske unije, Zakonom o izmjenama i dopunama Zakona osigurava se i primjena Uredbe broj 1177/2010 od 24.11.2010. o pravima putnika prilikom putovanja morem i unutarnjim plovnim putovima [158].

Određene kategorije putnika prilikom putovanja morem i unutarnjim plovnim putovima imaju pravo na povlaštenu prijevoz odnosno imaju pravo na prijevoz s popustom ili besplatan prijevoz. Korisnici prava na prijevoz s popustom su [159]:

- 1) hrvatski i strani državljani koji imaju prebivalište na otocima ili na poluotoku Pelješcu te državljani država članica Europskog gospodarskog prostora i članovi njihovih obitelji bez obzira na njihovo državljanstvo koji imaju prijavljen privremeni boravak i koji najmanje 183 dana u jednoj godini borave na otocima ili poluotoku Pelješcu (u daljnjem tekstu: otok),
- 2) djeca starija od 3 do navršenih 12 godina života,
- 3) vozila fizičkih osoba iz točke 1. ovoga stavka te vozila korisnika leasinga s prebivalištem na otoku koja su registrirana u nadležnom upravnom tijelu u Republici Hrvatskoj,
- 4) vozila pravnih osoba, odnosno vozila registrirana na obrt, obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo (OPG), djelatnost slobodnog zanimanja i korisnika leasinga sa sjedištem korisnika vozila na otoku, a vozila su registrirana u nadležnom upravnom tijelu u Republici Hrvatskoj,
- 5) djelatnici javnih zdravstvenih službi i djelatnici drugih javnih službi (policija, oružane snage, vatrogasci, lučka kapetanija) čije je stalno mjesto rada na otoku i njihova službena vozila koja se koriste na otoku,
- 6) djelatnici javnih zdravstvenih službi i njihova službena vozila pri obavljanju redovitih prijevoza bolesnika s otoka na kopno i obrnuto,
- 7) ostale osobe koje to pravo stječu po posebnim propisima.

Korisnici prava na besplatan prijevoz su [159]:

- 1) učenici i studenti s prebivalištem na otoku koji svakodnevno putuju do škole ili visokoškolske ustanove izvan otoka,
- 2) učenici i studenti s prebivalištem na otoku koji za vrijeme školovanja privremeno borave izvan otoka, a vikendom dolaze na otok,
- 3) djeca koja pohađaju obvezni predškolski program izvan otoka svoga prebivališta, kao i učenici i studenti koji se školuju na otoku svoga prebivališta te djeca koja pohađaju predškolski program na otoku svoga prebivališta, za aktivnosti izvan otoka svoga prebivališta,
- 4) djeca od 1 do navršene 3 godine života,
- 5) umirovljenici i osobe starije od 65 godina s prebivalištem na otoku,
- 6) djelatnici javnih zdravstvenih službi i njihova službena vozila pri obavljanju sanitetskih prijevoza bolesnika s otoka na kopno i obrnuto,
- 7) djelatnici policije i njihova službena vozila pri obavljanju dužnosti na otocima,

- 8) djelatnici drugih javnih službi (policija, oružane snage, vatrogasci, lučka kapetanija i GSS) i njihova službena vozila u slučajevima katastrofe i u slučajevima izvanrednih događaja te traganja i spašavanja, uz suglasnost Agencije za obalni linijski pomorski promet izdanu na zahtjev platitelja usluge prijevoza sukladno posebnim propisima kojima se uređuje zaštita od elementarnih nepogoda i katastrofa.

Uvjeti i načini ostvarivanja prava na povlašteni prijevoz na brodskim linijama s obvezom javne usluge su određeni **Pravilnikom o uvjetima i načinu ostvarivanja prava na povlašteni prijevoz na linijama u javnom pomorskom prijevozu**. Pravilnik je usklađen s ciljevima i mjerama sadržanim u strateškim dokumentima kao što je Prometna strategija za razdoblje 2017-2030 te Strategija pomorskog razvitka i integralne pomorske politike Republike Hrvatske. Pravilnikom su utvrđeni korisnici prava na povlašteni prijevoz na linijama u javnom pomorskom prijevozu, način ostvarivanja prava, ali i kontrolni mehanizam korištenja istih. Pravo na povlašteni prijevoz na državnim linijama korisnici ostvaruju na temelju otočne iskaznice za pomorski prijevoz putnika, otočne iskaznice za pomorski prijevoz vozila i vinjete, studentske isprave te izdane putne karte, ako Pravilnikom za određene kategorije korisnika nije drugačije određeno [159]. Za prijevoz s popustom odobrava se popust u visini do 50% redovne sezonske cijene karte. Odobravanje prava na povlašteni prijevoz te praćenje korištenja istih obavlja se informacijskim sustavom evidencije otočnih prava (SEOP). Propisivanjem kruga osoba koje imaju pravo na povlašteni prijevoz pridonosi se razvoju otoka, otočnog gospodarstva i poboljšanju demografske obnove otoka [157].

Pravilnikom o uvjetima koje mora ispunjavati brod i brodar za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu propisuju se dodatni tehnički uvjeti koje mora ispunjavati brod kojim se obavlja javni prijevoz u linijskom obalnom pomorskom prometu, a odnosi se na brzinu, broj putnika, broj vozila koji se mogu prevoziti, te druge uvjete koje mora osigurati brodar, odnosno kompanija za pojedinu liniju [160]. Uvjeti propisani ovim Pravilnikom odnose se na brodove kojima se obavlja javni prijevoz na državnim, županijskim i međužupanijskim, te lokalnim linijama na području Republike Hrvatske, a kao dio sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Na linijski i povremeni obalni pomorski prijevoz odnosi se i **Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama** i to u mjeri u kojoj se određuje luka i lučko područje, namjena korištenja pojedinog dijela luke, djelatnosti i usluge koje se mogu pružiti korisnicima te naplate tih

djelatnosti i usluga putem lučkih tarifa [157]. Prijevoznici koji obavljaju obalni linijski pomorski promet imaju obvezu plaćanja lučkih pristojbi što je propisano člancima 62. i 63. Zakona o pomorskom dobru i morskim lukama. Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama temeljni je propis kojim se uređuje pravni status pomorskog dobra, pojmovno određenje luka i lučkog područja, razvrstaj luka uz propisivanje obveze donošenja podzakonskih akata, osnivanje i nadležnost lučkih uprava te obavljanje lučkih djelatnosti [161]. Za uređenje lučkog sustava u Republici Hrvatskoj bitan je razvrstaj luka otvorenih za javni promet, a isti je proveden Uredbom o razvrstaju luka otvorenih za javni promet i luka posebne namjene.

Zakonom o državnim potporama uređuju se državne potpore za neprofitabilne državne brodske linije unutar sustava obalnog linijskog pomorskog prometa. Neprofitabilne državne linije unutar sustava obalnog linijskog pomorskog prometa su državne brodske linije na kojima ostvareni prihodi, nastali pružanjem usluge prijevoza, ne mogu pokriti troškove linije stoga iste sufinancira država, odnosno dodjeljuje im se državna potpora u obliku naknade za obavljanje javne usluge. Odredbe Zakona o državnim potporama primjenjuju se prilikom izrade programa državnih potpora u obliku naknade za obavljanje javne usluge obalnog linijskog pomorskog prometa te obavljanja pripremnih radnji i provođenja postupka za dodjelu naknade za obavljanje javne usluge obalnog linijskog pomorskog prometa kao i u dijelu nadzora provedbe i povrata naknade. Ovlašteni davatelj državne potpore temeljem Zakona o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu je Agencija za obalni linijski pomorski promet [37]. Zakon o državnim potporama je značajan za sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, jer je Agencija za linijski obalni pomorski promet, kao davatelj državne potpore za državne linije, dužna primjenjivati ovaj Zakon te odgovarajuće podzakonske akte sukladno propisanim ovlastima. Temeljem Zakona o državnim potporama davatelj državne potpore, odnosno Agencija za obalni linijski pomorski promet, izrađuje prijedloge programa državnih potpora i pojedinačnih državnih potpora iz svog djelokruga te dodjeljuje državne potpore nakon primitka mišljenja odnosno odobrenja nadležnih tijela i nakon objave, nadzire provedbu korištenja državnih potpora, analizira učinkovitost dodijeljenih državnih potpora te provodi povrat državnih potpora [162].

Za sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa bitan je i **Pravilnik o uvjetima za obavljanje pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj** s obzirom da prema Uredbi 3577/92 pružatelji usluga iz bilo koje članice Europske unije mogu obavljati pomorsku kabotažu na čitavom teritoriju Europske unije [163]. Pojam pomorske kabotaže prema Uredbi 3577/92 obuhvaća pomorski prijevoz putnika ili robe između luka koje se nalaze na kopnu ili na

glavnom teritoriju iste države članice bez zaustavljanja na otocima (kopnena kabotaža), pomorski prijevoz putnika ili robe između bilo koje luke u državi članici i postrojenja ili struktura koje se nalaze u epikontinentskom pojasu te države članice i pomorski prijevoz putnika ili robe između luka koje se nalaze na kopnu jednog ili više otoka u istoj državi članici, odnosno između luka koje se nalaze na otocima u istoj državi članici (otočna kabotaža) [163]. Dakle, u državama članicama Europske unije dozvoljeno je svim brodarima država članica obavljati pomorsku kabotažu unutar svih članica i to pod jednakim uvjetima kao i drugi brodari iz države članice na čijem se području obavlja pomorska kabotaža. Na ovaj način otvara se tržište za države članice Europske unije, ali ujedno se i štiti tržište od drugih brodara izvan svojih članica.

Pravilnik o uvjetima za obavljanje pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj propisuje uvjete obavljanja pomorske kabotaže brodovima strane državne pripadnosti, uključujući brodove državne pripadnosti država članica Europske unije i Europskog gospodarskog područja, u unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru Republike Hrvatske i između luka u Republici Hrvatskoj i pomorskih objekata u epikontinentalnom pojasu Republike Hrvatske [164]. Usklađen je s uredbom 3577/92 te predstavlja iznimno važan propis pri dodjeli koncesije za obavljanje linijskog prijevoza na određenoj liniji odnosno sklapanja ugovora o obavljanju javnog prijevoza.

Prema Pravilniku o uvjetima za obavljanje pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj (čl. 3. st. 1.), strani brod mora ishoditi potvrdu Ministarstva da je tehnički podoban za obavljanje kabotaže. Zahtjev brodarka za izdavanje potvrde podnosi se za svaki brod posebno u pisanoj formi s osnovnim podacima o brodaru i brodu, podacima o planiranim lukama ticanja i vremenu obavljanja kabotaže te sljedećim ispravama i dokumentima [164]:

- potvrdu izdanu od pomorske uprave države zastave broda da je brod ovlašten obavljati kabotažu u državi čiju zastavu vije,
- statutarne brodske svjedodžbe sa svim pripadnim priložima i dodatne informacije o mogućim dospjelim ili budućim statutarnim primjedbama, potvrde, isprave i dokumente u svezi udovoljavanja statutarnim zahtjevima glede sigurnosti, zaštite okoliša, smještaja putnika, prijevoza tereta te zaštite pri radu i smještaju posade, izdane od države zastave ili organizacije priznate sukladno Uredbi 391/2009/EZ u ime države zastave, kako je, u ovisnosti o vrsti broda navedeno u Prilogu ovog Pravilnika,

- svjedodžbu o klasi sa svim pripadajućim priložima uz dodatne informacije o dospjelim ili budućim uvjetima klase koja mora biti izdana od organizacije priznate u skladu s Uredbom 391/2009/EZ,
- informacije o možebitnim oslobađanjima (izuzećima), jednakovrijednim tehničkim rješenjima ili bilo kakvim ograničenjima izdanim ili odobrenim od pomorske uprave države zastave,
- dokaz o osiguranju odnosno financijskom jamstvu sukladno odredbama Pomorskog zakonika.

Pravilnik također sadrži odredbe i o obvezi članova posade na stranim brodovima da se koriste hrvatskim jezikom te sadrži pravila o držanju straže, minimalnom broju i stručnoj osposobljenosti članova posade koji se primjenjuju na hrvatskim brodovima na odgovarajući način primjenjuju i na brodove strane državne pripadnosti do 650 bruto tona koji obavljaju obalnu kabotažu te na sve brodove koji obavljaju otočnu kabotažu osim teretnih brodova većih od 650 bruto tona u kabotaži kada predmetno putovanje slijedi nakon putovanja ili prethodi putovanju prema nekoj drugoj državi ili iz nje [164].

Pravilnik o uvjetima za obavljanje pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj daje kategorizaciju brodova kojima se može obavljati javni prijevoz u linijskom obalnom pomorskom prometu na: putnički brod, ro-ro putnički brod (trajekt) te brzi putnički brod. Kategorizacija brodova iznimno je važna jer se na njoj temelje uvjeti koje mora ispuniti pojedina kategorija brodova kao i moguća izuzeća za pojedini tip broda, a održavanje određene linije uvjetovano je i tipom broda [157].

Uredba o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu uređuje uvjete za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu. Također, uređuje vrednovanje kriterija za davanje koncesije i za sklapanje ugovora o javnoj usluzi, kriterije za određivanje cijene usluga i davanje naknade za obavljanje javne usluge, visinu i način plaćanja naknade za koncesiju, vrstu i vrijednost jamstva za ozbiljnost ponude te druga pitanja koja se odnose na postupak davanja koncesije i na sklapanje ugovora o javnoj usluzi [164]. Donošenjem ove Uredbe stvorena je pravna osnova da dodjele državnih potpora kao naknade za obavljanje usluga od općeg gospodarskog interesa budu izrađene sukladno kriterijima prema pravnoj stečevini Europske unije [158].

Uredba razlikuje ugovor o koncesiji za profitabilne linije, na koji se primjenjuje Zakon o koncesijama, i ugovor o obavljanju javnog prijevoza za neprofitabilne linije, na koji se primjenjuju odredbe Zakona o javnoj nabavi što je iznimno važno za sustav obalnog linijskog pomorskog prometa. Uz primjenu članka 28. Zakona o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu i Pravilnika o uvjetima koje mora ispunjavati brod i brodar za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu, Uredbom se propisuju i uvjeti koje brodar mora ispuniti da bi sklopio ugovor o obavljanju javnog prijevoza. U tom slučaju uredbom se definiraju tehnički (čl. 7.) i ekonomsko-financijski elementi (čl. 9.), koje moraju dokazati brod i brodar kod podnošenja ponude za održavanje određene državne brodske linije, a davatelj koncesije ima slobodu određivanja iznosa stalnog dijela naknade u obavijesti o namjeri davanja koncesije.

6.2.1.2. Kategorizacija otoka

Zakonom o otocima uređuju se brojna pitanja bitna za hrvatske otoke kao što su način upravljanja razvojem hrvatskih otoka, zaštita otoka, otočića i poluotoka Pelješca, određivanje politike otočnog razvoja, kategorizacija otoka, praćenje i izvještavanje o provedbi politike otočnog razvoja u svrhu učinkovitijeg korištenja financijskih sredstava državnog proračuna, fondova Europske unije i ostalih izvora [150]. Poluotok Pelješac je zbog strukturnih obilježja dodan cjelini hrvatskog otočja te u kontekstu ovog Zakona ima status otoka.

S ciljem provedbe otočne razvojne politike, temeljem ovog Zakona otoci se razvrstavaju prema [150]:

- geografskom kriteriju i teritorijalnoj nadležnosti,
- udaljenosti od kopna i
- specifičnom položaju.

Prema geografskom kriteriju i teritorijalnoj nadležnosti razvrstaj se vrši na sedam područja sukladno nadležnosti regionalne samouprave. Regionalizacija podrazumijeva postupak prepoznavanja i izdvajanja homogenih prostornih cjelina prema zadanim kriterijima te posebnu metodu klasifikacije koja ima prostorno obilježje, a prva regionalizacija hrvatskih otoka izvršena je 1825. godine u vrijeme austrijske vladavine i to na način da su otoci podijeljeni na dalmatinske i istarske s obzirom na pripadnost pojedinim regijama [165]. Tablica 12. prikazuje razvrstaj otoka po regijama odnosno županijama Republike Hrvatske. Navedenim skupinama

otoka pripadaju i svi nastanjeni i nenastanjeni otoci i otočići koji katastarski pripadaju otocima navedenim u Tablici 12.

Tablica 12. Razvrstaj hrvatskih otoka po geografskom kriteriju i teritorijalnoj nadležnosti

RAZVRSTAJ OTOKA PO GEOGRAFSKOM KRITERIJU I TERITORIJALNOJ NADLEŽNOSTI		
r.br.	ŽUPANIJE	OTOCI
1.	ISTARSKA	Sv.Nikola, Kuvrsada, Maškin, Sv.Andrija, Sv.Ivan na pučini, Sv.Katarina, Mali Brijun, Vanga, Veli Brijun
2.	PRIMORSKO-GORANSKA	Krk, Cres, Lošinj, Vele Srakane, Male Srakane, Susak, Unije, Ilovik, Rab
3.	LIČKO-SENJSKA	dio Paga (grad Novalja)
4.	ZADARSKA	dio Paga (grad Pag, općina Kolan, općina Poveljana), Vir, Ugljan, Pašman, Babac, Ošljak, Dugi otok, Iž, Rava, Silba, Olib, Premuda, Vrgada, Sestrunj, Rivanj, Zverinac
5.	ŠIBENSKO-KNINSKA	Murter, Prvić, Zlarin, Krapanj, Kaprije, Žirje, Kornat
6.	SPLITSKO-DALMATINSKA	Brač, Čiovo, Šolta, Drvenik Veli, Drvenik Mali, Hvar, Vis, Biševo
7.	DUBROVAČKO-NERETVANSKA	Korčula, Mljet, Lastovo, Šipan, Lopud, Lokrum, Koločep, Pelješac

Izvor: Izradila doktorandica prema Zakonu o otocima, Narodne novine 116/18, 73/20, 70/21

Razvrstaj otoka prema udaljenosti od kopna je sljedeći [150]:

- pučinski otoci,
- kanalski otoci,
- priobalni otoci.
- premošteni otoci.

Pučinski otoci su najudaljeniji od kopna dok su kanalski otoci srednje udaljeni od kopna. Nadalje, priobalni otoci su skupina otoka najbliže kopnu, a premošteni otoci su otoci koji su mostom povezani s kopnom [150]. Razvojni status svakog od otoka proizlazi iz njegove udaljenosti od kopna pa su najrazvijeniji otoci mostovima povezani s kopnom ili su s kopnom

povezani čestim i redovitim brodskim vezama što je karakteristično za otoke bliže kopnu. Na hrvatskim otocima koji su s kopnom povezani mostom uočen je i značajniji porast broja stanovnika gdje prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine živi 42.245 stanovnika, što je rast za 10,3% u odnosu na prethodni popis stanovništva iz 2001. godine [2]. Otoci, čije je obilježje povezanost s kopnom mostom ili nasipom, nazivaju se još i pseudootoci, a u Hrvatskoj u tu posebnu skupinu otoka spada pet većih otoka: Krk, Pag, Vir, Murter i Čiovo [165]. Tablica 13. prikazuje razvrstaj otoka Republike Hrvatske prema udaljenosti od kopna.

Tablica 13. Razvrstaj hrvatskih otoka prema kriteriju udaljenosti od kopna

RAZVSRTAJ OTOKA REPUBLIKE HRVATSKE PREMA UDALJENOSTI OD KOPNA	
VRSTA	OTOCI
PUČINSKI OTOCI	Unije, Vele Srakane, Male Srakane, Susak, Premuda, Ist, Molat, Dugi otok, Ilovik, Kornat, Žirje, Biševo, Vis, Lastovo, Prežba i svi povremeno nastanjeni i nenastanjeni otoci i otočići koji katastarski pripadaju navedenim otocima
KANALSKI OTOCI	Cres, Lošinj, Silba, Olib, Sestrunj, Zverinac, Rivanj, Iž, Rava, Kaprije, Hvar, Korčula, Mljet, Vrnik i svi povremeno nastanjeni i nenastanjeni otoci i otočići koji katastarski pripadaju navedenim otocima
PRIOBALNI OTOCI	Rab, Ugljan, Ošljak, Pašman, Babac, Vrgada, Prvić, Zlarin, Krapanj, Drvenik Mali, Drvenik Veli, Šolta, Brač, Šipan, Lopud, Koločep i svi povremeno nastanjeni i nenastanjeni otoci i otočići koji katastarski pripadaju navedenim otocima
PREMOŠTENI OTOCI	Krk, Pag, Vir, Murter, Čiovo i poluotok Pelješac

Izvor: Izradila doktorandica prema Zakonu o otocima, Narodne novine 116/18, 73/20, 70/21

Treća skupina otoka prema Zakonu o otocima su otoci sa specifičnim položajem, a to su: Vele Srakane, Male Srakane, Ilovik, Susak, Unije i Cres – dio (u sastavu Grada Malog Lošinja); Premuda, Rava, Ist, Iž, Molat, Silba, Škarda i Olib (u sastavu Grada Zadra); Babac (u sastavu Općine Sv. Filip i Jakov); Zverinac i Lavdara (u sastavu Općine Sali); Vrgada (u sastavu Općine Pakoštane); Ošljak, Rivanj i Sestrunj (u sastavu Općine Preko); Prvić (u sastavu Grada Vodica); Kaprije, Krapanj, Zlarin i Žirje (u sastavu Grada Šibenika); Žuto-sitsko otočje, Kornat i Kornatsko otočje (u sastavu Općine Murter-Kornati); Čiovo – dio, Drvenik Veli i Drvenik Mali (u sastavu Grada Trogira); Čiovo – dio (u sastavu Grada Splita); Pakleni otoci (u sastavu Grada Hvara), Šćedro (u sastavu Općine Jelsa); Svetac / Sveti Andrija i Biševo (u sastavu Grada

Komiže); Budikovac Veli (u sastavu Grada Visa); Prežba i Sušac (u sastavu Općine Lastovo); Vrnik (u sastavu Grada Korčule); Koločep, Šipan, Jakljan, Lokrum i Lopud (u sastavu Grada Dubrovnika).

Navedeni otoci se suočavaju s ograničavajućim čimbenikom specifičnog položaja u odnosu na sjedište lokalne samouprave u čijem sastavu se nalaze pa je osnovni cilj Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije ublažiti iste donošenjem Programa mjera kroz Otočni godišnji program [150].

Razvijenost otoka vrednuje se otočnim razvojnim pokazateljima, a prema tom kriteriju sukladno čl. 13. Zakona o otocima otoci naseljeni otoci se dijele na [150]:

- razvijene otoke,
- manje razvijene otoke,
- nerazvijene otoke .

Stupanj razvijenosti otoka kontinuirano prati i vrednuje Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije najmanje jednom u razdoblju od tri godine, a sve u svrhu određivanja smjera razvoja svakog hrvatskog otoka. Povremeno nastanjeni i nenastanjeni otoci ne razvrstavaju se prema kriteriju stupnja razvijenosti. Dosadašnja istraživanja pokazala su kako je jedan od ključnih faktora otočne razvijenosti demografska veličina s obzirom da su demografski veći otoci ujedno i razvijeniji [165].

Kako su otoci izrazito heterogene prostorne cjeline s različitim razvojnim potrebama i različitim stupnjem razvijenosti, otežana je primjena jedinstvene razvojne politike. Novija istraživanja ističu multikriterijsko, interdisciplinarno i sveobuhvatno promatranje otočnog prostora koristeći klaster analizu. Klaster analiza koristi se za kategorizaciju pojedinih jedinica analize, u ovom slučaju otoka, s obzirom na njihovu sličnost prema mjerenim obilježjima. Cilj ovakvog pristupa je kategorizirati hrvatske naseljene otoke u međusobno homogene skupine u odnosu na njihove prostorne, socio-ekonomske, funkcionalne i razvojne karakteristike kao potencijalno polazište u kreiranju i provedbi buduće otočne razvojne politike [165].

6.2.1.3. Državni poticaji u svrhu razvoja otoka

Ustavom Republike Hrvatske zacrtana je politika koja se provodi na otocima, a istom se određuje otočni razvoj, poticajne mjere gospodarstvu i otočnom stanovništvu. Temelj politike

razvoja hrvatskih otoka je Nacionalni program razvitka otoka iz 1997. godine, čije je osnovno načelo izjednačavanje uvjeta i kvalitete života na otocima i na kopnu te Zakon o otocima koji je institucionalni okvir razvoja otoka. Temeljni zadatak Vlade je zaustaviti iseljavanje stanovnika s otoka, a isto je moguće podizanjem kvalitete života na otocima i smanjenjem ograničavajućih čimbenika u najvećoj mogućoj mjeri. Jedna od najvažnijih preduvjeta zadržavanja stanovnika na otoku je dobra, sigurna i redovita prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno. Za opstanak otoka je nužno omogućiti rast gospodarstva, zapošljavanje radno sposobnog stanovništva, školovanje, zdravstvenu skrb, zadovoljenje svih životnih i socijalnih potreba. Bez tih sadržaja otočno stanovništvo napušta otoke u potrazi za boljim i jednostavnijim uvjetima života. Zbog svega navedenog Vlada Republike Hrvatske poduzima niz mjera u cilju očuvanja života na otocima i stvaranja preduvjeta za dugoročno održivi razvoj otoka. Dosadašnje mjere razvoja otoka su sljedeće [166]:

- ulaganja u prometnu, komunalnu i društvenu infrastrukturu,
- subvencioniranje pomorskog povezivanja otoka s kopnom i otoka međusobno,
- subvencioniranje otočnog javnog cestovnog prijevoza,
- subvencioniranje vodoopskrbe,
- potpore otočnim poslodavcima,
- potpore udrugama.

Otoci su područje od posebnog državnog interesa za Republiku Hrvatsku. Rješenja očuvanja otoka odnosno područja posebnog državnog interesa su nove ideje, planovi i ulaganja, ne zanemarujući interese lokalnog stanovništva i karakteristike otoka s aspekta očuvanja okoliša, prirodne i kulturne baštine. U Tablici 14. prikazana su ulaganja države u razvoj otoka u razdoblju od 2004. do 2017. godine što u rasponu od 13 godina iznosi 21.845.716.353,06 kn, a sastoji se od ulaganja proračunskih sredstava i sredstava iz fondova Europske unije te ulaganja putem kreditiranja.

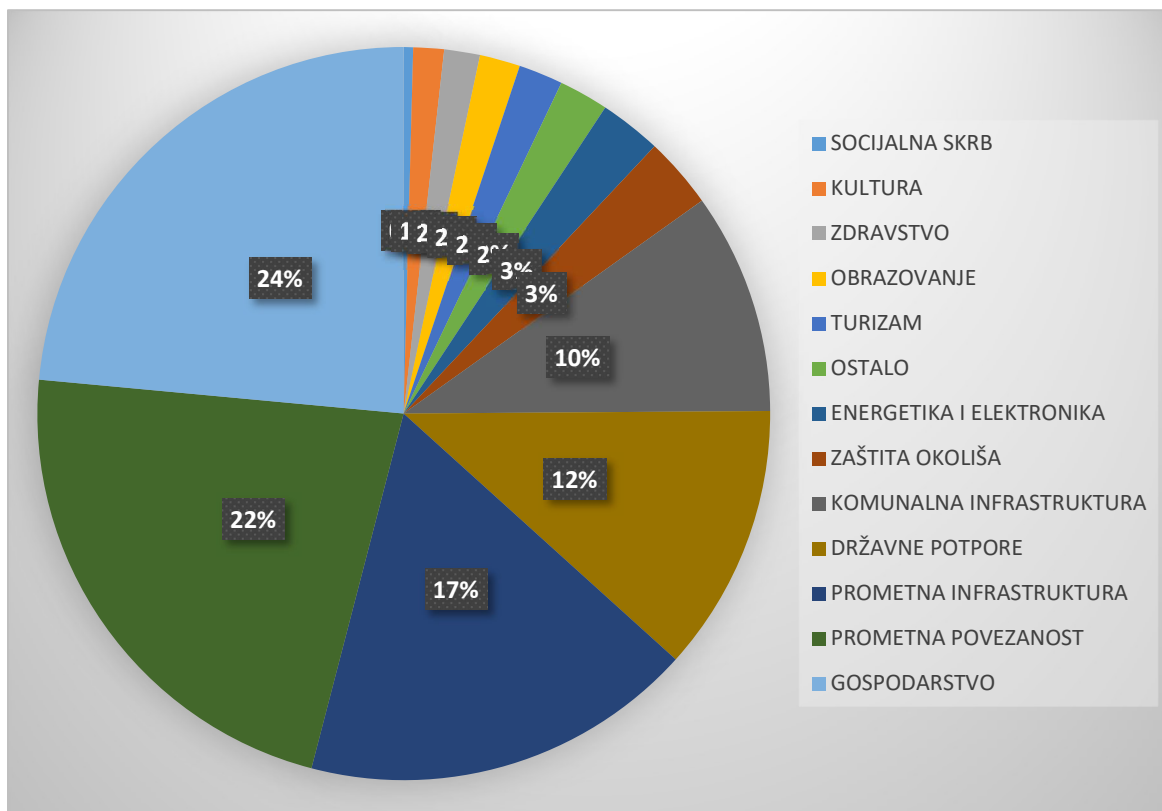
Tablica 14. Ulaganja Republike Hrvatske u otoke 2004.-2017.

godina	ulaganja bespovratnih proračunskih sredstava i sredstava iz fondova Europske unije (u kn)	%	ulaganja putem kreditiranja (u kn)	%	ukupna ulaganja državnog i javnog sektora u razvoj otoka (u kn)
2004.-2005.	2.777.813.363,82	96%	129.479.874,86	4%	2.907.293.238,68
2006.	958.714.067,78	76%	308.619.639,40	24%	1.267.333.707,18
2007.	1.167.545.026,01	62%	722.812.725,88	38%	1.890.357.751,89
2008.	1.336.306.855,10	80%	344.376.266,00	20%	1.680.683.121,10
2009.	1.150.932.399,16	78%	328.331.840,85	22%	1.479.264.240,01
2010.	943.976.714,15	72%	374.274.916,90	28%	1.318.251.631,05
2011.	1.054.538.285,96	74%	369.040.617,46	26%	1.423.578.903,42
2012.	1.124.977.652,31	63%	652.378.276,51	37%	1.777.355.928,82
2013.	1.048.520.114,18	74%	360.948.178,67	26%	1.409.468.292,85
2014.	1.400.352.582,22	78%	391.571.864,80	22%	1.791.924.447,02
2015.	1.253.900.576,43	84%	230.490.153,19	16%	1.484.390.729,62
2016.	1.285.465.297,19	75%	432.345.675,96	25%	1.717.810.973,15
2017.	1.434.141.363,42	84%	263.862.024,85	16%	1.698.003.388,27
UKUPNO	16.937.184.297,73	75%	4.908.532.055,33	25%	21.845.716.353,06

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Ministarstva regionalnog razvoja i fondova Europske unije, www.razvoj.gov.hr (pristupljeno 06.12.2021.)

Zaključuje se da Republika Hrvatska ulaže značajna sredstva u otoke kako bi osigurala dugoročno održiv razvoj otoka, ali i stvorila preduvjete za očuvanje života na otocima.

Graf 25. prikazuje ulaganja u različita područja iz čega je razvidno da su najveća ulaganja u razvoj gospodarstva i prometnu povezanost, jer je to ujedno i osnovni preduvjet zadržavanja stanovništva na otocima. Zasigurno nisu zanemariva ulaganja kroz financijske potpore (npr. sufinanciranje neprofitabilnih brodskih linija unutar sustava obalnog linijskog pomorskog prometa) te ulaganje u komunalnu i prometnu infrastrukturu.



Graf 25. Ulaganja Republike Hrvatske u otoke 2004.-2017. po područjima

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Ministarstva regionalnog razvoja i fondova Europske unije, www.razvoj.gov.hr (pristupljeno 06.12.2021.)

Vlada Republike Hrvatske na prijedlog Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije donijet će i Nacionalni plan razvoja otoka za razdoblje od 2021. do 2027. godine koji je u postupku kao srednjoročni akt strateškog planiranja razvoja otoka od nacionalnog značenja čime se stvara podloga za sustavan pristup ulaganjima na području otoka u srednjoročnoj perspektivi, između ostalog i kroz korištenje bespovratnih sredstava Europske unije. Nacionalni plan razvoja otoka definira provedbu ciljeva iz Nacionalne razvojne strategije Republike Hrvatske do 2030. godine u upravnom području razvoja otoka, sadrži posebne ciljeve povezane s državnim proračunom i okvir je za oblikovanje programa, projekata, mjera i aktivnosti koji se odnose na otoke u provedbenim programima tijela državne uprave i drugih javnopravnih tijela [166].

6.2.2. Organizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj

Prometna dostupnost otoka je preduvjet integriranosti otočnog prostora s kopnom i otoka međusobno što je jedan od osnovnih načela otočne i regionalne razvojne politike Republike

Hrvatske. Pomorski prijevoz kroz sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u najvećoj mjeri se odnosi na povezivanje otoka s kopnom. Održavanjem javnog obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa osigurava se redovita povezanost naseljenih otoka s kopnom i naseljenih otoka međusobno, a sve u svrhu zadovoljenja potreba otočnog stanovništva, stvaranja boljih uvjeta za život na otocima i poticanja gospodarskog razvoja. Državnim pomorskim linijama u okviru sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa povezano je 45 otoka uključujući i poluotok Pelješac, a sustav čini 51 državna linija (24 trajektne linije, 16 brzobrodskih linija i 11 klasičnih brodskih linija), kojim upravlja 13 brodara s flotom od ukupno 88 brodova, od kojih je 20 putničkih brodova, 21 brzi putnički brod i 41 trajekt [93]. Brodari obavljaju prijevoz temeljem Ugovora o koncesiji ili Ugovora o pružanju javne usluge sklopljen s Agencijom za obalni linijski pomorski promet. Sedam državnih brodskih linija je profitabilno te brodari na ovim linijama plaćaju novčanu naknadu na temelju ugovora o koncesiji dok su ostale linije neprofitabilne. Stoga se brodarima, koji pružaju uslugu javnog prijevoza, dodjeljuju naknade za obavljanje javne usluge [93].

Agencija za obalni linijski pomorski promet utemeljena je 2006. godine Odlukom Vlade Republike Hrvatske, a sukladno Odredbama Zakona o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu. Agencija za obalni linijski pomorski promet glavno je regulatorno tijelo Republike Hrvatske za linijski putnički promet na Jadranu. Njena najznačajnija uloga je odabir brodara na državnim trajektnim, brodskim i brzobrodskim linijama u javnom obalnom linijskom pomorskom prometu temeljem provedenih javnih natječaja i sklapanje ugovora s odabranim brodarima kao i nadzor nad njihovim izvršavanjem. Agencija nadzire korištenje sredstava državnog proračuna za održavanje pomorskih veza s otocima pa s posebnom pozornošću nadzire isplate ugovorene potpore odnosno naknade za javnu uslugu te uplate naknade od strane brodara za dodijeljene koncesije. Pored toga, djelatnost Agencije je izdavanje prethodne suglasnosti na odluke o županijskim, međuzupanijskim i lokalnim linijama koje ustanovljavaju županije, gradovi i općine, a kojima se poboljšava pomorsko prometno povezivanje naseljenih otoka i naselja na kopnu, otoka međusobno ili povezivanje naselja na kopnu na području jedne ili više općina, gradova ili županija; izdavanje prethodne suglasnosti o povećanoj učestalosti prijevoza na državnim linijama koje financiraju jedinice lokalne i regionalne samouprave iz svojih proračuna; uspostava i upravljanje informatičkim sustavom javnog obalnog linijskog prometa; izdavanje suglasnosti, objedinjavanje i objavljivanje redova plovidbe na državnim linijama, izdavanje suglasnosti na redove plovidbe u međunarodnom linijskom pomorskom prometu te izdavanje

suglasnosti za obavljanje javnog linijskog prijevoza bez obveze javne usluge [93]. Obalni linijski pomorskoputnički promet odvija se prema unaprijed definiranim plovidbenim putovima i rutama uz prethodnu suglasnost Agencije, a u cilju nesmetane realizacije sustava i zadovoljenja potreba putnika. Posebno su važne regulacije i organizacija pomorskoputničkog prometa u ljetnoj sezoni kada je povećan broj korisnika uslijed dolaska znatnog broja turista na hrvatsku obalu. Za sve brodske linije s obvezom javne usluge, Agencija već u natječajnoj dokumentaciji daje primjer plovidbenog reda uz istaknuto vrijeme trajanja putovanja. Plovidbeni red može odstupati od navedenog primjera ali se svake godine usklađuje i provodi uz suglasnost Agencije. Agencija za obalni linijski pomorski promet u natječajnoj dokumentaciji propisuje i najveću moguću cijenu prijevoza po svim kategorijama iako brodar samostalno određuje konačne cijene, ali uz uvjet da iste ne premašuju preporučene cijene putnih karata. Od izuzetne važnosti je informiranost korisnika usluge o cijenama putnih karata i plovidbenim redovima pa se brodarku upućuje na javnu objavu cijena i plovidbenih redova uz istovremenu objavu na mrežnim stranicama Agencije za obalni linijski pomorski promet. Svaka izmjena plovidbenog reda, trajna ili privremena zbog određene više sile, ili cijene putnih karata, može se realizirati jedino uz suglasnost Agencije i uz obvezu pravovremenog upoznavanja korisnika usluge s nastalom izmjenom.

Također, Agencija za obalni linijski pomorski promet je i nacionalno tijelo odgovorno za izvršenje Uredbe (EU) br.1177/2010, koja regulira obveze prijevoznika, terminalnih operatora i drugih osoba uključenih u pružanje usluga pomorskog prijevoza putnika u slučaju prekida putovanja. Nadalje, Uredba regulira prava osoba s invaliditetom i osoba smanjene pokretljivosti pri njihovom prijevozu morem i unutarnjim plovnim putovima [167]. Agencija izdaje i otočne iskaznice za putnike i vozila temeljem kojih otočno stanovništvo koristi pomorski prijevoz po povlaštenim uvjetima te prati promet i realizaciju izdanih putnih karata unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na području Republike Hrvatske. Radom Agencije upravlja Upravno vijeće sastavljeno od predsjednika i četiri člana koje na prijedlog ministra mora, prometa i infrastrukture imenuje i razrješava Vlada Republike Hrvatske [93].

Sustav obalnog linijskog pomorskog prometa u Republici Hrvatskoj je organiziran na način da zadovolji prvenstveno potrebe otočana pa se brodske linije ne određuju stihijski niti ičijom samovoljom. Državne brodske linije unutar sustava određuje Vlada Republike Hrvatske na prijedlog Ministarstva mora, prometa i infrastrukture dok županijske i međužupanijske brodske linije utvrđuje županijska skupština odnosno županijske skupštine uz prethodnu suglasnost Agencije za obalni linijski pomorski promet. Lokalne brodske linije utvrđuje općinsko odnosno

gradsko vijeće odlukom uz prethodnu suglasnost Agencije za obalni linijski pomorski promet [37].

Jedan od osnovnih preduvjeta za razvoj obalnog linijskog prometa i dostupnost otoka je kvaliteta infrastrukture morskih luka [119], a pristupačnost i povoljne dubine hrvatske obale Jadrana omogućuje plovību svih vrsta putničkih brodova na ovom području što je znatna prednost [42]. Gospodarski potencijal hrvatskih morskih luka karakterizira povoljan zemljopisni položaj. Lokacije u blizini gradskih središta ili u blizini terminala ostalih prometnih grana imaju prednosti za luke u linijskom pomorskoputničkom prometu, jer su u ovoj situaciji posebno značajne površine za smještaj cestovnih vozila, pristupne ceste, rampe posredstvom kojih se obavlja ukrcaj i iskrcaj s broda te kontakt sa sredstvima drugih prometnih grana [50]. Hrvatskim lukama upravljaju lučke uprave.

Osnovna organizacijska struktura lučkih uprava Republike Hrvatske je funkcijska organizacijska struktura što lučkim upravama omogućuje lakše planiranje i organiziranje posla, stvara veću motivaciju za rad i bolju kontrolu zaposlenih, čime se minimizira potreba za složenim sustavom kontrole, ali ujedno uzrokuje sporo prilagođavanje promjenama u poslu i okolini, umanjeње značenja ukupnih ciljeva poduzeća, pretjerana specijalizacija i sužen vidokrug ključnih ljudi te isključiva odgovornost "top menadžera" za postizanje ciljeva poduzeća [168]. Kvalitetna lučka usluga temelj je na kojem je moguće ostvarivati konkurentski položaj pojedine luke, od čega imaju korist svi sudionici u lučkom i prometnom sustavu te u okruženju luke [169]. Republika Hrvatska ima šest luka otvorenih za javni promet od osobitog gospodarskog interesa i to u sljedećim gradovima: Rijeka, Zadar, Šibenik, Split, Ploče i Dubrovnik [170]. Najveći udio putničkog prometa otpada na luke Split i Zadar, kao najvažnija središta za lokalni i međunarodni promet putnika [169].

6.2.3. Analiza i ocjena stanja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj

Sustav obalnog linijskog prometa u Republici Hrvatskoj sastoji se od trajektnih, brodskih i brzobrodskih putničkih linija. Tablica 15. sadrži linije s obvezom javne usluge razvrstane po prethodno navedenim kategorijama.

**Tablica 15. Linije unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa
Republike Hrvatske**

TRAJEKTNE LINIJE			
oznaka	linija	oznaka	linija
332	Valbiska - Merag	602	Vis - Split
334	Porozina - Brestova	604	Lastovo/Ubli - Vela Luka - Hvar - Split
335	Prizna - Žigljen	606	Drvenik Veli - Drvenik Mali - Trogir/Soline
337	Mišnjak - Stinica	631	Supetar - Split
338	Lopar - Valbiska	632	Sućuraj - Drvenik
401	Zadar/Gaženica - Ist/Kosirača - Olib - Silba - Premuda/Krijal - Mali Lošinj	633	Ploče - Trpanj
431	Preko - Ošljak - Zadar/Gaženica	634	Dominče - Orebić
432	Tkon - Biograd	635	Stari Grad - Split
433	Zadar/Gaženica - Rivanj - Sestrunj - Zverinac - Molat - Zapuntel - Ist/Kosirača	636	Rogač - Split
434	Brbinj - Zadar/Gaženica	638	Sumartin - Makarska
435	Zadar/Gaženica - Bršanj - Rava - Mala Rava	831	Suđurađ - Lopud - Dubrovnik
532	Šibenik - Zlarin - Obonjan - Kaprije - Žirje	832	Sobra - Prapratno
BRODSKE LINIJE			
oznaka	linija	oznaka	linija
310	Mali Lošinj - Unije - Vele Srakane - Susak	501	Krapanj - Brodarica
311	Ilovik - Mrtvaška - Mali Lošinj	505	Vodice - Prvić Šepurine - Prvić Luka - Zlarin - Šibenik
405	Rava - Mala Rava - Veli Iž - Mali Iž - Zadar	612	Komiža - Biševo
406	Zadar - Sali - Zaglav	614	Orebić - Korčula
409	Preko - Zadar	807	Suđurađ - Lopud - Koločep - Dubrovnik
415	Vrgada - Pakoštane - Biograd		
BRZOBRODSKE LINIJE			
oznaka	linija	oznaka	linija
9141	Pula - Unije - Susak - Mali Lošinj - Ilovik - Silba - Zadar	9502	Žirje - Kaprije - Šibenik
9308	Mali Lošinj - Ilovik - Susak - Unije - Martinšćica - Cres - Rijeka	9601	Milna - Sutivan - Stomorska - Rogač - Split
9309	Novalja - Rab - Rijeka	9602	Vis - Hvar - Milna - Split
9401	Olib - Silba - Premuda/Krijal - Zadar	9603	Jelsa - Bol - Split
9403	Ist/Široka - Zapuntel - Brgulje - Molat - Zadar	9604	Lastovo/Ubli - Vela Luka - Hvar - Split
9404	Brbinj - Božava - Zverinac - Sestrunj - Rivanj - Zadar	9608	Korčula - Prigradica - Hvar - Split
9405	Zadar - Mali Iž - Veli Iž - Mara Rava - Rava	9807	Lastovo/Ubli - Korčula - Polače - Sobra - Šipanska Luka - Dubrovnik
9406	Zadar - Sali - Zaglav - Bršanj	9808	Lastovo/Ubli - Korčula - Dubrovnik

Izvor: izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 02.08.2021.)

Analizirajući Tablicu 24. razvidno je da sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj čine 24 trajektne linije, 11 brodskih (klasičnih) linija i 16 brzobrodskih linija, a iste su prikazane po regijama na Slici 5., Slici 6. i Slici 7. Na donjim slikama su crvenom

bojom označene trajektne linije, plavom bojom brodske linije, a zelenom bojom brzobrodске linije.

Slika 7. prikazuje raspored linija obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na području sjevernog Jadrana.



Slika 7. Brodske, brzobrodске i trajektne linije obalnog linijskog pomorskog prometa Republike Hrvatske na području sjevernog Jadrana

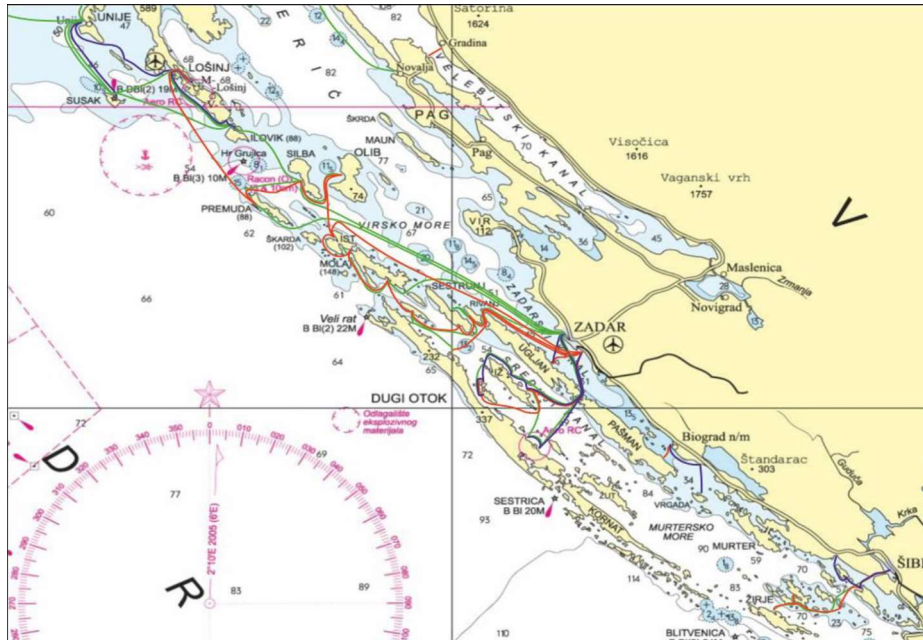
Izvor: Nacionalni plan obalnog linijskog pomorskog prometa, 2019, Pomorski fakultet u Rijeci

Brodske (klasične), brzobrodске i trajektne linije sjevernog Jadrana su sljedeće:

- brodske (klasične) linije
 - 310 Mali Lošinj - Unije - Vele Srakane - Susak
 - 311 Ilovik - Mrtvaška Mali Lošinj
- brzobrodске linije
 - 9141 Pula - Unije - Susak - Mali Lošinj - Ilovik - Silba - Zadar
 - 9308 Mali Lošinj - Ilovik - Susak - Unije - Martinšćica - Cres - Rijeka
 - 9309 Novalja - Rab - Rijeka
- trajektne linije
 - 332 Valbiska - Merag
 - 334 Porozina - Brestova
 - 335 Prizna - Žigljen
 - 337 Mišnjak - Stinica

- 338 Lopar - Valbiska.

Slika 8. prikazuje raspored linija obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na području srednjeg Jadrana.



Slika 8. Brodske, brzobrodske i trajektne linije obalnog linijskog pomorskog prometa Republike Hrvatske na području srednjeg Jadrana

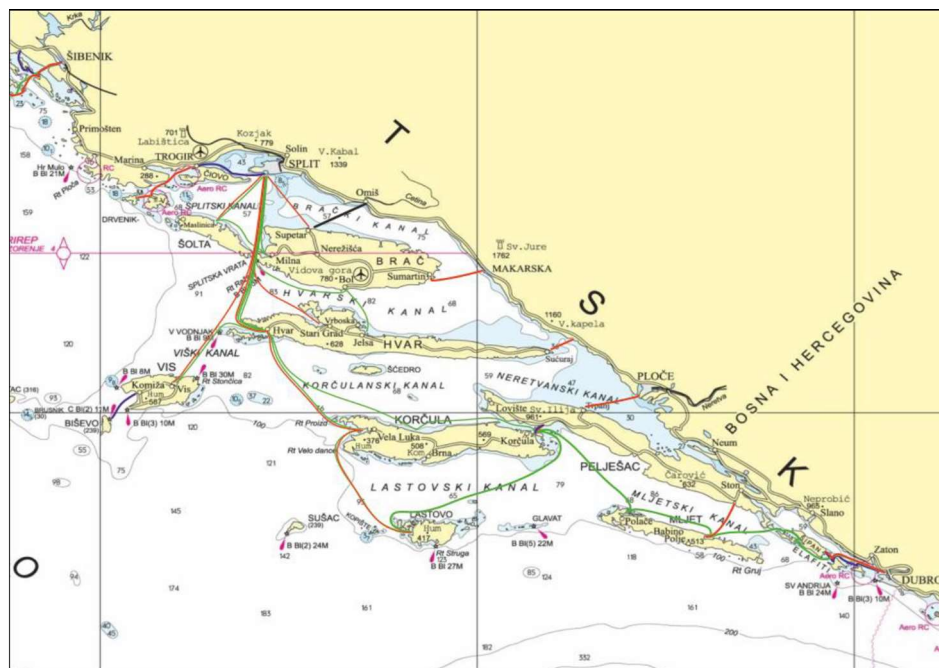
Izvor: Nacionalni plan obalnog linijskog pomorskog prometa, 2019, Pomorski fakultet u Rijeci

Brodske (klasične), brzobrodske i trajektne linije srednjeg Jadrana su sljedeće:

- brodske (klasične) linije
 - 405 Rava - Mala Rava - Veli Iž - Mali Iž - Zadar
 - 406 Zadar - Sali - Zaglav
 - 409 Preko - Zadar
 - 415 Vrgada - Pakoštane - Biograd
 - 501 Krapanj - Brodarica
 - 505 Vodice - Prvić Šepurine - Prvić Luka - Zlarin - Šibenik
- brzobrodske linije
 - 9401 Olib - Silba - Premuda/Krijal - Zadar
 - 9403 Ist/Široka - Zepuntel - Brgulje - Molat - Zadar
 - 9404 Brbinj - Božava - Zverinac - Sestrunj - Rivanj - Zadar
 - 9405 Zadar - Mali Iž - Veli Iž - Mala Rava - Rava
 - 9406 Zadar - Sali - Zaglav - Bršanj

- 9505 Žirje - Kaprije - Šibenik
- trajektne linije
 - 401 Zadar/Gaženica - Ist/Kosirača - Olib - Silba - Premuda/Krijal - Mali Lošinj,
 - 431 Preko - Ošljak - Zadar/Gaženica,
 - 432 Tkon - Biograd,
 - 433 Zadar/Gaženica - Rivanj - Sestrunj - Zverinac - Molat - Zapuntel - Ist/Kosirača,
 - 434 Brbinj - Zadar/Gaženica,
 - 435 Zadar/Gaženica - Bršanj - Rava - Mala Rava,
 - 532 Šibenik - Zlarin - Obonjan - Kaprije Žirje.

Slika 9. prikazuje raspored linija obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na području južnog Jadrana.



Slika 9. Brodske, brzobrodske i trajektne linije obalnog linijskog pomorskog prometa Republike Hrvatske na području južnog Jadrana

Izvor: Nacionalni plan obalnog linijskog pomorskog prometa, 2019, Pomorski fakultet u Rijeci

Brodske (klasične), brzobrodske i trajektne linije južnog Jadrana su sljedeće:

- brodske (klasične) linije
 - 612 Komiža - Biševo
 - 614 Orebić - Korčula
 - 807 Suđurađ - Lopud - Koločep - Dubrovnik
- brzobrodske linije

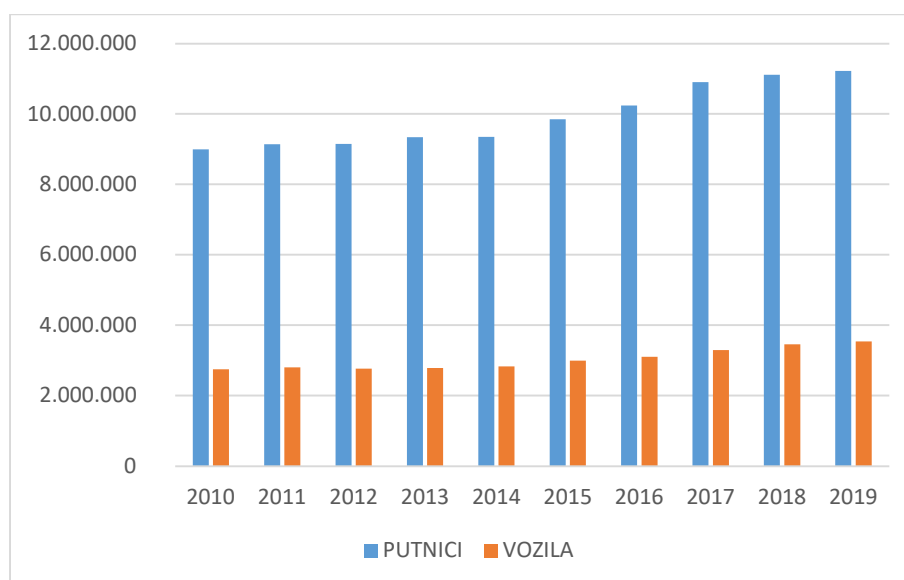
- 9601 Milna - Sutivan - Stomorska - Rogač - Split
- 9602 Vis - Hvar - Milna - Split
- 9603 Jelsa - Bol - Split
- 9604 Lastovo/Ubli - Vela Luka - Hvar - Split
- 9608 Korčula - Prigradica - Hvar - Split
- 9807 Lastovo/Ubli - Korčula - Polače - Sobra - Šipanska Luka - Dubrovnik
- 9808 Lastovo/Ubli - Korčula - Dubrovnik
- trajektne linije
 - 602 Vis - Split
 - 604 Lastovo/Ubli - Vela Luka - Hvar - Split
 - 606 Drvenik Veli - Drvenik Mali - Trogir/Soline
 - 631 Supetar - Split
 - 632 Sućuraj - Drvenik
 - 633 Ploče - Trpanj
 - 634 Dominče - Orebić
 - 635 Stari Grad - Split
 - 636 Rogač - Split
 - 638 Sumartin - Makarska
 - 831 Suđurađ - Lopud - Dubrovnik
 - 832 Sobra – Prapatno.

Slike 7., 8. i 9. prikazuju kompleksnu strukturu državnih brodskih linija kojima se povezuju otoci s kopnom i otoci međusobno. Može se zaključiti da su trajektne linije u cijelom sustavu pomorskoputničkog prometa na području Republike Hrvatske najzastupljenije, ali i pretežito lokalnog značaja, dok su brzobrodске linije najzastupljenije u međuotočnom prometnom povezivanju čime se nastoji poticati razvoj jedinstvenoga otočnoga prostora. Otoci bliže kopnu uspješnim povezivanjem s kopnenim centrom postaju na određeni način dio gradskog područja. Najbolji primjer svakako je otok Ugljan, koji je efikasnim frekventnim trajektnim povezivanjem postao dio gradske regije Zadra [51]. Također, razvidno je da je najplovnije područje južni Jadran s najvećim brojem poglavito trajektnih linija.

Trajektni promet predstavlja jedan od ključnih čimbenika razvoja otočnih prostora. Trajektima se prevoze putnici, vozila i teret na određenim plovnim pravcima. Intenzivna potražnja za trajektnim prometom u Republici Hrvatskoj razvila se 60-ih godina 20. stoljeća uslijed

uznapredovale automobilizacije, a preduvjeti za razvoj trajektnog prometa bili su obnova ili izgradnja otočne cestovne mreže, dovršenje Jadranske magistrale te izgradnja trajektnih pristaništa i priključnih cesta. Uspostava linije Šilo - Crikvenica 1959. godine smatra se početkom trajektnog razdoblja u prometnom povezivanju otoka s kopnom [51]. Razvoj trajektnoga prometa odvijao se u dvije karakteristične faze s organizacijskog aspekta. Osnovna razlika između prve i druge faze razvoja leži u funkciji trajektnoga povezivanja. Osnovni cilj prve faze je bio povezivanje trajektnom linijom otoka s kopnom na što kraćoj relaciji dok se u drugoj se fazi razvoja pristupilo povezivanju otoka s makroregionalnim i regionalnim razvojnim središtima na obali čime se otoci počinjju valorizirati kao cjeline [51]. Dakle, u drugoj fazi razvoja trajektnoga prometa ističe se usmjerenost na vodeće gospodarske centre na obali (kao npr. Split za srednjodalmatinske i južnodalmatinske otoke ili Zadar za sjevernodalmatinske otoke). Ovim pristupom otoci se sve ravnopravnije uključuju u razvojne procese pripadajuće regije i makroregije. Za drugu razvojnu fazu karakteristično je i povezivanje pučinskih otoka kao što su Vis, Lastovo, Dugi otok itd. [51]. U današnje vrijeme evidentan je stalni porast broja prevezenih putnika i vozila trajektnim linijama što je uvelike vezano uz razvoj turizma na otocima.

Graf 26. prikazuje kretanje broja prevezenih putnika i vozila na trajektnim linijama unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju od 2010. godine do 2019. godine.

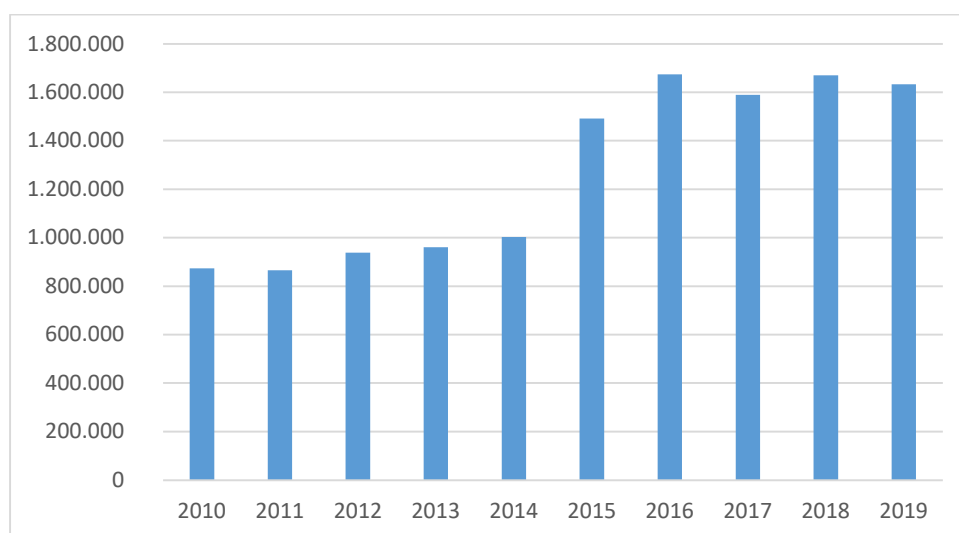


Graf 26. Broj prevezenih putnika i vozila na trajektnim linijama 2010.-2019.

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.10.2021.)

Graf 26. prikazuje stalan uzlazni trend broja prevezenih putnika i vozila trajektnim linijama unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na području Republike Hrvatske u razdoblju od 2010. do 2019. godine te 2019. godine ta brojka premašuje 11 milijuna prevezenih putnika godišnje odnosno 3,5 milijuna prevezenih vozila što ukazuje na važnost trajektnih linija u povezivanju otoka s kopnom.

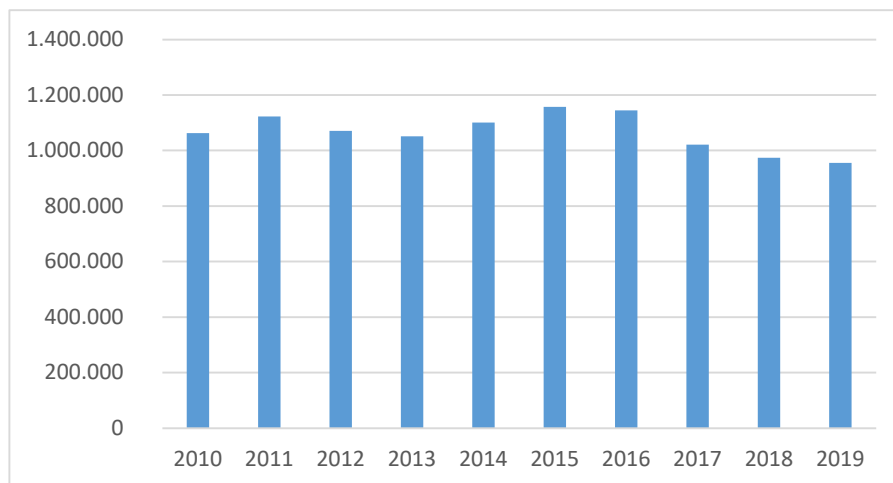
Brodске (klasične) linije održavaju se klasičnim putničkim brodovima čija brzina nije manja od 12 čvorova osim kad plove na relacijama kraćim od 5 milja [160]. U sustavu obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na području Republike Hrvatske ove vrste brodskih linija su najzastupljenije na srednjem Jadranu zbog blizine otoka s kopnom. Grafom 27. su prikazana kretanja prevezenog broja putnika na promatranim linijama u razdoblju od 2010. do 2019. godine.



Graf 27. Broj prevezenih putnika na brodskim (klasičnim) linijama 2010.-2019.

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.10.2021.)

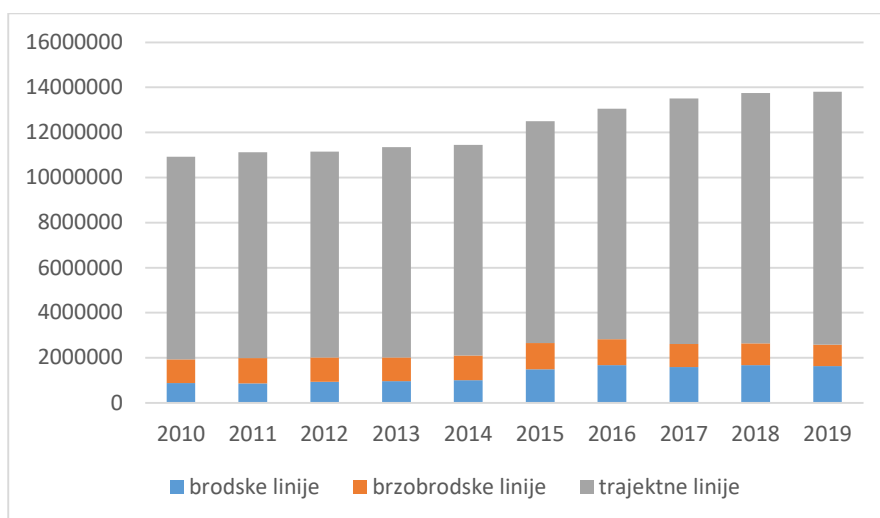
Analizom Grafa 27. evidentan je značajan porast prevezenih putnika klasičnim brodovima od 2015. godine. Od tada se zadržava nivo prevezenih putnika na klasičnim linijama u rasponu od 1,4 milijuna putnika godišnje do preko 1,6 milijuna putnika godišnje. Najznačajnija godina po broju prevezenih putnika klasičnim brodovima je 2016., jer se tada prevezlo 1.673.921 putnika. Treća skupina brodskih linija po vrsti prijevoza su brzobrodске linije koje nisu ništa manje značajne od prethodne dvije, a održavaju se brzim brodovima. Graf 28. prikazuje broj kretanja prevezenih putnika na brzobrodskim linijama obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju od 2010. do 2019. godine.



Graf 28. Broj prevezenih putnika na brzobrodskim linijama 2010.-2019.

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.10.2021.)

Analizirajući Graf 28. zaključuje se da je u rasponu od 10 godina broj prevezenih putnika na brzobrodskim linijama unutar sustava bez značajnijih oscilacija gdje prosječni broj prevezenih putnika na nivou godine iznosi 1.065.427. Iako su sve vrste linija po prijevoznim sredstvima jednako važne za nesmetano funkcioniranje sustava, ne prevozi se jednak broj putnika svakom od vrsta linija. Graf 29. prikazuje odnos broja prevezenih putnika po različitim vrstama linija u odnosu na prijevozno sredstvo kojim se linije realiziraju.



Graf 29. Broj prevezenih putnika u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu Republike Hrvatske 2010.-2019.

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.10.2021.)

Graf 29. jasno pokazuje da se najviše putnika između otoka i kopna preveze trajektima, a jedan od osnovnih razloga je značajan broj turista koji na odmor dolaze vlastitim automobilima i ostalim prijevoznim sredstvima. Putovanje trajektima traje duže, ali trajekti nude određeni komoditet putovanja i omogućuju transport vlastitog prijevoznog sredstva s otoka na kopno i obratno. Promet putnika i vozila na otocima je određen brojem otočnog stanovništva, ali isto tako značajna varijabla koja opisuje broj putnika u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu prema otocima je broj dolazaka turista, [157] jer je otočno gospodarstvo pretežito vezano za aktivnosti smještaja i ugostiteljstva, odnosno turizam, dok su ostale djelatnosti prisutne u manjem intenzitetu. Turizam na otocima pokazuje uzlazne trendove i čini značajni udio u ukupnom turizmu, ali na otok ne može doći ni jedan turist bez određene razine pomorske povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno. Frekvencija, struktura, sigurnost i kvaliteta obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa su čimbenici od izuzetne važnosti za opstanak otočnog turizma. Osiguranjem kvalitetne prometne usluge povećava se konkurentnost hrvatskog turističkog proizvoda, a obalni linijski pomorskoputnički promet je važan segment turističke usluge [171]. Godišnji promet razdijeljen je u tri osnovne grupe prometnog opterećenja i to na sljedeći način:

- promet izvan sezone (siječanj, veljača, ožujak, travanj te listopad, studeni i prosinac),
- promet u predsezoni i postsezoni odnosno niskoj sezoni (svibanj, lipanj, te rujanj), te
- promet u visokoj sezoni (srpanj i kolovoz).

Na razini ukupnog sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa ukupni godišnji promet putnika dijeli se na [157]:

- promet izvansezone 29,5%,
- promet u predsezoni i postsezoni 29,5%,
- promet u sezoni 41,0%.

Vrlo slična je i struktura ukupnog godišnjeg prometa vozila [157]:

- promet izvansezone 29%,
- promet u predsezoni i postsezoni 30%,
- promet u sezoni 41%.

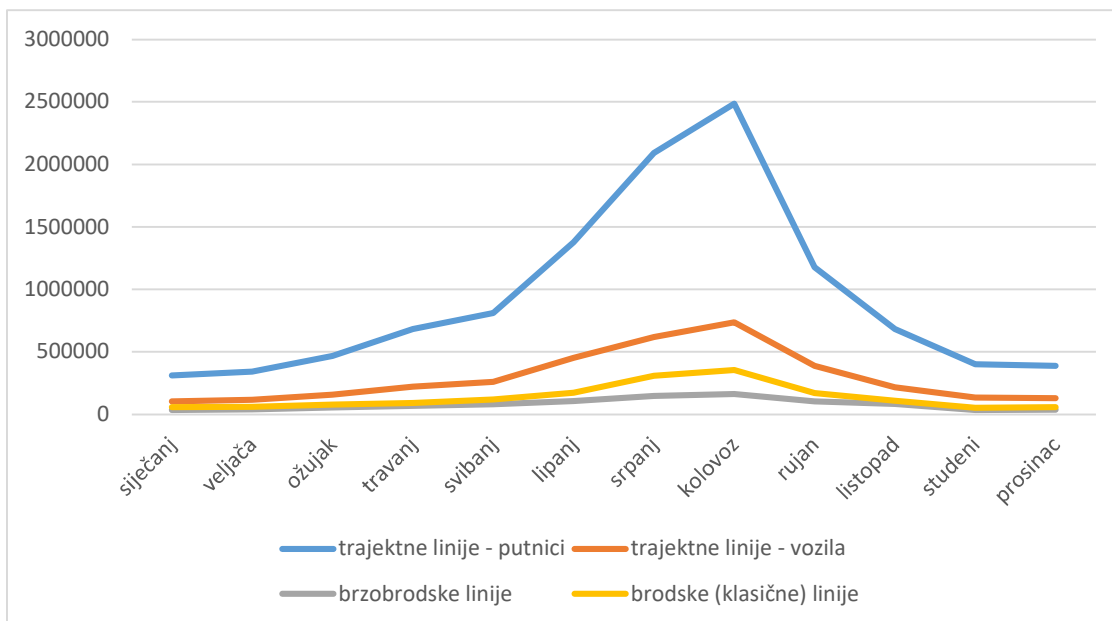
Turizam ima snažan utjecaj na frekvenciju pomorskoputničkog prometa, a isto je razvidno iz usporedbe sezonskih i vansezonskih plovidbenih redova. Realističan primjer je plovidbeni red za otok Hvar kao jedan od najposjećenijih otoka u Europi. Dinamika plovidbenih redova po vrstama brodskih linija je prikazana Tablicom 16.

Tablica 16. Dinamika godišnjeg plovidbenog reda za otok Hvar prema broju tjednih polazaka prema otoku

Broj linije	relacija	broj tjednih polazaka prema otoku u sezoni	broj tjednih polazaka prema otoku u niskoj sezoni	broj tjednih polazaka prema otoku u vansezoni
632	Sućuraj-Drvenik	77	64	43
635	Stari Grad-Split	49	42	28
9602	Vis-Hvar-Milna-Split	1	1	1
9603	Jelsa-Bol-Split	7	7	7
9604	Ubli-Vela Luka-Hvar-Split	7	7	7
9608	Korčula-Prigradica-Hvar-Split	7	7	7
	UKUPNO	148	128	93

Izvor: Izradila doktorandica prema objavljenim plovidbenim redovima brodara Jadrolinija i Kapetan Luka, www.Jadrolinija.hr, www.krilo.hr (pristupljeno 14.06.2022.)

Tablica 16. pokazuje da je znatno veći broj polazaka prema otoku Hvaru u turističkoj sezoni u odnosu na razdoblje vansezona što ukazuje na veću potražnju u razdoblju sezone. Ova karakteristika je izražena i u odnosu na druge hrvatske otoke uz iznimke otoka sa slabije razvijenim turizmom koji ni u turističkoj sezoni ne pokazuju potrebu za većim brojem brodskih linija (npr. Lastovo, Dugi otok). Budući da turizam predstavlja aktivnost koja u velikoj mjeri pripada u domenu čovjekove dokolice, potpuno je jasno da je zbog toga dinamika odvijanja turizma izrazito elastična na kretanje brojnih prirodnih i institucionalnih čimbenika te se stoga za sezonalnost može reći da predstavlja jednu od najočitijih posljedica odnosa turističke aktivnosti i čimbenika, poput primjerice vremenskih prilika ili rasporeda blagdana u godini koji na nju egzogeno utječu [172]. Iako je sezonalnost sporadično izražena karakteristika i sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, prometna dostupnost destinacija je ključna za povećanje prometa izvan vrhunca sezone. Sezonalnost sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa najbolje se očitava u prikazu kretanja broja prevezenih putnika i vozila na godišnjoj razini što prikazuje Graf 30.



Graf 30. Kretanje broja prevezenih putnika i vozila u 2019.g. na trajektnim, brzobrodskim i brodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 22.07.2021.)

Analizirajući Graf 30. uočava se izražena sezonalnost kod svih vrsta linija u odnosu prijevozno sredstvo. Pojava sezonalnosti je najizrazitija kod trajektnih linija dok su najmanje izražene promjene kod brzobrodskih linija. Promet se intenzivira lagano s krajem razdoblja izvansezone odnosno travnja s kulminacijom u kolovozu te padom od rujna pa nadalje tijekom izvansezone. Razdoblje predsezone, sezone i postsezone obuhvaća preko 60 % prometa. Može se zaključiti, da iako su osnova sustava otočani, sustav pokreće velikim dijelom turizam jer je to razdoblje intenzivnog dolaska turista. Turizam kao akcelerator sustava ne pogoduje otočnom stanovništvu sa stanovišta prometne povezanosti otoka s kopnom i otoka međusobno jer u razdoblju vansezone imaju znatno manji broj linija kojima su povezani s kopnom i otocima međusobno što smanjuje kvalitetu života otočnog stanovništva.

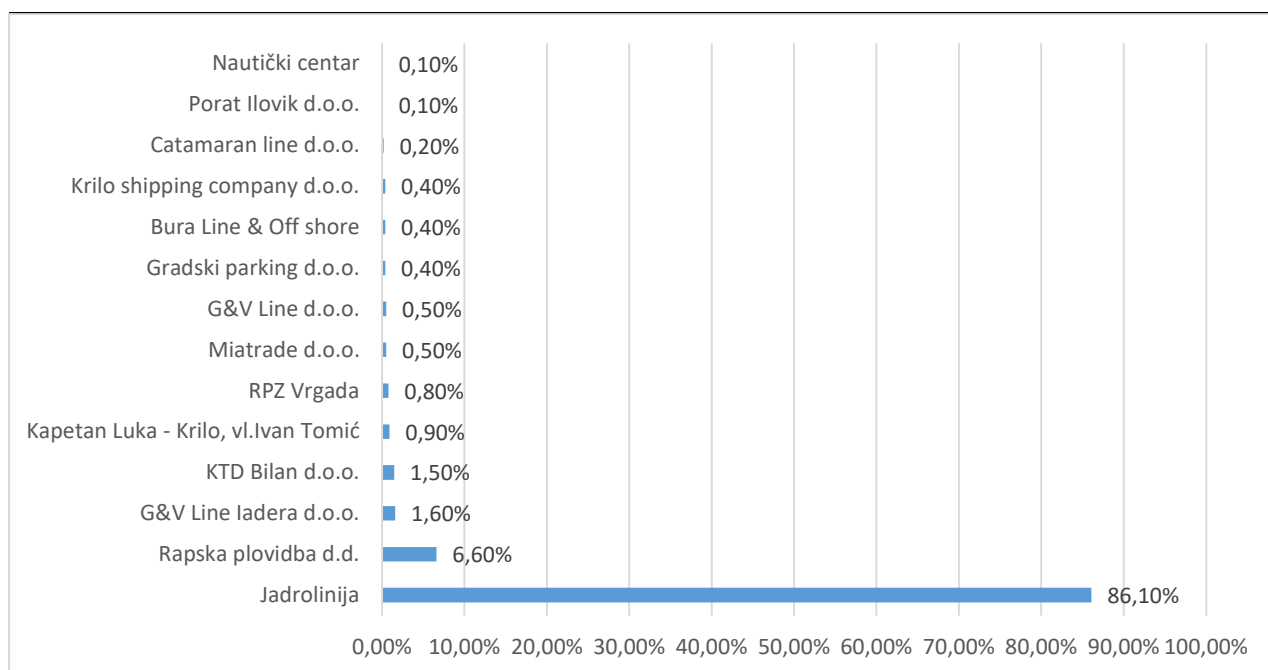
Izrazita sezonalnost obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa otežava organizaciju poslovanja brodara uzrokujući dodatna opterećenja brodova i posade [171]. Brodari su jedan od osnovnih dionika sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa jer oni servisiraju kompletan sustav i bez njihovog rada sustav ne bi bilo moguće realizirati. Posao brodarskih kompanija unutar sustava je veoma složen i zahtjeva znatnu angažiranost te odgovornost.

Brodari, kao pružatelji usluga, obvezni su poznavati i djelotvorno implementirati specifičnosti ove vrste prometa kao što su [35]:

- specifična organizacija rada i upravljanja,
- specifična ponuda i potražnja,
- specifične tarife,
- specifično preventivno i investicijsko održavanje prijevoznih kapaciteta itd.

Brodari u obalnom linijskom pomorskom prometu obavljaju prijevoz na temelju Ugovora o koncesiji ili Ugovora o pružanju javne usluge, koje s brodarima zaključuje Agencija za obalni linijski pomorski promet. Obvezni su strogo poštivati oglašeni plovidbeni red te ga mogu mijenjati isključivo uz suglasnost lokalne administracije i Agencije za obalni linijski pomorski promet. Brodari samostalno određuju cijene putnih karata, ali ista ne smije premašiti visinu određenu u natječajnoj dokumentaciji.

U Republici Hrvatskoj unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa djeluje 14 brodara prema podacima iz 2019. godine, a njihovi udjeli u prometu putnika prikazuje Graf 31. U tijeku istraživanja smanjio se broj brodara na 13 s obzirom da brodarska kompanija Catamaran line d.o.o. nije više dio sustava.



Graf 31. Udio brodara u prometu putnika sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske – 2019. godina

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 22.07.2021.)

Iz Grafa 31. može se vidjeti da najveći udio u prometu putnika unutar sustava zauzima državna tvrtka Jadrolinija d.d. i to 86,1 %. Iza državne tvrtke slijedi Rapska plovidba sa 6,6 % udjela u prometu putnika, G&V Line Iadera d.o.o. s 1,6 % i zatim ostali brodari. Jadrolinija d.d. kao državni brodar još uvijek ima najveću flotu i opslužuje većinu tržišta obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj. Tvrtka je osnovana 1947. godine u Rijeci, a nasljednica je raznih udruživanja malih brodara obalne plovidbe još od 1872. godine. Osnovna zadaća ove tvrtke je prijevoz putnika i vozila [173]. Monopol Jadrolinije d.d. na ovom tržištu prestaje pojavom privatnih brodara koji zauzimaju znatno manji dio tržišta što ne znači da su manje bitni za funkcioniranje sustava. Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku uniju, svi brodari Europske unije, koji zadovoljavaju zakonom propisane uvjete, mogu se ravnopravno s domaćim brodarima natjecati za održavanje državnih brodskih linija i pri tome imaju sva jednaka prava kao i brodari pod hrvatskom zastavom. Zato hrvatski brodari moraju imati što bolju pozicioniranost na tržištu obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske što se može postići modernizacijom flote, pomlađivanjem flote, smanjenjem emisije štetnih plinova, usvajanjem novih tehnologija u poslovanje i brzim reagiranjem na promjene u okruženju i tržištu.

Generalnu sliku flote kojom se održava sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske daje Tablica 17. iz koje je razvidno koliko brodova sadrži sustav i od kakvih brodova se flota sastoji.

Tablica 17. Flota obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske

vrste brodova	JADROLINIJA	PRIVATNI BODARI	ukupno
trajekti	37	4	41
klasični brodovi	4	16	20
brzi brodovi	10	11	22
ukupno	51	31	82

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 14.12.2021.)

Tablica 17. pokazuje da većinu flote ima državna tvrtka Jadrolinija d.d. sa 51 brodom dok svi ostali brodari unutar sustava imaju 31 brod. Najzastupljeniji su trajekti kojih ima ukupno 41. Klasičnih brodova ima 20, a brzih brodova 22. Zaključuje se da flotu sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske čini 82 broda.

Jedan od osnovnih problema je starost brodova flote obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske što je prikazano u Tablici 18.

Tablica 18. Prosječna starost brodova flote obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske

FLOTA	Prosječna starost (u godinama)
trajekti	23
klasični brodovi	35,4
brzi brodovi	25,7
ukupno	27,1

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 14.12.2021.)

Iz Tablice 18. jasno se može zaključiti da je flota sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske zastarjela s prosječnom starosti od 27,1 godine s tim da su od sve tri grupe brodova najstariji klasični brodovi. Prosječna starost brodova u vlasništvu državnog broдача Jadrolinija d.d. je 26,9 godina, brodova u vlasništvu privatnih broдача 26,5 godina [93].

Osim problema sezonalnosti i nepovoljne starosne strukture flote sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske, kao značajan problem ističe se i visoka cijena goriva u ukupnim troškovima prijevoza, ali postoje i ostali ograničavajući čimbenici daljnjeg razvoja pomorskog gospodarstva kao što su [174]:

- pomanjkanje investicijskog i obrtnog kapitala,
- odlazak stručne radne snage,
- mala ulaganja u istraživanje i razvoj modernih tehnologija,
- jaka konkurencija pojedinih grana pomorskog gospodarstva u razvijenim zemljama na svjetskom pomorskom tržištu,
- nedovoljna koordinacija i neusklađenost kompetencije u javnom usmjeravanju pojedinih grana pomorskog gospodarstva u državnoj upravi.

Analizom sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa naziru se i određena rješenja uočenih problema:

- modernizacija flote,
- jačanje konkurentnosti broдача na tržištu,
- povezivanje linijskog pomorskoputničkog prometa s drugim vrstama prometa,
- poticanje razvoja i korištenja novih tehnologija,

- ulaganje u ekološki prihvatljivije brodove u sustavu linijskog pomorskoputničkog prometa,
- produljenje turističke sezone,
- ulaganje u adekvatnu prometnu i lučku infrastrukturu,
- strateško planiranje razvoja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa,
- provođenje promišljenih prometnih i pomorskih politika,
- optimizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa koja bi dovela do ušteda u sustavu što bi bila platforma za daljnja ulaganja u razvoj sustava.

6.3. OBLIKOVANJE MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA NA PRIMJERU REPUBLIKE HRVATSKE

Hrvatska obala s otocima spada u najrazvedenije obale na svijetu i obuhvaća gotovo sve otoke istočnog i središnjeg dijela Jadranskog mora. Jadransko more, kao dio Sredozemnog mora, obuhvaća 4,6% njegove površine [1]. Osim Hrvatske, izlaz na Jadransko more još imaju Italija, Albanija, Crna Gora, Slovenija, Bosna i Hercegovina te Grčka. Republika Hrvatska prednjači pred navedenim državama u odnosu na razvedenost obale što je razvidno iz Tablice 19.

Razvedenost obale se prikazuje koeficijentom razvedenosti. *Koeficijent razvedenosti obale* je brojčani odnos između stvarne duljine i najkraće ili zračne udaljenosti mjeren izravno od početne do završne točke na obali [1].

Tablica 19. Razvedenost obale Jadranskog mora po pripadajućim državama

država	koeficijent razvedenosti obale
Hrvatska	11,1
Italija	1,37
Albanija	1,53
Crna Gora	2,83
Slovenija	2,62
Bosna i Hercegovina	10,5
Grčka	3,84

Izvor: izradila doktorandica prema Riđanović, J., Bićanić, Z., 1993, "Hrvatski Jadran i novi teritorijalni ustroj (prostorni pojam, duljina i razvedenost hrvatske obale)", Acta Geographica Croatica, Vol. 28, No. 1, p. 85-96

Analizirajući Tablicu 19. zaključuje se da Republika Hrvatska ima značajan koeficijent razvedenosti obale (11,1). S obzirom na izrazito razvedenu obalu i značajan broj naseljenih

otoka, sustav prometnog pomorskog povezivanja unutar Republike Hrvatske je od izuzetne važnosti pa je prikaz prijedloga modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na primjeru Republike Hrvatske izrazito reprezentativan odabir.

U ovom poglavlju prikazan je sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj. Cilj je predstaviti model optimiziranja postojećeg sustava s aspekta potrošnje energije i maksimalne iskoristivosti postojećih resursa odnosno uspostavljanja ravnoteže oba čimbenika na primjeru Republike Hrvatske. Objekti testiranja se dijele na brze putničke brodove (katamarani) i trajekte. Zajednička karakteristika resursa unutar promatranih skupina je brzina pa se u obzir uzimaju brzi putnički brodovi ekonomske brzine od 25 čvorova i trajekti ekonomske brzine od 9 čvorova.

Pomorskoputnički promet u Republici Hrvatskoj prilagođava se potrebama tržišta s izraženom sezonalnošću kao posljedicom utjecaja turizma što znači da se pomorskoputnički promet u Republici Hrvatskoj odvija u razdoblju izvansezona i sezone s daljnjom podjelom sezone na visoku i nisku sezonu. Ove statičke slike označavaju različitu potražnju za uslugama pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj čemu treba prilagoditi plovidbene redove i brodove prvenstveno s osnove kapaciteta.

Disertacija obuhvaća prijedlog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na primjeru vansezona i sezone.

6.3.1. Optimalan raspored brodova s posljedicom manje potrošnje energije

Pomorski promet je katalizator gospodarskog razvoja, ali ujedno sudjeluje s 2,5% emisije štetnih plinova u ukupnoj svjetskoj emisiji štetnih plinova [175]. U cilju smanjenja odnosno eliminiranja emisije štetnih plinova u atmosferu uzrokovanu pomorskim prometom te osiguranje dugoročne održivosti, ulažu se naporu u aktiviranje multimodalnog transporta i zelene tehnologije.

Međunarodna pomorska organizacija (*IMO – International Maritime Organization*) odredila je svojim članovima smanjenje emisije CO₂ za 70% do 2050. godine odnosno potpunu eliminaciju emisije CO₂ [175]. S poslovnog aspekta, moguće je primijeniti razne tehnologije za osiguranje nulte ili maksimalno smanjene emisije štetnih plinova u sektoru pomorstva što iziskuje znatne troškove pa je bitna procjena eksternih troškova pri uvođenju alternativnih oblika pogonske

energije i novih tehnologija u pomorskom prometu kako bi se adekvatno procijenile potencijalne mogućnosti [175].

Brodari moraju ispitati i znati učinkovitost svojih resursa, ali i preciznije i proaktivnije tražiti učinkovitije nove brodove [176]. Kod donošenja odluke o kupnji broda nužna je procjena dizajna i tehničkih karakteristika broda vodeći računa o ekonomskim i ekološkim kriterijima, sigurnosti i zahtjevima regulatornih tijela [177]. Koliko god dobro zvučala ideja o korištenju ekološki prihvatljivih izvora energije za pogon plovila, za sada su praktične izvedbe takvih sustava okarakterizirane visokom cijenom i slabim stupnjem iskoristivosti [178] pa je prvenstveno potrebno optimizirati postojeće resurse s aspekta potrošnje pogonske energije. Optimiziranjem uporabe postojećih resursa stvaraju se preduvjeti za daljnje ulaganje i razvoj novih tehnologija i povećane primjene ekološki prihvatljivih izvora energije za pogon plovila.

Optimizacija s aspekta potrošnje pogonske energije započinje analizom postojećeg stanja. Na primjeru sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj prvo se objedinjuju svi relevantni podaci o brodovima i linijama koje ti brodovi servisiraju. Svi brodovi koriste gorivo kao pogonsku energiju pa se tako u istraživanju i izradi modela pogonska energija obilježava kao gorivo iako se može raditi o bilo kojoj vrsti pogonske energije.

Tablica 20. prikazuje osnovne podatke o brzobrodskim linijama u Republici Hrvatskoj koje zahtijevaju brze brodove s ekonomskom brzinom od 25 čvorova. Podaci se odnose na duljinu putovanja te prikaz različitog režima tjednih putovanja i potrebnog minimalnog kapaciteta putnika po razdobljima izvansezone, niske i visoke sezone.

Tablica 20. Brzobrodске linije sa zahtjevom brodova brzine 25 čvorova

Linija	Udaljenost (u nm)	Izvansezona		Niska sezona		Visoka sezona	
		Broj tjednih putovanja	Minimalni kapacitet putnika	Broj tjednih putovanja	Minimalni kapacitet putnika	Broj tjednih putovanja	Minimalni kapacitet putnika
Pula – Unije – Susak – Mali Lošinj – Ilovik – Silba – Zadar	88,3	1	250	2	250	5	250
Mali Lošinj – Ilovik – Susak – Unije – Martinšćica – Cres – Rijeka	61,6	7	300	7	300	7	300
Novalja – Rab – Rijeka	56,3	7	300	7	300	7	300
Olib – Silba – Premuda/Krijal – Zadar	44	7	300	8	300	8	300
Ist – Molat – Zadar	25,5	8	250	9	250	9	250
Žirje – Kaprije – Šibenik	15,6	12	100	14	100	14	100
Vis – Hvar – Milna – Split	29,6	7	250	7	250	7	250
Jelsa – Bol – Split	30	7	300	7	300	7	300
Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split	60,1	7	300	7	300	7	300
Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik	21,8	7	200	14	200	14	200

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.02.2022.)

Analizom Tablice 20. zaključuje se da se kod brzobrodskih linija ne mijenja potreban minimalan kapacitet brodova između različitog perioda godine dok se plovidbeni redovi mijenjaju u odnosu na učestalost održavanja linija. Najintenzivnije razdoblje je sezona dok je

najmanji broj putovanja u razdoblju izvansezona kada su linije isključivo u funkciji opsluživanja otočnog stanovništva jer turista u tom razdoblju gotovo da nema.

Inicijalno pridruživanje brzih brodova i brzobrodskih linija prikazano je u Tablici 21. s ciljem analize postojećeg stanja.

Tablica 21. Inicijalno pridruživanje brzih brodova i brzobrodskih linija

Linija	Brod	Kapacitet putnika	Potrošnja goriva (l/nm)
Pula – Unije – Susak – Mali Lošinj – Ilovik – Silba – Zadar	BIŠOVO	325	30
Mali Lošinj – Ilovik – Susak – Unije – Martinšćica – Cres – Rijeka	DUBRAVKA	316	27,7
Novalja – Rab – Rijeka	ADRIANA	332	30,5
Olib – Silba – Premuda/Krijal – Zadar	PRINC ZADRA	301	27
Ist – Molat – Zadar	SILBA	300	27,3
Žirje – Kaprije – Šibenik	MALI PRINC	200	14
Vis – Hvar – Milna – Split	KAROLINA	316	30,8
Jelsa – Bol – Split	VIDA	304	29,3
Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split	JUDITA	316	28,6
Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik	NONA ANA	202	19

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.02.2022.)

U Tablici 21. navedeni su brodovi, kojima se održavaju određene brzobrodске linije, njihovi kapaciteti te potrošnja pogonskog goriva po nautičkoj milji. Iako su ova dva parametra od bitne važnosti pri održavanju brodskih linija, nisu jedini. Brod po svojim tehničkim karakteristikama i dizajnu treba biti pogodan za plovidbu na određenoj ruti, a isto tako mora biti pogodan za luke u koje uplovljava o čemu se posebno mora voditi računa kod malih luka ograničenih prihvatnih kapaciteta. Slijedom navedenog traženo je stručno mišljenje tri eksperta u pridruživanju brzih

brodova i brzobrodskih linija kako bi se eliminirale moguće neprilagođenosti. Spomenuti eksperti su: ravnatelj javne ustanove koja obavlja klasifikaciju brodova i statutarnu certifikaciju brodova u ime nacionalnih pomorskih uprava, dugogodišnji koordinator određenog plovnog područja najvećeg brodaru u Republici Hrvatskoj, ujedno pomorac i doktor znanosti u području tehnologije prometa i pomorstva te dugogodišnji rukovoditelj službe za tehničko – operativne poslove regulatornog tijela Republike Hrvatske o pitanjima sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na Jadranu. Kao što je i evidentno, odabrani eksperti su renomirani stručnjaci u pomorstvu koji su dali stručno mišljenje o prikladnosti brodova za određenu brodsku liniju po maritimnim sposobnostima brodova, njihovoj konstrukciji i tehničkim karakteristikama te obilježjima luka prema Tablici 2. Sva tri eksperta su muškarci u dobi od 55 do 65 godina života. Eksperti su ispitani direktnom komunikacijom odnosno putem intervjua obavljenog u njihovim uredima u razdoblju od 04.04.2022. do 11.04.2022. Tablica 22. prikazuje prikladnost brodova po pojedinim brzobrodskim linijama prema njihovom stručnom mišljenju. Usporedbom sva tri stručna mišljenja prikladnost broda po pojedinoj brzobrodskoj liniji definira se jednakim ocjenama barem dva eksperta.

Tablica 22. Prikladnost brzih brodova pojedinim brzobrodskim linijama

Linija	BIŠOVO	DUBRAVKA	ADRIANA	PRINC ZADRA	SILBA	MALI PRINC	KAROLINA	VIDA	JUDITA	NONA ANA
Pula – Unije – Susak – Mali Lošinj – Ilovik – Silba – Zadar	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Mali Lošinj – Ilovik – Susak – Unije – Martinšćica – Cres – Rijeka	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Novalja – Rab – Rijeka	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Olib – Silba – Premuda/Krijal – Zadar	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
Ist – Molat – Zadar	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
Žirje – Kaprije – Šibenik	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Vis – Hvar – Milna – Split	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Jelsa – Bol – Split	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1

Izvor: Izradila doktorandica prema stručnom mišljenju tri eksperta

U Tablici 22. brojem 1 označuju se brodovi prikladni za određenu brzobrodsku liniju odnosno brojem 0 brodovi koji nisu prikladni za određenu brzobrodsku liniju. Analizom Tablice 23. zaključuje se da više od jednog broda, prema svojim karakteristikama, odgovara zahtjevima određene brzobrodске linije. Broj mogućih pridruživanja odgovarajućih brodova odgovarajućim brzobrodskim linijama iznosi $10! = 3628800$. Međutim, neka od tih

pridruživanja ne udovoljavaju uvjetima minimalnog kapaciteta ili ocjenama triju eksperata pa će takva pridruživanja biti eliminirana. S obzirom da su za brze brodove isti uvjeti za minimalni kapacitet u sve tri sezone, kako se već i ranije istaknulo, u sva tri slučaja dobivamo isti broj od 22920 pridruživanja koja zadovoljavaju sve uvjete, ali u svakoj od tri navedene sezone postoje najoptimalnija pridruživanja brodova i brzobrodskih linija što se prezentira u Tablicama 23., 24. i 25.

Tablica 23. Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linije u razdoblju izvansezone

Linija	Udaljenost (u nm)	Inicijalno pridruživanje				Optimalno pridruživanje			
		Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)	Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)
Pula-Unije- Susak-Mali Lošinj- Ilovik- Silba-Zadar	88,3	BIŠOVO	1	30	5.298	KAROLINA	1	30,8	5.439,28
Mali Lošinj- Ilovik- Susak- Unije- Martinšćica- Cres-Rijeka	61,6	DUBRAVKA	7	27,7	23.888,48	SILBA	7	27,3	23.543,52
Novalja- Rab-Rijeka	56,3	ADRIANA	7	30,5	24.040,1	DUBRAVKA	7	27,7	21.833,14
Olib-Silba- Premuda/ Krijal-Zadar	44	PRINC ZADRA	7	27	16.632	JUDITA	7	28,6	17.617,6
Ist-Molat- Zadar	25,5	SILBA	8	27,3	11.138,4	BIŠOVO	8	30	12.240
Žirje- Kaprije- Šibenik	15,6	MALI PRINC	12	14	5.241,6	MALI PRINC	12	14	5.241,6
Vis-Hvar- Milna-Split	29,6	KAROLIN A	7	30,8	12.763,52	ADRIANA	7	30,5	12.639,2
Jelsa-Bol- Split	30	VIDA	7	29,3	12.306	VIDA	7	29,3	12.306

Lastovo/Ubl i-Vela Luka-Hvar- Split	60,1	JUDITA	7	28,6	24.064,04	PRINC ZADRA	7	27	22.717,8
Lastovo/Ubl i-Korčula- Polače- Sobra- Šipanska Luka- Dubrovnik	21,8	NONA ANA	7	19	5.798,8	NONA ANA	7	19	5.798,8

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet,
www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.02.2022.)

Iz Tablice 23. razvidno je da je kod optimalnog pridruživanja brodova i brzobrodskih linija, koje je kreirao algoritam, ostvarena ušteda pogonske energije. Ukupna potrošnja pogonske energije kod inicijalnog pridruživanja brodova i brzobrodskih linija u razdoblju izvansezone na tjednoj bazi iznosi 141.170,94 litara dok pri optimalnom pridruživanju tjedna potrošnja pogonske energije iznosi 139.376,94 litara. Isti ovakav pristup je primijenjen i na razdoblja visoke i niske sezone što je prikazano u Tablici 24. i Tablici 25.

Tablica 24. Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linije u razdoblju niske sezone

Linija	Udaljenost (u nm)	Inicijalno pridruživanje				Optimalno pridruživanje			
		Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)	Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)
Pula-Unije-Susak-Mali Lošinj-Ilovik-Silba-Zadar	88,3	BIŠOVO	2	30	10.596	KAROLINA	2	30,8	10.878,56
Mali Lošinj-Ilovik-Susak-Unije-Martinšćica-Cres-Rijeka	61,6	DUBRAVKA	7	27,7	23.888,48	SILBA	7	27,3	23.543,52
Novalja-Rab-Rijeka	56,3	ADRIANA	7	30,5	24.040,1	DUBRAVKA	7	27,7	21.833,14
Olib-Silba-Premuda/Krijal-Zadar	44	PRINC ZADRA	8	27	19.008	JUDITA	8	28,6	20.134,4

Ist-Molat-Zadar	25,5	SILBA	9	27,3	12.530,7	BIŠOVO	9	30	13.770
Žirje-Kaprije-Šibenik	15,6	MALI PRINC	14	14	6.115,2	MALI PRINC	14	14	6.115,2
Vis-Hvar-Milna-Split	29,6	KAROLINA	7	30,8	12.763,52	ADRIANA	7	30,5	12.639,2
Jelsa-Bol-Split	30	VIDA	7	29,3	12.306	VIDA	7	29,3	12.306
Lastovo/Ubli-Vela Luka-Hvar-Split	60,1	JUDITA	7	28,6	24.064,04	PRINC ZADRA	7	27	22.717,8
Lastovo/Ubli-Korčula-Polače-Sobra-Šipanska Luka-Dubrovnik	21,8	NONA ANA	14	19	11.597,6	NONA ANA	14	19	11.597,6

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.02.2022.)

Tablica 24. prikazuje uštedu pogonske energije kod optimalnog pridruživanja brodova i brzobrodskih linija u odnosu na inicijalno odnosno trenutno pridruživanje brodova i brzobrodskih linija u razdoblju niske sezone. Ukupna potrošnja pogonske energije kod inicijalnog pridruživanja brodova i brzobrodskih linija u razdoblju niske sezone na tjednoj bazi iznosi 156.909,64 litara dok pri optimalnom pridruživanju tjedna potrošnja pogonske energije iznosi 155.535,42 litara.

Tablica 25. Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linije u razdoblju visoke sezone

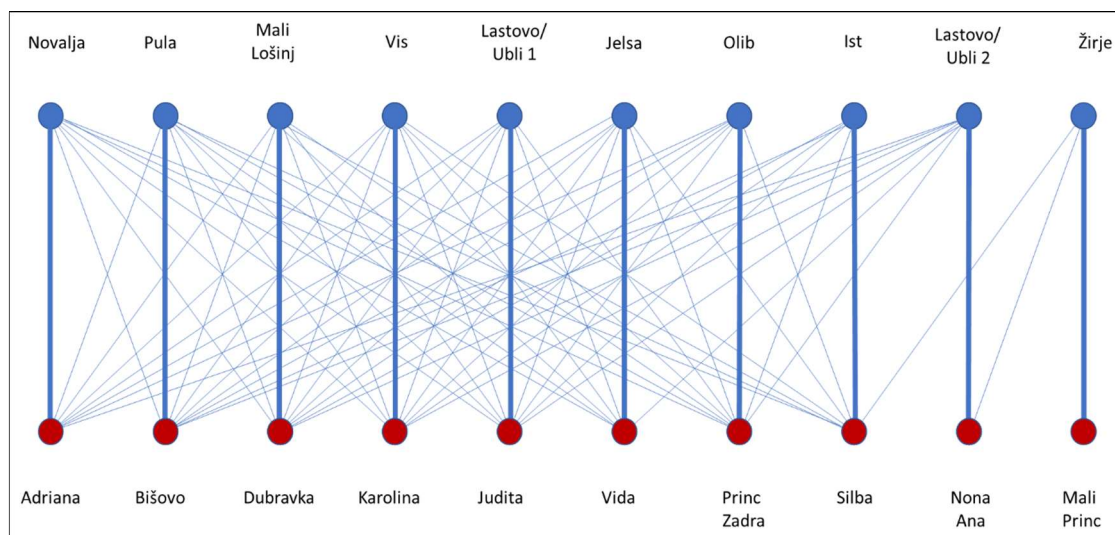
Linija	Udaljenost (u nm)	Inicijalno pridruživanje				Optimalno pridruživanje			
		Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)	Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)
Pula-Unije-Susak-Mali Lošinj-Ilovik-Silba-Zadar	88,3	BIŠOVO	5	30	26.490	PRINC ZADRA	5	27	23.841
Mali Lošinj-Ilovik-Susak-Unije-Martinšćica-Cres-Rijeka	61,6	DUBRAVKA	7	27,7	23.888,48	SILBA	7	27,3	23.543,52
Novalja-Rab-Rijeka	56,3	ADRIANA	7	30,5	24.040,1	VIDA	7	29,3	23.094,26
Olib-Silba-Premuda/Krijal-Zadar	44	PRINC ZADRA	8	27	19.008	JUDITA	8	28,6	20.134,4
Ist-Molat-Zadar	25,5	SILBA	9	27,3	12.530,7	BIŠOVO	9	30	13.770
Žirje-Kaprije-Šibenik	15,6	MALI PRINC	14	14	6.115,2	MALI PRINC	14	14	6.115,2
Vis-Hvar-Milna-Split	29,6	KAROLINA	7	30,8	12.763,52	KAROLINA	7	30,8	12.763,52
Jelsa-Bol-Split	30	VIDA	7	29,3	12.306	ADRIANA	7	30,5	12.810
Lastovo/Ubli-Vela Luka-Hvar-Split	60,1	JUDITA	7	28,6	24.064,04	DUBRAVKA	7	27,7	23.306,78
Lastovo/Ubli-Korčula-Polače-Sobra-Šipanska Luka-Dubrovnik	21,8	NONA ANA	14	19	11.597,6	NONA ANA	14	19	11.597,6

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet,

www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.02.2022.)

Algoritmom se odredio raspored optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija. U Tablici 25. uočljiva je ušteda pogonske energije kod optimalnog pridruživanja brodova i brzobrodskih linija u razdoblju visoke sezone te je tjedna potrošnja kod optimalnog pridruživanja 170.976,28 litara u odnosu na 172.803,64 litre tjedne potrošnje kod inicijalnog pridruživanja.

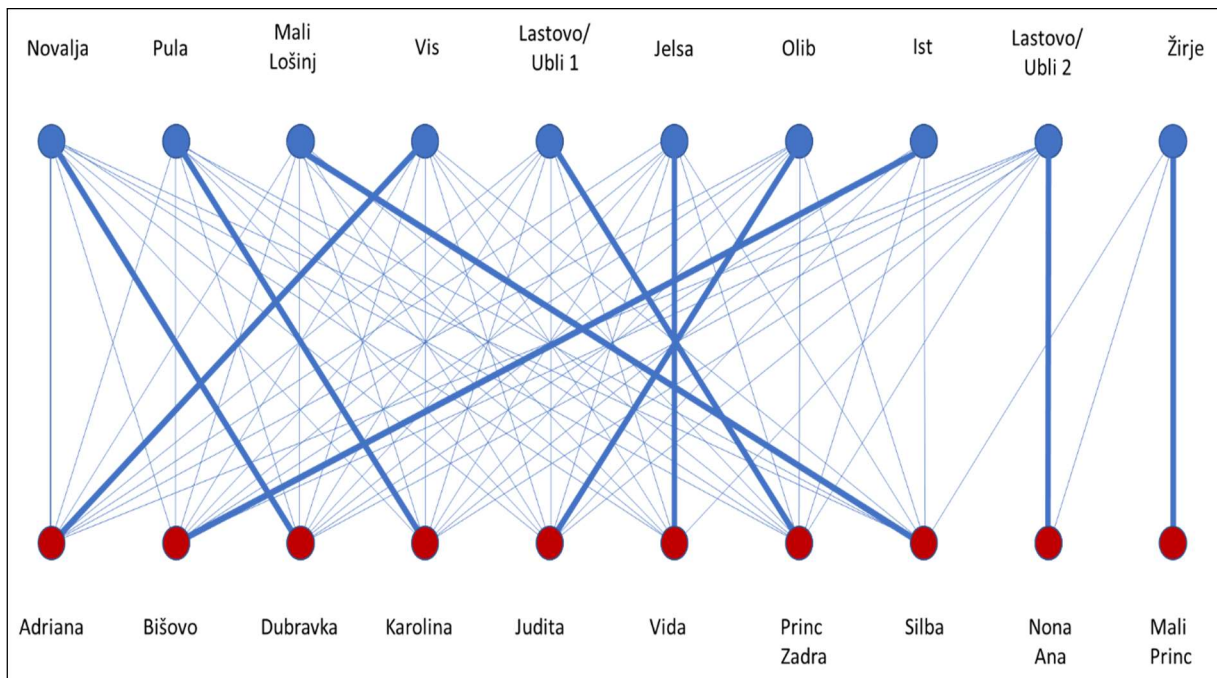
U Tablicama 23., 24. i 25. promatran je mali broj brzobrodskih linija, svega deset, pa se na jednostavan način može eksplicitno provjeriti sve moguće kombinacije pridruživanja brodova i brzobrodskih linija. Kao što je rečeno kod prikaza općeg modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, s povećanjem broja promatranih objekata, pridruživanje postaje sve kompleksnije pa čak i nemoguće. U slučaju samo 50 brodova prethodnim pristupom bi bilo potrebno provjeriti $50! \approx 3 \cdot 10^{64}$ kombinacija što nije moguće. Stoga se u cilju optimalnog sparivanja neovisno o broju objekata, koristi se alternativni pristup baziran na optimalnom sparivanju u grafovima. Konstruira se bipartitni graf gdje su u jednoj klasi brodovi, a u drugoj klasi brodske linije te se bridom povezuju brodovi i brodske linije u slučaju kada je brod po svim parametrima prikladan za plovidbu na toj liniji. Primjer primjene ove metode prikazan je na brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj u razdoblju izvansezona. Donji bipartitni graf predočava mrežu povezivanja odgovarajućih brodova sa odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava (Graf 32.).



Graf 32. Povezivanje brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona

Izvor: Izradila doktorandica

U Grafu 32. „gornja“ klasa predstavlja brzobrodске linije koje su označene samo nazivom polazne luke s tim da naziv linije Lastovo /Ubli 1 obilježava brzobrodsku liniju Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split, a Lastovo/Ubli 2 obilježava brzobrodsku liniju Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik. „Donja“ klasa predstavlja brze brodove. Izraženijim podebljanim linijama povezani su brodovi s brzobrodskim linijama koje trenutno održavaju dok ostalim, manje izraženim linijama, povezani su brodovi sa svim brzobrodskim linijama koje su sposobni održavati po relevantnim kriterijima kapaciteta broda, potrošnje pogonske energije i stručnih ocjena eksperata. U slijedećoj fazi korištenjem Mađarske metode sparuju se maksimalne težine kada su bridovi uteženi funkcijom $M - g_{ij}$ što je prikazano Grafom 33., a ujedno je i optimalno sparivanje brodova i brzobrodskih linija.



Graf 33. Optimalno sparivanje brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske s aspekta potrošnje pogonske energije u razdoblju izvansezona

Izvor: Izradila doktorandica

Analizom Grafa 33. zaključuje se da brodovi po svojim karakteristikama mogu zadovoljiti potrebe više brzobrodskih linija te da se optimalan raspored brodova po brzobrodskim linijama razlikuje od inicijalnog rasporeda.

Složenost klasičnog Edmondsovog algoritma, koji traži sparivanje maksimalne težine u bipartitnom grafu, je $O(mn^2)$, gdje je m broj bridova, a n broj vrhova [144]. S obzirom da je

kod optimalnog sparivanja brodova i brzobrodskih linija uočeno podudaranje broda s brzobrodskom linijom, m raste proporcionalno n^2 što implicira da bi složenost Edmondsovog algoritma bila jednaka $O(n^4)$. Modifikacijama se složenost svodi na $O(n(m+n \cdot \log n))$ što bi u ovom slučaju podrazumijevalo $O(n^3)$. Dakle, ovim se dokazuje da je predstavljani model primjenjiv i u slučaju znatnog broja brodova i brodskih linija.

Ovakav pristup primjenjiv je i na druge vrste brodova i linija. Potvrda modela prikazana je analizom trajekata u razdoblju izvansezona, koji su dio sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog promet u Republici Hrvatskoj, a klasificirani su po ekonomskoj brzini od 9 čvorova. U ovom slučaju postoji specifičnost u odnosu na prethodnu obradu jer se trajektna linija Supetar-Split održava s dva broda. Ovakva analiza je dodatna vrijednost za sami model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, jer održavanje jedne brodske linije s više brodova je očekivano kod linija sa znatnom fluktuacijom putnika i znatnim brojem putovanja.

Tablica 26. sadrži relevantne podatke o trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj koje zahtjevaju trajekte brzine 9 čvorova.

Tablica 26. Trajektne linije sa zahtjevom brodova brzine 9 čvorova

Linija	Udaljenost (u nm)	Izvansezona		Niska sezona		Visoka sezona	
		Broj tjednih putovanja	Minimalni kapacitet putnika/vozila	Broj tjednih putovanja	Minimalni kapacitet putnika/vozila	Broj tjednih putovanja	Minimalni kapacitet putnika/vozila
Drvenik Veli – Drvenik Mali – Trogir/Soline	9,3	21	25/200	21	25/200	27	25/200
Supetar – Split	8,9	34+27	250/1000	42+42	250/1000	49+49	400/2000
Ploče – Trpanj	8,1	28	50/200	42	100/400	49	140/400
Rogač – Split	8,9	28	60/300	35	60/300	42	60/400
Sumartin – Makarska	7	21	25/150	28	25/150	35	25/150
Sušurađ – Lopud – Dubrovnik	8,4	7	25/200	7	25/200	10	25/200
Sobra – Prapatno	5,4	28	50/250	35	50/250	35	50/250

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet,

www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 08.03.2022.)

U cilju analize postojećeg stanja prikazano je inicijalno pridruživanje trajekata i trajetnih linija u Tablici 27.

Tablica 27. Inicijalno priduživanje trajekata i trajektnih linija

Linija	Brod	Potrošnja goriva (l/nm)	Izvansezona	
			Kapacitet putnika	Kapacitet vozila
Drvenik Veli – Drvenik Mali – Trogir/Soline	ŠOLTANKA	12,6	200	26
Supetar – Split	HRVAT	26,2	800	130
	MARJAN	36	800	127
Ploče – Trpanj	MLJET	37,5	616	145
Rogač – Split	BIOKOVO	33,1	800	138
Sumartin – Makarska	PELJEŠČANKA	14,1	200	26
Suđurađ – Lopud – Dubrovnik	HANIBAL LUCIĆ	39,6	350	30
Sobra – Prapratno	VALUN	48,1	600	82

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 08.03.2022.)

Tablica 27. sadrži podatke o potrošnji goriva po nautičkoj milji i kapacitetu putnika i vozila za trajekte, kojima se održavaju trajektne linije sa zahtjevom brzine brodova od 9 čvorova. Nakon analize trajektnih linija i odgovarajućih trajekata, koji zadovoljavaju osnovni parametar, a to je tražena brzina, slijedi stručno mišljenje tri prethodno spomenuta eksperta o prikladnosti trajekata po maritimnim sposobnostima brodova, njihovoj konstrukciji i tehničkim karakteristikama te obilježjima luka. Tablica 28. prikazuje prikladnost brodova po pojedinim brzobrodskim linijama prema stručnom mišljenju. Usporedbom sva tri stručna mišljenja prikladnost broda po pojedinoj brzobrodskoj liniji definira se jednakim ocjenama barem dva eksperta.

Tablica 28. Prikladnost trajekata pojedinim trajektnim linijama

Linija	ŠOLTANKA	HRVAT	MARJAN	MLJET	BIKOVNO	PELJEŠČANKA	HANBAL LUCIĆ	VALUN
Drvenik Veli – Drvenik Mali – Trogir/Soline	1	0	0	0	0	1	0	0
Supetar – Split	0	1	1	1	1	0	0	1
Ploče – Trpanj	0	1	1	1	1	0	0	1
Rogač – Split	0	1	1	1	1	0	0	1
Sumartin – Makarska	1	0	0	0	0	1	1	0
Sušurađ – Lopud – Dubrovnik	1	0	0	0	0	1	1	0
Sobra – Prapatno	0	1	1	1	1	0	0	1

Izvor: Izradila doktorandica prema stručnom mišljenju tri eksperta

U Tablici 28. brojem 1 označuju se trajekti prikladni za određenu trajektnu liniju odnosno brojem 0 trajekti koji nisu prikladni za određenu trajektnu liniju. Zaključuje se, kao i kod brzih putničkih brodova i brzobrodskih linija, da više od jednog broda, prema svojim karakteristikama, odgovara zahtjevima određene trajektne linije. Broj načina na koje se mogu preraspodijeliti trajekti po trajektnim linijama iznosi $8!/2 = 20160$, uz napomenu da trajektnu liniju Supetar-Split održavaju dva trajekta. Od 20160 kombinacija svega 144 kombinacije zadovoljavaju propisane uvjete u odnosu na kapacitet putnika i vozila te prikladnost brodova za linije, ali cilj je odrediti najoptimalnije rješenje. Tablica 29. prikazuje usporedbu potrošnje pogonske energije pri trenutnom rasporedu trajekata po trajektnim linijama i potrošnju pogonske energije pri optimalnom rasporedu trajekata u razdoblju izvansezona. Optimalan raspored trajekata po promatranim trajektnim linijama daje maksimalnu uštedu pogonske energije.

Tablica 29. Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja trajekata i trajektnih linije u razdoblju izvansezone

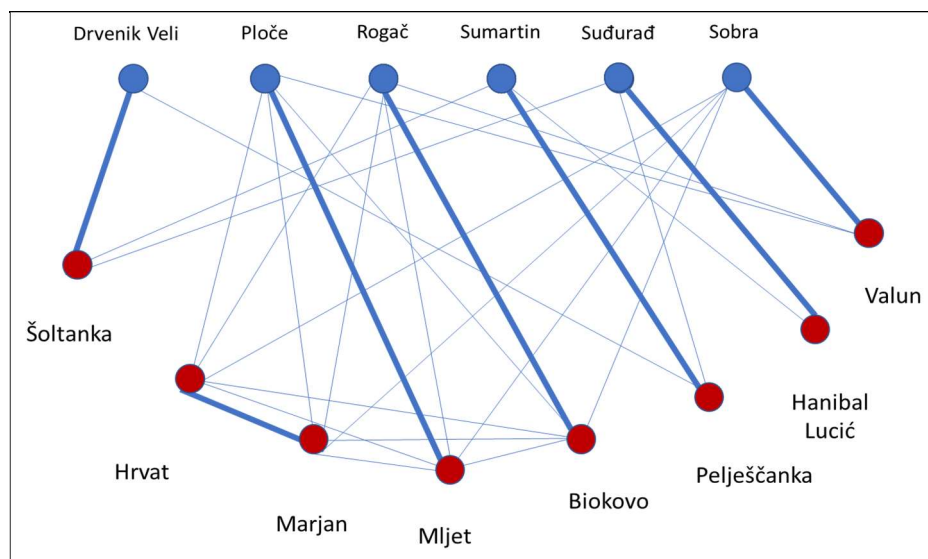
Linija	Udaljenost (u nm)	Inicijalno pridruživanje				Optimalno pridruživanje			
		Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)	Brod	Broj tjednih putovanja	Potrošnja goriva (l/nm)	Tjedna potrošnja goriva (u l)
Drvenik Veli-Drvenik Mali-Trogir/Solin e	9,3	ŠOLTANKA	21	14,1	5.507,46	PELJEŠČANKA	21	12,6	4.921,56
Supetar-Split	8,9	HRVAT	34	33,1	20.032,12	MLJET	34	26,2	15.856,24
		MARJAN	27	36	17.301,6	MARJAN	27	36	17.301,6
Ploče-Trpanj	8,1	MLJET	28	26,2	11.884,32	BIOKOVO	28	37,5	17.010
Rogač-Split	8,9	BIOKOVO	28	37,5	18.690	HRVAT	28	33,1	16.497,04
Sumartin-Makarska	7	PELJEŠČANKA	21	12,6	3.704,4	ŠOLTANKA	21	14,1	4.145,4
Suđurađ-Lopud-Dubrovnik	8,4	HANIBAL LUCIĆ	7	39,6	4.656,96	HANIBAL LUCIĆ	7	39,6	4.656,96
Sobra-Prapratno	5,4	VALUN	28	48,1	14.545,44	VALUN	28	48,1	14.545,44

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 08.03.2022.)

Analizom Tablice 29. razvidno je da je kod optimalnog pridruživanja trajekata i trajektnih linija ostvarena ušteda pogonske energije. Ukupna potrošnja pogonske energije kod inicijalnog pridruživanja trajekata i trajektnih linija u razdoblju izvansezone na tjednoj bazi iznosi 96.322,3 litara dok pri optimalnom pridruživanju tjedna potrošnja pogonske energije iznosi 94.934,24 litara.

I u slučaju optimalnog pridruživanja trajekata i trajektnih linija, kao i kod svih ostalih vrsta brodova i brodskih linija, primjenjuje se teorija grafova kako bi se izbjeglo ograničenje brojem objekata. U slučaju kada se linija održava s više brodova od jednoga, kao što se pojavljuje trajektna linija Supetar-Split, konstruira se težinski graf (Graf 34.) sa sljedećim svojstvima:

- 1) vrhovi su svi trajekti i sve trajektne linije osim linije Supetar-Split,
- 2) parovi trajekata spojeni su bridom ako su ta dva trajekta u paru prikladna za plovidbu na trajektnoj liniji Split-Supetar (trajekti zadovoljavaju traženu brzinu, kapacitet putnika i vozila te su ih eksperti ocijenili prikladnim),
- 3) sve ostale trajektne linije povezane su bridom s onim trajektima koji su prikladni da ih opslužuju,
- 4) težina brida koji povezuje dva trajekta a i b je jednaka $M - g_{ab}$ gdje je M jako veliki broj (suma svih g_{ab}), a g_{ab} količina pogonske energije, koju bi potrošili trajekti a i b u slučaju da održavaju trajektnu liniju Supetar-Split,
- 5) težina brida koji povezuje brod i s linijom j je $M - g_{ij}$ pri čemu je g_{ij} količina pogonske energije koju bi brod i potrošio opslužujući liniju j .

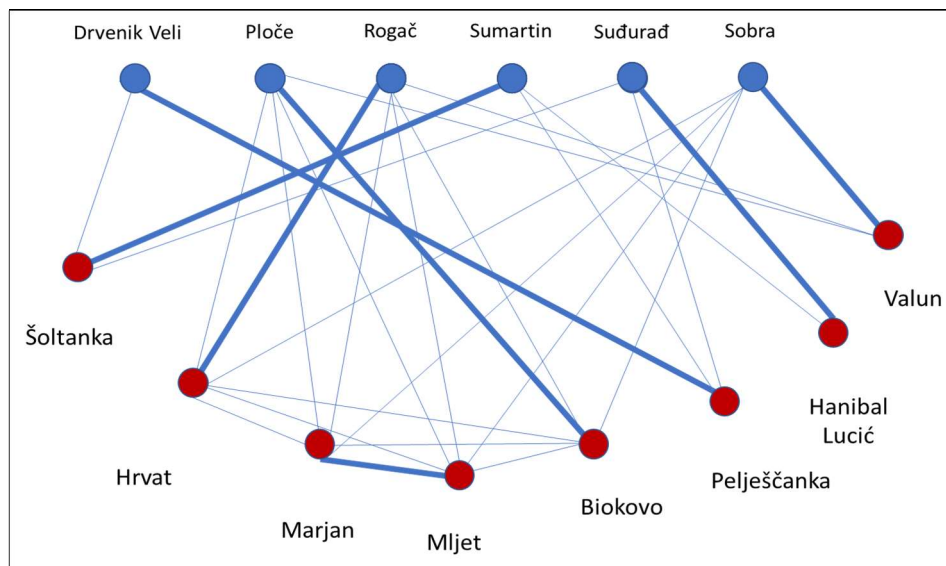


Graf 34. Povezivanje trajekata s odgovarajućim trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona

Izvor: Izradila doktorandica

U Grafu 34. „gornja“ klasa predstavlja trajektne linije koje su označene samo nazivom polazne luke dok „donja“ klasa predstavlja trajekte. Izraženijim podebljanim linijama povezani su trajekti s trajektnim linijama koje trenutno održavaju dok ostalim, manje izraženim linijama,

povezani su trajekti sa svim trajektnim linijama koje su sposobni održavati po relevantnim kriterijima kapaciteta broda, potrošnje pogonske energije i stručnih ocjena eksperata. Izražena podebljana linija, koja povezuje trajekte Hrvat i Marjana, indicira da oni u paru opslužuju trajektnu liniju Supetar-Split. U slijedećoj fazi sparuju se maksimalne težine unaprijeđenom verzijom Edmodsovog algoritma s ciljem oblikovanja optimalnog pridruživanja trajekata i trajektnih linija što je prikazano u Grafu 35.



Graf 35. Optimalno sparivanje trajekata s odgovarajućim trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske s aspekta potrošnje pogonske energije u razdoblju izvansezona

Izvor: Izradila doktorandica

Analizom Grafa 35. zaključuje se da trajekti po svojim karakteristikama mogu zadovoljiti potrebe više trajektnih linija te da se optimalan raspored brodova po trajektnim linijama razlikuje od inicijalnog rasporeda.

Izvršenim testiranjem modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa zaključuje se da se optimalnim rasporedom brodova s posljedicom smanjene potrošnje pogonske energije ostvaruje smanjenja potrošnja pogonske energije što rezultira nižim troškovima odnosno financijskim rasterećenjem. Smanjena potrošnja pogonske energije uzrokuje i manju emisiju stakleničkih plinova, prvenstveno CO₂ kao najvažnijeg stakleničkog plina iz pomorskog prometa [179]. Cjelokupan sektor prometa jedan je od važnih izvora emisije CO₂. Emisija CO₂ iz sektora prometa na teritoriju Republike Hrvatske u 2019. godini iznosila

je 36.6% ukupne emisije CO₂ [180]. Najveći udio ipak otpada na cestovni promet s 96.4%, a slijede pomorski i riječni promet sa 2,4% [180].

Za izračun smanjenja emisije CO₂ uslijed smanjenja potrošnje pogonske energije koristi se sljedeća formula [181]:

$$Emisija\ CO_2\ (t) = potrošnja\ goriva\ (t) \times emisijski\ faktor\ [t-CO_2\ /t\ gorivo] \quad \dots(4)$$

Prvi korak je preračunavanje potrošnje pogonske energije iz mjernih jedinica litara u mjerne jedinice tona. Ako se potrošnja u litrama označi sa x , onda je potrošnja u kilogramima $0.845x$ gdje je gustoća dizela $0,845\ kg/l$ [182].

Prema izračunu $\frac{0.845x}{1000} = 0.000845x$ iskazuje se potrošnju u tonama.

Umnoškom prethodnog s faktorom donje ogrjevnosti, koji iznosi $42,71\ GJ/t$ [180] dobija se potrošnja u GJ na sljedeći način:

$$42.71 \cdot 0.000845x = 0.03608995x .$$

Potrošnja u TJ se iskazuje na sljedeći način:

$$\frac{1}{1000} \cdot 0.03608995x = 0.00003608995x .$$

Sljedeći korak je množenje potrošnje u TJ i emisijskog faktora, koji za dizel iznosi $74,10$ [180], na sljedeći način:

$$74.1 \cdot 0.00003608995x = 0.002674265295 \cdot x .$$

Da bi se egzaktno odredila količina ispuštanja CO₂ u tonama, potrebno je dobiveni faktor pomnožiti s potrošenom količinom utrošene pogonske energije izražene u litrama. Tablicom 30. se izražavaju količine CO₂ prema potrošenoj pogonskoj energiji za promatrane brzobrodске linije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na godišnjoj razini.

Tablica 30. Količina ispuštanja CO₂ prema potrošnji pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linije

	Inicijalno pridruživanje	Optimalno pridruživanje
	Ukupna tjedna potrošnja goriva (u l)	Ukupna tjedna potrošnja goriva (u l)
izvansezona	141.170,94	139.376,94
niska sezona	156.909,64	155.535,42
visoka sezona	172.803,64	170.976,28
Ukupna potrošnja goriva na razini godine	8.573.942,92	8.482.845,62
Količina ispuštanja CO₂ (u t) na razini godine	22.926,72	22.683,13

Izvor: Izradila doktorandica

Analizom Tablice 30. zaključuje se da je prema optimalnom rasporedu brzih brodova na definiranim brzobrodskim linijama na razini godine ostvarena ušteda goriva za 91.097,30 litara pri čemu se emisija količine CO₂ smanjuje za 243,59 tona. Ovim se potvrđuje da se optimalnim rasporedom brodova s posljedicom smanjene potrošnje pogonske energije smanjuje i količina emisije CO₂ pa tako i ostalih stakleničkih plinova. S obzirom da jedno stablo u prosjeku godišnje apsorbira 25 kg CO₂ [183], 9.744 stabla je potrebno za nadoknadu 243,59 tona emisije CO₂ više od potrebnog po optimalnom rasporedu brzih brodova po promatranim brzobrodskim linijama. Mora se istaknuti da se proračun vršio na relativno malom uzorku te bi ove brojke bile znatno veće kad bi se u obzir uzelo više brodskih linija odnosno više brodova.

6.3.2. Optimalan raspored brodova s aspekta dostupnosti brodova

Dostupnost brodova označava prikladnost brodova pojedinoj brodskoj liniji. Svaka brodska linija, s obzirom na vlastite karakteristike i potrebe, ima određene specifičnosti koje se trebaju zadovoljiti odgovarajućim brodom na najbolji mogući način. Zahtjevi brodskih linija mogu biti različiti. Korisnik modela samostalno određuje koje zahtjeve će istaknuti kao bitne parametre pri korištenju modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, a u svrhu optimalnog rasporeda brodova s aspekta dostupnosti brodova.

U svrhu istraživanja i s obzirom da se optimizira sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na primjeru Republike Hrvatske, uzimaju se u obzir parametri koji su definirani natječajnom dokumentacijom za sve brodske linije s obvezom javne usluge u Republici Hrvatskoj odnosno Uredbom o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu. Radi se o slijedećim parametrima: brzina broda u odnosu na zahtjeve brodske linije, raspon kapaciteta u odnosu na zahtjeve brodske linije, mogućnost ukrcaja/iskrcaja putnika na više od jednog ulaza/izlaza, protočnost broda, širina ukrcajne rampe, pristup za osobe s ograničenjem u kretanju, starost broda, mogućnost prijevoza kućnih ljubimaca [166].

Tablica 31. sadrži bodove kojima se vrednuju brzi putnički brodovi prema zahtjevima i potrebama određenih brzobrodskih linija.

Tablica 31. Bodovanje brzih putničkih brodova prema uvjetima brzobrodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske

Linija	BIŠOVO	DUBRAVK	ADRIANA	PRINC ZADRA	SILBA	MALI PRINC	KAROLINA	VIDA	JUDITA	NONA ANA
Pula – Unije – Susak – Mali Lošinj – Ilovik – Silba – Zadar	7	3	7	3	3	0	3	3	3	0
Mali Lošinj – Ilovik – Susak – Unije – Martinšćica – Cres – Rijeka	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Novalja – Rab – Rijeka	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Olib – Silba – Premuda/Krijal – Zadar	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Ist – Molat – Zadar	7	3	7	3	3	0	3	3	3	0
Žirje – Kaprije – Šibenik	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Vis – Hvar – Milna – Split	7	3	7	3	3	0	3	3	3	0
Jelsa – Bol – Split	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik	10	10	10	10	10	0	10	10	10	0
Dodatni bodovi	12	12	12	12	2	22	12	32	12	12

Izvor: Izradila doktorandica prema Uredbi o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu, Narodne novine 31/14

Stavka Tablice 31. pod nazivom „dodatni bodovi broda“ se odnosi na bodove koji pripadaju brodu neovisno o liniji s kojom ih se spari, a to su u ovom slučaju: mogućnost ukrcaja/iskrcaja putnika na više od jednog ulaza/izlaza, protočnost broda, širina ukrcajne rampe, pristup za osobe s ograničenjem u kretanju, starost broda, mogućnost prijevoza kućnih ljubimaca. Vrijednosti bodova su u ovom slučaju određene prema Uredbi o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu. U nekom drugom slučaju korisnik modela može samostalno vrednovati odabrane parametre.

Tablica 32. Broj preveznih putnika na brzobrodskim linijama u izvansezoni, niskoj sezoni i visokoj sezoni

Linija	Broj prevezanih putnika-izvansezona	Broj prevezanih putnika-niska sezona	Broj prevezanih putnika-visoka sezona
Pula – Unije – Susak – Mali Lošinj – Ilovik – Silba – Zadar	2.252	4.295	19.464
Mali Lošinj – Ilovik – Susak – Unije – Martinšćica – Cres – Rijeka	22.736	15.870	30.747
Novalja – Rab – Rijeka	34.023	15.081	20.331
Olib – Silba – Premuda/Krijal – Zadar	26.246	12.779	22.682
Ist – Molat – Zadar	20.312	8.474	14.021
Žirje – Kaprije – Šibenik	15.138	6.301	10.970
Vis – Hvar – Milna – Split	19.053	16.728	20.398
Jelsa – Bol – Split	31.854	17.442	23.771
Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split	72.748	32.136	36.371
Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik	18.057	14.993	26.225

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 26.09.2021.)

Nakon analize broja prevezanih putnika slijedi sparivanje maksimalnih težina, kao u Grafu 32., na način da je težina svakog brida suma jednog jako velikog broja (npr. umnožak svih prevezanih putnika i broja bodova svih brodova kada voze relaciju na kojoj dobivaju najviše bodova) i produkta broj bodova koje bi brod dobio da vozi određenu liniju i broja prevezanih putnika na toj liniji. Time se postiže da optimalno pridruživanje bude ono u kojem je dostupnost broda maksimalno u funkciji zadovoljenja potreba putnika. Rezultati za sve tri sezone predstavljeni su Tablicama 33., 34. i 35.

Tablica 33. Prikladnost brzih brodova brzobrodskim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog pridruživanja i optimalnog pridruživanja u razdoblju izvansezone

Linija	Broj prevezenih putnika	Inicijalno pridruživanje			Optimalno pridruživanje		
		Brod	Bodovi	Produkt	Brod	Bodovi	Produkt
Pula-Unije-Susak-Mali Lošinj-Ilovik-Silba-Zadar	2.252	BISOVO	19	42.788	SILBA	5	11.260
Mali Lošinj-Ilovik-Susak-Unije-Martinšćica-Cres-Rijeka	22.736	DUBRAVKA	12	272.832	DUBRAVKA	12	272.832
Novalja-Rab-Rijeka	34.023	ADRIANA	15	510.345	ADRIANA	15	510.345
Olib-Silba-Premuda/Krijal-Zadar	26.246	PRINC ZADRA	12	314.952	PRINC ZADRA	12	314.952
Ist-Molat-Zadar	20.312	SILBA	5	101.560	BISOVO	19	385.928
Žirje-Kaprije-Šibenik	15.138	MALI PRINC	32	484.416	MALI PRINC	32	484.416
Vis-Hvar-Milna-Split	19.053	KAROLINA	15	285.795	KAROLINA	15	285.795
Jelsa-Bol-Split	31.854	VIDA	32	1.019.328	JUDITA	12	382.248
Lastovo/Ubli-Vela Luka-Hvar-Split	72.748	JUDITA	12	872.976	VIDA	32	2.327.936
Lastovo/Ubli-Korčula-Polače-Sobra-Šipanska Luka-Dubrovnik	18.057	NONA ANA	12	216.684	NONA ANA	12	216.684

Izvor: Izradila doktorandica

Analizirajući Tablicu 33. razvidno je da se optimalan raspored brodova u odnosu na prikladnost brodova i broja prevezenih putnika razlikuje od trenutnog rasporeda. Produktom broja prevezenih putnika i bodova broda na određenoj brzobrodskoj liniji vrednuje se prikladnost brodova određenoj brzobrodskoj liniji s aspekta maksimalne dostupnosti brodova putniku. Kod inicijalnog pridruživanja suma vrijednosti produkata iznosi 4.121.676 dok kod optimalnog pridruživanja suma vrijednosti produkata iznosi 5.192.396.

Tablica 34. prikazuje optimalan raspored brzih putničkih brodova u odnosu na njihovu dostupnost u razdoblju niske sezone. Suma vrijednosti produkata pri inicijalnom pridruživanju iznosi 2.270.222 dok pri optimalnom pridruživanju iznosi 2.662.707.

Tablica 34. Prikladnost brzih brodova brzobrodskim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja u razdoblju niske sezone

Linija	Broj prevezenih putnika	Inicijalno pridruživanje			Optimalno pridruživanje		
		Brod	Bodovi	Produkt	Brod	Bodovi	Produkt
Pula-Unije-Susak-Mali Lošinj-Ilovik-Silba-Zadar	4.295	BISOVO	19	81.605	SILBA	5	21.475
Mali Lošinj-Ilovik-Susak-Unije-Martinšćica-Cres-Rijeka	15.870	DUBRAVKA	12	190.440	DUBRAVKA	12	190.440
Novalja-Rab-Rijeka	15.081	ADRIANA	15	226.215	KAROLINA	12	180.972
Olib-Silba-Premuda/Krijal-Zadar	12.779	PRINC ZADRA	12	153.348	PRINC ZADRA	12	153.348
Ist-Molat-Zadar	8.474	SILBA	5	42.370	JUDITA	15	127.110
Žirje-Kaprije-Šibenik	6.301	MALI PRINC	32	201.632	MALI PRINC	32	201.632
Vis-Hvar-Milna-Split	16.728	KAROLINA	15	250.920	BISOVO	19	317.832
Jelsa-Bol-Split	17.442	VIDA	32	558.144	ADRIANA	15	261.630
Lastovo/Ubli-Vela Luka-Hvar-Split	32.136	JUDITA	12	385.632	VIDA	32	1.028.352
Lastovo/Ubli-Korčula-Polače-Sobra-Šipanska Luka-Dubrovnik	14.993	NONA ANA	12	179.916	NONA ANA	12	179.916

Izvor: Izradila doktorandica

Tablica 35. prikazuje optimalan raspored brzih putničkih brodova u odnosu na njihovu dostupnost u razdoblju visoke sezone. Suma vrijednosti produkata pri inicijalnom pridruživanju iznosi 3.554.868 dok pri optimalnom pridruživanju iznosi 3.841.852.

Tablica 35. Prikladnost brzih brodova brzobrodskim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja u razdoblju visoke sezone

Linija	Broj prevezenih putnika	Inicijalno pridruživanje			Optimalno pridruživanje		
		Brod	Bodovi	Produkt	Brod	Bodovi	Produkt
Pula-Unije-Susak-Mali Lošinj-Ilovik-Silba-Zadar	19.464	BISOVO	19	369.816	DUBRAVKA	15	291.960
Mali Lošinj-Ilovik-Susak-Unije-Martinšćica-Cres-Rijeka	30.747	DUBRAVKA	12	368.964	ADRIANA	15	461.205
Novalja-Rab-Rijeka	20.331	ADRIANA	15	304.965	KAROLINA	12	243.972
Olib-Silba-Premuda/Krijal-Zadar	22.682	PRINC ZADRA	12	272.184	PRINC ZADRA	12	272.184
Ist-Molat-Zadar	14.021	SILBA	5	70.105	SILBA	5	70.105
Žirje-Kaprije-Šibenik	10.970	MALI PRINC	32	351.040	MALI PRINC	32	351.040
Vis-Hvar-Milna-Split	20.398	KAROLINA	15	305.970	BISOVO	19	387.562
Jelsa-Bol-Split	23.771	VIDA	32	760.672	JUDITA	12	285.252
Lastovo/Ubli-Vela Luka-Hvar-Split	36.371	JUDITA	12	436.452	VIDA	32	1.163.872
Lastovo/Ubli-Korčula-Polače-Sobra-Šipanska Luka-Dubrovnik	26.225	NONA ANA	12	314.700	NONA ANA	12	314.700

Izvor: Izradila doktorandica

Jednak pristup se provodi i za ostale brodova pri kreiranju optimalnog rasporeda brodova s aspekta dostupnosti brodova pa će se potvrda istog izvršiti kreiranjem optimalnog rasporeda trajekata u razdoblju izvansezona. Temeljem Uredbe o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu definirani su parametri i njihova vrijednost za ocjenu trajekata što je prezentirano u Tablici 36.

Tablica 36. Bodovanje trajekata prema uvjetima trajektnih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske

Linija	ŠOLTANKA	HRVAT	MARJAN	MLJET	BIKOVO	PELJEŠČANKA	HANIBAL LUCIĆ	VALUN
Drvenik Veli – Drvenik Mali – Trogir/Soline	0	2	2	2	2	0	0	2
Supetar – Split	0	2	2	0	0	0	0	0
Ploče – Trpanj	0	2	2	2	2	0	0	2
Rogač – Split	0	2	2	2	2	0	0	2
Sumartin – Makarska	0	2	2	2	2	0	0	2
Suđurađ – Lopud – Dubrovnik	0	2	2	2	2	0	0	2
Sobra – Prapratno	0	2	2	2	2	0	0	2
Dodatni bodovi	0	39	39	38	39	0	7	9

Izvor: Izradila doktorandica prema Uredbi o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu, Narodne novine 31/14

Slijedi Tablica 37. u kojoj je prikazan broj prevezenih putnika na određenim trajektnim linijama u razdoblju izvansezona. Na ovaj način se vrši analiza broja prevezenih putnika što se nakon toga dovodi u odnos s prikladnošću brodova određenoj trajektnoj liniji.

Tablica 37. Broj prevezanih putnika na trajektnim linijama u izvansezoni

Linija	Broj prevezenih putnika-izvansezona
Drvenik Veli – Drvenik Mali – Trogir/Soline	38.624
Supetar – Split	828.850
Ploče – Trpanj	119.319
Rogač – Split	151.253
Sumartin – Makarska	36.009
Suđurađ – Lopud – Dubrovnik	7.403
Sobra – Prapratno	55.079

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencija za obalni linijski pomorski promet, www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 01.08.2021.)

U ovom slučaju se sparivanje maksimalnih težina, kao u Grafu 34., vrši na način da je težina svakog brida suma jednog jako velikog broja (npr. umnožak svih prevezenih putnika i broja bodova svih brodova kada voze na relaciji na kojoj dobivaju najviše bodova) i produkta broj bodova koje bi brod dobio da vozi određenu liniju i broja prevezenih putnika na toj liniji. Specifičnost je kod trajektne linije Supetar-Split s obzirom da se linija održava s dva trajekta pa se dobiveni produkt dijeli brojem dva.

Optimalno pridruživanje u kojem je dostupnost trajekta maksimalno u funkciji zadovoljenja potreba putnika u razdoblju izvansezona je prikazano u Tablici 38.

Tablica 38. Prikladnost trajekata trajektnim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog pridruživanja i optimalnog pridruživanja u razdoblju izvansezona

Linija	Broj prevezenih putnika	Inicijalno pridruživanje			Optimalno pridruživanje		
		Brod	Bodovi	Produkt	Brod	Bodovi	Produkt
Drvenik Veli-Drvenik Mali-Trogir/Soline	38.624	ŠOLTANKA	0	0	ŠOLTANKA	0	0
Supetar-Split	828.850	HRVAT	41	16.991.425	HRVAT	41	16.991.425
		MARJAN	41	16.991.425	MARJAN	41	16.991.425
Ploče-Trpanj	119.319	MLJET	40	4.772.760	MLJET	40	4.772.760
Rogač-Split	151.253	BIOKOVO	41	6.201.373	BIOKOVO	41	6.201.373
Sumartin-Makarska	36.009	PELJEŠČANKA	0	0	HANIBAL LUCIĆ	7	252.063
Sudurađ-Lopud-Dubrovnik	7.403	HANIBAL LUCIĆ	7	51.821	PELJEŠČANKA	0	0
Sobra-Prapratno	55.079	VALUN	11	605.869	VALUN	11	605.869

Izvor: Izradila doktorandica

Analizirajući Tablicu 38. očito je da se optimalan raspored brodova u odnosu na prikladnost brodova i broja prevezenih putnika razlikuje od trenutnog rasporeda. Produktom broja prevezenih putnika i bodova broda na određenoj trajektnoj liniji vrednuje se prikladnost brodova određenoj trajektnoj liniji s aspekta maksimalne dostupnosti trajekata putniku. Pri inicijalnom pridruživanju suma vrijednosti produkata iznosi 45.614.673 dok pri optimalnom pridruživanju suma vrijednosti produkata iznosi 45.814.915 što znači da je optimalno pridruživanje trajekata trajektnim linijama prihvatljivije s aspekta dostupnosti brodova u odnosu na putnika.

6.3.3. Kompromisni pristup optimalnom rasporedu brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa

Nadogradnja optimalnom rasporedu brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s posljedicom reducirane potrošnje pogonske energije i s aspekta maksimalne dostupnosti brodova je kompromisni pristup.

Kompromisnim pristupom se postiže ravnoteža između optimizacije s aspekta potrošnje pogonske energije i optimizacije s aspekta dostupnosti brodova odnosno u najvećoj mogućoj mjeri se ostvaruju oba pristupa optimizaciji.

Postupa se prema već istaknutoj mjeri kvalitete funkcije f , koja sparuje brodske linije i brodove, a dana je formulom (2) gdje je b_{ij} broj bodova prikladnosti broda i pri održavanju brodske linije j pomnožen s brojem prevezenih putnika na brodskoj liniji j , g_{ij} označava potrošnju pogonske energije broda i pri održavanju brodske linije j , B označava sumu b_{ij} kod svih brodskih linija kojima je brod i inicijalno pridružen, a analogno tome G označava sumu g_{ij} kod svih brodskih linija kojima je brod i inicijalno pridružen.

Primjer kreiranja optimalnog rasporeda brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj kompromisnim pristupom daje se kroz daljnju obradu prethodno optimalno raspoređenih brzih brodova na brzobrodске linije u razdoblju izvansezona s aspekta potrošnje pogonske energije i dostupnosti brodova. Prvi korak je normiranje potrošnje pogonske energije i dostupnosti broda za inicijalno pridruživanje na 1.

Tablica 39. sadrži sve vrijednosti g_{ij} po promatranim brzobrodskim linijama.

Tablica 39. Vrijednosti g_{ij} po promatranim brzobrodskim linijama

Linija	Pula- Unije- Susak- Mali Lošinj- Ilovik- Silba- Zadar	Mali Lošinj- Ilovik- Susak- Unije- Martinšćica- Cres-Rijeka	Novalja- Rab- Rijeka	Olib- Silba- Premuda/ Krijal- Zadar	Ist- Molat- Zadar	Žirje- Kaprije- Šibenik	Vis- Hvar- Milna- Split	Jelsa- Bol- Split	Lastovo/ Ubli- Vela Luka- Hvar- Split	Lastovo/Ubl i-Korčula- Polače- Sobra- Šipanska Luka- Dubrovnik
Brod										
BIŠOVO	5298,00	25872,00	23646,00	18480,00	12240,00	11232,00	12432,00	12600,00	25242,00	9156,00
DUBRAVKA	4891,82	23888,48	21833,14	17063,20	11301,60	10370,88	11478,88	11634,00	23306,78	8454,04
ADRIANA	5386,30	26303,20	24040,10	18788,00	12444,00	11419,20	12639,20	12810,00	25662,70	9308,60
PRINC ZADRA	4768,20	23284,80	21281,40	16632,00	11016,00	10108,80	11188,80	11340,00	22717,80	8240,40
SILBA	4821,18	23543,52	21517,86	16816,80	11138,40	10221,12	11313,12	11466,00	22970,22	8331,96
MALI PRINC	2472,40	12073,60	11034,80	8624,00	5712,00	5241,60	5801,60	5880,00	11779,60	4272,80
KAROLINA	5439,28	26561,92	24276,56	18972,80	12566,40	11531,52	12763,52	12936,00	25915,12	9400,16
VIDA	5174,38	25268,32	23094,26	18048,80	11954,40	10969,92	12141,92	12306,00	24653,02	8942,36
JUDITA	5050,76	24664,64	22542,52	17617,60	11668,80	10707,84	11851,84	12012,00	24064,04	8728,72
NONA ANA	3355,40	16385,60	14975,80	11704,00	7752,00	7113,60	7873,60	7980,00	15986,60	5798,80

Izvor: Izradila doktorandica

G , koji označava sumu g_{ij} kod svih brodskih linija, kojima je brod i inicijalno pridružen u ovom slučaju, iznosi 141.170,94.

Donja Tablica 40. sadrži sve vrijednosti b_{ij} po promatranim brzobrodskim linijama.

Tablica 40. Vrijednosti b_{ij} po promatranim brzobrodskim linijama

Linija	Pula- Unije- Susak- Mali Lošinj- Ilovik- Silba- Zadar	Mali Lošinj- Ilovik- Susak- Unije- Martinšćica- Cres-Rijeka	Novalj a-Rab- Rijeka	Olib- Silba- Premuda/ Krijal- Zadar	Ist- Molat- Zadar	Žirje- Kaprije- Šibenik	Vis- Hvar- Milna- Split	Jelsa- Bol-Split	Lastovo/ Ubli-Vela Luka-Hvar- Split	Lastovo/ Ubli- Korcula- Polače- Sobra- Šipanska Luka- Dubrovnik
Brod										
BIŠOVO	42788	272832	408276	314952	385928	333036	362007	382248	872976	397254
DUBRAVKA	33780	272832	408276	314952	304680	333036	285795	382248	872976	397254
ADRIANA	42788	341040	510345	393690	385928	333036	362007	477810	1091220	397254
PRINC ZADRA	33780	272832	408276	314952	304680	333036	285795	382248	872976	397254
SILBA	11260	45472	68046	52492	101560	181656	95265	63708	145496	216684
MALI PRINC	49544	500192	748506	577412	446864	484416	419166	700788	1600456	397254
KAROLINA	33780	272832	408276	314952	304680	333036	285795	382248	872976	397254
VIDA	78820	727552	108873 6	839872	710920	635796	666855	1019328	2327936	758394
JUDITA	33780	272832	408276	314952	304680	333036	285795	382248	872976	397254
NONA ANA	27024	272832	408276	314952	243744	333036	228636	382248	872976	216684

Izvor: Izradila doktorandica

B koji označava sumu b_{ij} kod svih brodskih linija kojima je brod i inicijalno pridruženi u ovom slučaju iznosi 4.121.676.

S obzirom na jednaku važnost oba kriterija u realizaciji određene brodske linije, dobivene vrijednosti ravnomjerno se utežuju s faktorom 0.5. Potrošnja pogonske energije označava se s negativnim predznakom, jer je jedan od osnovnih ciljeva reducirana potrošnja pogonske energije. Tablica 41. predstavlja izračunate vrijednosti po formuli (2) za promatrane brze brodove i brzobrodске linije.

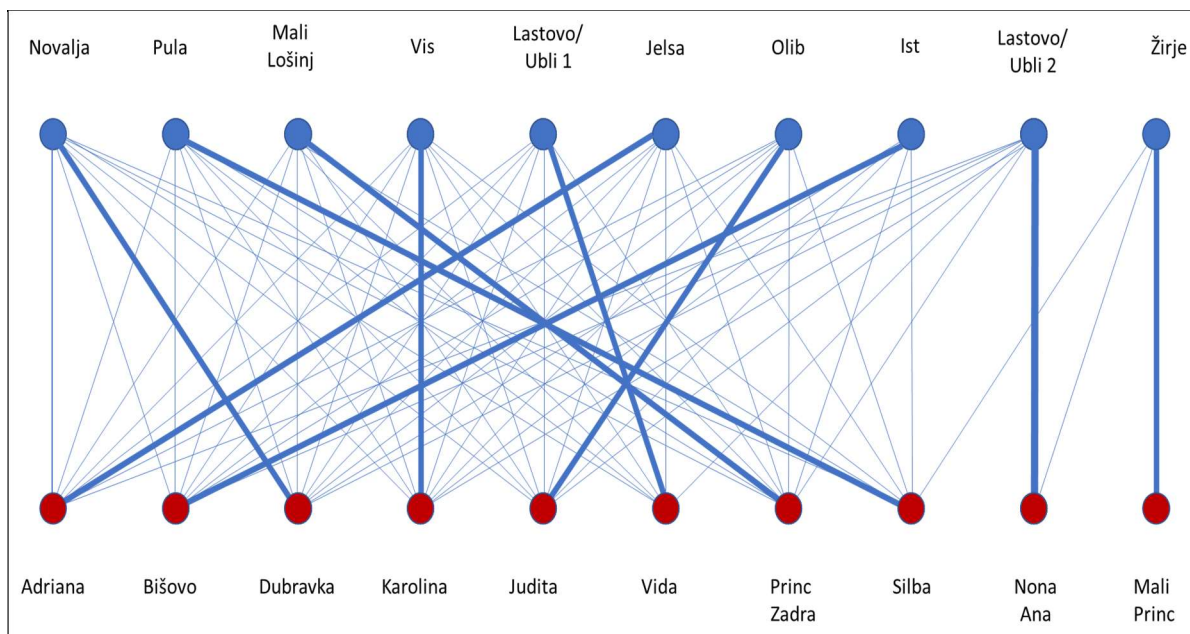
Tablica 41. Vrijednosti $\frac{1}{2} \frac{b_{ij}}{B} - \frac{1}{2} \cdot \frac{g_{ij}}{G}$ po promatranim brzobrodskim linijama

Linija	Pula- Unije- Susak- Mali Losinj- Ilovik- Silba- Zadar	Mali Losinj- Ilovik- Susak- Unije- Martinšćic a-Cres- Rijeka	Novalja- Rab- Rijeka	Olib- Silba- Premud a/Krijal- Zadar	Ist- Molat- Zadar	Žirje- Kaprije- Šibenik	Vis- Hvar- Milna- Split	Jelsa- Bol- Split	Lastovo/ Ubli- Vela Luka- Hvar- Split	Lastovo/ Ubli- Korcula- Polače- Sobra- Šipanska Luka- Dubrovnik
Brod										
BIŠOVO	-0,0271	-0,1171	-0,0684	-0,0545	0,0069	0,0012	-0,0002	0,0035	0,0330	0,0315
DUBRAVKA	-0,0265	-0,1030	-0,0556	-0,0445	-0,0061	0,0073	-0,0120	0,0103	0,0467	0,0365
ADRIANA	-0,0278	-0,1036	-0,0465	-0,0376	0,0055	-0,0001	-0,0017	0,0252	0,0830	0,0304
PRINC ZADRA	-0,0256	-0,0987	-0,0517	-0,0414	-0,0041	0,0092	-0,0099	0,0124	0,0509	0,0380
SILBA	-0,0314	-0,1557	-0,1359	-0,1064	-0,0543	-0,0283	-0,0570	-0,0658	-0,1274	-0,0064
MALI PRINC	-0,0055	0,0358	0,1034	0,0790	0,0680	0,0804	0,0606	0,1284	0,3049	0,0661
KAROLINA	-0,0303	-0,1220	-0,0729	-0,0580	-0,0151	-0,0009	-0,0211	0,0011	0,0282	0,0298

VIDA	-0,0175	-0,0025	0,1006	0,0759	0,0878	0,0766	0,0758	0,1601	0,3902	0,1207
JUDITA	-0,0276	-0,1085	-0,0606	-0,0484	-0,0087	0,0050	-0,0146	0,0077	0,0413	0,0346
NONA ANA	-0,0172	-0,0499	-0,0070	-0,0065	0,0042	0,0304	-0,0003	0,0362	0,0986	0,0115

Izvor: Izradila doktorandica

Slijedi sparivanje maksimalnih težina gdje se vrijednostima iz Tablice 41. dodaje M (produkt broja brodova i broja brodskih linija, $M = i \cdot j$) kao osiguranje da sparivanje maksimalne težine bude ujedno i savršeno sparivanje. M u ovom slučaju iznosi 100. Brid koji povezuje brod i s linijom j utežujemo s formulom (3) čime oblikujemo optimalan raspored brzih brodova na promatranim brzobrodskim linijama. Primjer bipartitnog grafa oblikovanog kompromisnim pristupom je dan Grafom 36. gdje se prikazuje optimalno sparivanje kompromisnim pristupom brzih brodova i brzobrodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona. U Grafu 36. „gornja“ klasa predstavlja brzobrodске linije koje su označene samo nazivom polazne luke s tim da naziv linije Lastovo /Ubli 1 obilježava brzobrodsku liniju Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split, a Lastovo/Ubli 2 obilježava brzobrodsku liniju Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik. „Donja“ klasa predstavlja brze brodove. Izraženijim podebljanim linijama optimalno su povezani brodovi s brzobrodskim linijama, a isto je dobiveno kompromisnim pristupom, odnosno uzeti su u obzir i potrošnja pogonske energije i dostupnost brodova.



Graf 36. Optimalno sparivanje kompromisnim pristupom brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona

Izvor: Izradila doktorandica

Opisanim načinom se oblikuje optimalno pridruživanje brzih putničkih brodova i brzobrodskih linija kompromisnim pristupom. Kompromisni pristup, jednako kao optimalan raspored brodova s posljedicom manje potrošnje pogonske energije i optimalan raspored brodova s aspekta dostupnosti brodova, može se prakticirati u tri različite statičke slike izvansezona, niske sezone i visoke sezone.

Optimalno pridruživanje brzih putničkih brodova i promatranih brzobrodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj kompromisnim pristupom prikazano je u Tablici 42.

Tablica 42. Trenutni raspored i optimalno pridruživanje brzih putničkih brodova i brzobrodskih linija kompromisnim pristupom u izvansezoni, niskoj i visokoj sezoni

Linija	Trenutni raspored	Optimalno pridruživanje- Izvansezona	Optimalno pridruživanje- Niska sezona	Optimalno pridruživanje- Visoka sezona
Pula – Unije – Susak – Mali Lošinj – Ilovik – Silba – Zadar	BIŠOVO	SILBA	SILBA	PRINC ZADRA
Mali Lošinj – Ilovik – Susak – Unije – Martinšćica – Cres – Rijeka	DUBRAVKA	PRINC ZADRA	PRINC ZADRA	ADRIANA
Novalja – Rab – Rijeka	ADRIANA	DUBRAVKA	DUBRAVKA	DUBRAVKA
Olib – Silba – Premuda/Krijal – Zadar	PRINC ZADRA	JUDITA	JUDITA	JUDITA
Ist – Molat – Zadar	SILBA	BIŠOVO	KAROLINA	SILBA
Žirje – Kaprije – Šibenik	MALI PRINC	MALI PRINC	MALI PRINC	MALI PRINC
Vis – Hvar – Milna – Split	KAROLINA	KAROLINA	BISOVO	BISOVO
Jelsa – Bol – Split	VIDA	ADRIANA	ADRIANA	KAROLINA
Lastovo/Ubli – Vela Luka – Hvar – Split	JUDITA	VIDA	VIDA	VIDA
Lastovo/Ubli – Korčula – Polače – Sobra – Šipanska Luka – Dubrovnik	NONA ANA	NONA ANA	NONA ANA	NONA ANA

Izvor: Izradila doktorandica

Analizom Tablice 42. zaključuje se da optimalan raspored brodova oblikovan kompromisnim pristupom može varirati u različitim periodima godine, a u nekim slučajevima optimalno rješenje je da određenu brzobrodsku liniju održava isti brod tijekom cijele godine.

Kompromisni pristup daje ravnotežu između optimalnog rasporeda brodova s aspekta potrošnje pogonske energije i optimalnog rasporeda brodova s aspekta njihove dostupnosti za sve vrste linija i brodova.

Kao i u prethodnim obradama, potvrda kompromisnog pristupa se vrši prikazom na trajektima i trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj u razdoblju izvansezone. Započinje se normiranjem potrošnje pogonske energije i dostupnosti broda za inicijalno pridruživanje na 1, a potom se ravnomjerno utežuju s faktorom 0.5, kao i kod brzih putničkih brodova i brzobrodskih linija.

Tablica 43. sadrži sve vrijednosti g_{ij} po promatranim trajektnim linijama. G iznosi 96.322,300, a označava sumu g_{ij} kod svih trajektnih linija, kojima je brod i inicijalno pridružen.

Tablica 43. Vrijednosti g_{ij} po promatranim trajektnim linijama

Linija	Drvenik Veli-Drvenik Mali- Trogir/Soline	Supetar- Split	Ploče- Trpanj	Rogač- Split	Sumartin- Makarska	Sudurađ- Lopud- Dubrovnik	Sobra- Prapratno
Brod							
ŠOLTANKA	5507,460	8533,320	6395,760	7027,440	4145,400	1658,160	4263,840
HRVAT	12928,860	20032,120	15014,160	16497,040	9731,400	3892,560	10009,440
MARJAN	14061,600	21787,200	16329,600	17942,400	10584,000	4233,600	10886,400
MLJET	10233,720	15856,240	11884,320	13058,080	7702,800	3081,120	7922,880
BIOKOVO	14647,500	22695,000	17010,000	18690,000	11025,000	4410,000	11340,000
PELJEŠČANKA	4921,560	7625,520	5715,360	6279,840	3704,400	1481,760	3810,240
HANIBAL LUCIĆ	15467,760	23965,920	17962,560	19736,640	11642,400	4656,960	11975,040
VALUN	18787,860	29110,120	21818,160	23973,040	14141,400	5656,560	14545,440

Izvor: Izradila doktorandica

Sve vrijednosti b_{ij} po promatranim trajektnim linijama sadrži Tablica 44. iz čega se izračunava B , koji u ovom slučaju iznosi 45.614.673. B označava sumu b_{ij} kod svih brodskih linija kojima je brod i inicijalno pridružen.

Tablica 44. Vrijednosti b_{ij} po promatranim trajektnim linijama

Linija	Drvenik Veli- Drvenik Mali- Trogir/Soline	Supetar- Split	Ploče- Trpanj	Rogač- Split	Sumartin- Makarska	Suđurađ- Lopud- Dubrovnik	Sobra- Prapatno
Brod							
ŠOLTANKA	0	0	0	0	0	0	0
HRVAT	1583584	16991425	4892079	6201373	1476369	303523	2258239
MARJAN	1583584	16991425	4892079	6201373	1476369	303523	2258239
MLJET	1544960	15748150	4772760	6050120	1440360	296120	2203160
BIOKOVO	1583584	16162575	4892079	6201373	1476369	303523	2258239
PELJEŠČANKA	0	0	0	0	0	0	0
HANIBAL LUCIĆ	270368	2900975	835233	1058771	252063	51821	385553
VALUN	424864	3729825	1312509	1663783	396099	81433	605869

Izvor: Izradila doktorandica

Nakon prethodnih izračuna, sve dobivene vrijednosti se ravnomjerno utežuju s faktorom 0.5 s obzirom na važnost oba faktora čijom se tek ravnotežom postiže optimalan raspored brodova na određenim trajektnim linijama unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske. Potrošnja pogonske energije označava se s negativnim predznakom, jer je jedan od osnovnih ciljeva reducirana potrošnja pogonske energije.

Tablica 45. sadrži izračunate vrijednosti po formuli (2) za promatrane trajekte i trajektne linije koje se u slijedećoj fazi utežuju brojem M prema formuli (3). U ovom slučaju M , kao produkt broja brodova i broja brodskih linija ($M = i \cdot j$), iznosi 56.

Tablica 45. Vrijednosti $\frac{1}{2} \frac{b_{ij}}{B} - \frac{1}{2} \cdot \frac{g_{ij}}{G}$ po promatranim trajektnim linijama

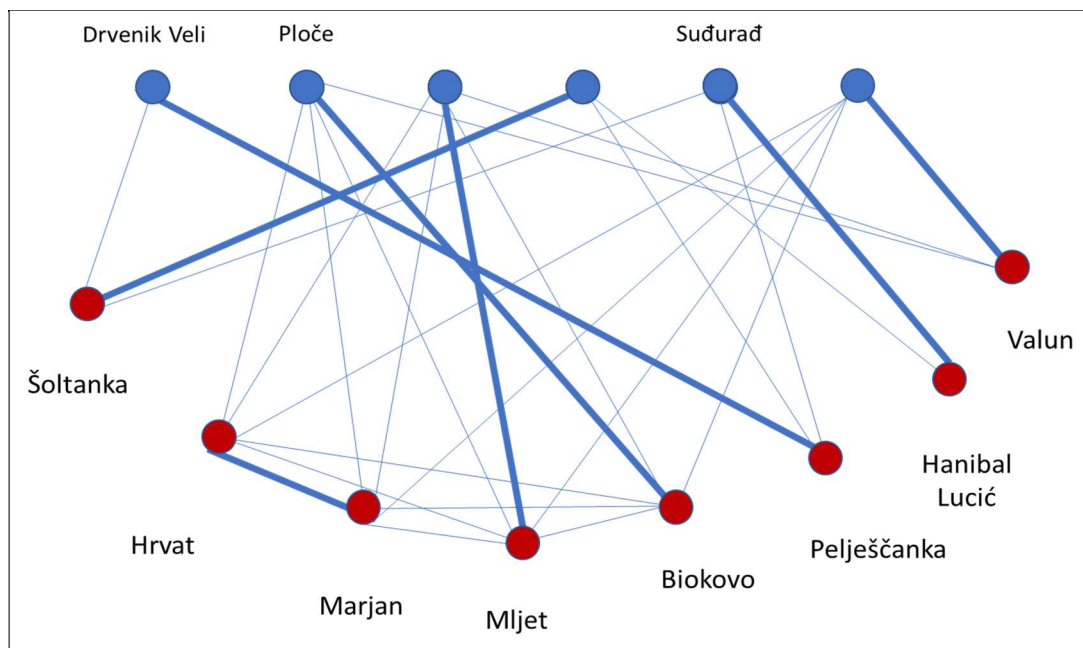
Linija	Drvenik Veli-Drvenik Mali- Trogir/Soline	Supetar- Split	Ploče- Trpanj	Rogač- Split	Sumartin- Makarska	Sudurad- Lopud- Dubrovnik	Sobra- Prapatno
Brod							
ŠOLTANKA	-0,0572	-0,0886	-0,0664	-0,0730	-0,0430	-0,0172	-0,0443
HRVAT	-0,0995	0,1645	-0,0486	-0,0353	-0,0687	-0,0338	-0,0544
MARJAN	-0,1113	0,1463	-0,0623	-0,0503	-0,0775	-0,0373	-0,0635
MLJET	-0,0724	0,1806	-0,0187	-0,0029	-0,0484	-0,0255	-0,0340
BIOKOVO	-0,1174	0,1187	-0,0693	-0,0581	-0,0821	-0,0391	-0,0682
PELJEŠČANKA	-0,0511	-0,0792	-0,0593	-0,0652	-0,0385	-0,0154	-0,0396
HANIBAL LUCIĆ	-0,1547	-0,1852	-0,1682	-0,1817	-0,1153	-0,0472	-0,1159
VALUN	-0,1857	-0,2204	-0,1977	-0,2124	-0,1381	-0,0569	-0,1377

Izvor: Izradila doktorandica

Znači, slijedi sparivanje maksimalnih težina gdje se svakom bridu dodaje jedan veliki broj M kao osiguranje da sparivanje maksimalne težine bude ujedno i savršeno sparivanje. Brid koji

povezuje brod i s linijom j utežuje se na jednak način kao kod brzih putničkih brodova i brzobrodskih linija formulom (3).

Grafom 37. prikazuje se optimalno sparivanje kompromisnim pristupom trajekata i trajektnih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona. U Grafu 37. „gornja“ klasa predstavlja trajektno linije koje su označene samo nazivom polazne luke dok „donja“ klasa predstavlja trajekte. Izraženijim podebljanim linijama optimalno su povezani brodovi s brzobrodskim linijama, a isto je dobiveno kompromisnim pristupom, odnosno uzeti su u obzir i potrošnja pogonske energije i dostupnost brodova.



Graf 37. Optimalno sparivanje kompromisnim pristupom trajekata s odgovarajućim trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona

Izvor: Izradila doktorandica

Trenutno stanje i optimalno pridruživanje trajekata i trajektnih linija kompromisnim pristupom, čime se objedinjuje optimalan raspored brodova s posljedicom uštede pogonske energije i maksimalnom dostupnošću trajekata u razdoblju izvansezona, predstavlja Tablica 46.

Tablica 46. Trenutni raspored i optimalno pridruživanje trajekata i trajektnih linija kompromisnim pristupom u izvansezoni

Linija	Trenutni raspored	Izvansezona
Drvenik Veli-Drvenik Mali-Trogir/Soline	ŠOLTANKA	PELJEŠČANKA
Supetar-Split	HRVAT	HRVAT
	MARJAN	MARJAN
Ploče-Trpanj	MLJET	BIOKOVO
Rogač-Split	BIOKOVO	MLJET
Sumartin-Makarska	PELJEŠČANKA	ŠOLTANKA
Suđurađ-Lopud-Dubrovnik	HANIBAL LUCIĆ	HANIBAL LUCIĆ
Sobra-Prapratno	VALUN	VALUN

Izvor: Izradila doktorandica

Rezultatima iz Tablice 46. potvrđuje se kompromisni pristup predložen na brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u Republici Hrvatskoj.

Tablicom 47. egzaktno se potvrđuje cjelokupni model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, odnosno kompromisni pristup optimalnom rasporedu brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Potvrda se vrši na primjeru brzobrodskih linija i brzih brodova sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona.

Tablica 47. Potvrda rezultata optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija kompromisnim pristupom u izvansezoni

Linija	Udaljenost (u nm)	Inicijalno pridruživanje			Optimalno pridruživanje		
		Brod	Tjedna potrošnja goriva (u l)	Produkt putnika i broja bodova	Brod	Tjedna potrošnja goriva (u l)	Produkt putnika i broja bodova
Pula-Unije-Susak-Mali Lošinj-Ilovik-Silba-Zadar	88,3	BIŠOVO	5.298	42.788	SILBA	4.821,18	11.260
Mali Lošinj-Ilovik-Susak-Unije-Martinšćica-Cres-Rijeka	61,6	DUBRAVKA	23.888,48	272.832	PRINC ZADRA	23.284,80	272.832
Novalja-Rab-Rijeka	56,3	ADRIANA	24.040,1	510.345	DUBRAVKA	21.833,14	408.276
Olib-Silba-Premuda/Krijal-Zadar	44	PRINC ZADRA	16.632	314.952	JUDITA	17.617,60	314.952
Ist-Molat-Zadar	25,5	SILBA	11.138,4	101.560	BIŠOVO	12.240	385.928
Žirje-Kaprije-Šibenik	15,6	MALI PRINC	5.241,6	484.416	MALI PRINC	5.241,60	484.416
Vis-Hvar-Milna-Split	29,6	KAROLINA	12.763,52	285.795	KAROLINA	12.763,52	285.795
Jelsa-Bol-Split	30	VIDA	12.306	1.019.328	ADRIANA	12.810	477.810
Lastovo/Ubl i-Vela Luka-Hvar-Split	60,1	JUDITA	24.064,04	872.976	VIDA	24.653,02	2327.936

Lastovo/Ubl i-Korčula- Polače- Sobra- Šipanska Luka- Dubrovnik	21,8	NONA ANA	5.798,8	216.684	NONA ANA	5.798,8	216.684
UKUPNO			141.170,94	4.121.676		141.063,66	5.185.889

Izvor: Izradila doktorandica prema podacima Agencije za obalni linijski pomorski promet,
www.agencija-zolpp.hr (pristupljeno 18.10.2021.)

Analizom Tablice 47. zaključuje se da tjedna potrošnja pogonskog goriva na predmetnim brzobrodskim linijama u razdoblju izvansezona prema trenutnom rasporedu brzih brodova iznosi 141.170,94 l dok prema optimalnom rasporedu brzih brodova za isto razdoblje iznosi 141.063,66 l što je smanjenje potrošnje pogonske energija za 107,28 l. S druge strane, produkt broja putnika na promatranim brzobrodskim linijama u razdoblju izvansezona i broj bodova ,koji pripadaju brzim brodovima po promatranim brzobrodskim linijama, izražava dostupnost resursa. Navedeni produkt za trenutni raspored brzih brodova u razdoblju izvansezona unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske iznosi 4.121.676 dok isti za optimalni raspored brzih brodova iznosi 5.185.889 što je veća vrijednost u odnosu na trenutni raspored za 1.064.213. Ovako znatna razlika u iznosima sume produkata broja prevezenih putnika i broja bodova, koji pripadaju brzim brodovima po određenim brzobrodskim linijama, ukazuje na učinkovitost optimalnog rasporeda brzih brodova s aspekta dostupnosti brodova i veći stupanj zadovoljenja potreba krajnjeg korisnika usluge. Krajnji rezultati su dobiveni kompromisnim pristupom, koji objedinjuje i uravnotežuje oba čimbenika, potrošnju pogonske energije i dostupnost brodova, te se zaključuje da je optimalan raspored brodova učinkovitiji od trenutnog rasporeda brodova. Ovim se potvrđuje uspješnost modela optimizacije obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. S obzirom na prilagodljivost modela, parametre za bodovanje brodova kao i omjer odnosa potrošnje pogonske energije i dostupnosti brodova korisnik modela određuje samostalno.

7. PRIJEDLOG AKTIVNOSTI ZA IMPLEMENTACIJU PREDLOŽENOG MODELA OPTIMIZACIJE SUSTAVA OBALNOG LINIJSKOG POMORSKOPUTNIČKOG PROMETA

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa ovisi o kretanjima u gospodarstvu i cjelokupnom prometnom sustavu osiguravajući prometnu povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno što utječe na standard i kvalitetu života otočnog stanovništva te održivi razvoj otočnog prostora. Ciljevi razvoja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa su sljedeći [157]:

- povećanje kvalitete prometne usluge,
- ostvarenje prijevoza veće energetske učinkovitosti,
- smanjenje negativnog utjecaja pomorskog prometa na okoliš,
- smanjenje ukupnih troškova prijevoza po putniku,
- unapređenje međuotočnog povezivanja.

Za ostvarenje postavljenih ciljeva potrebno je poduzeti niz mjera koje moraju biti dio prometne i pomorske politike.

Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa dio je javnog prijevoza, a za pravilno obavljanje pomorskog javnog prometa nužno je osigurati sigurnost, redovitost, pouzdanost i udobnost te koordinaciju s integriranim prometnim sustavom na kopnu što bi trebalo ugraditi u pomorsku i prometnu strategiju razvoja svake pomorske države. Modalni udio pomorskog prometa još uvijek je vrlo nizak u odnosu na cestovni promet na što se može utjecati povećanjem intermodalnosti i pristupačnosti pomorskog prijevoza uz razvoj luka kao intermodalnih čvorišta [184]. Na taj način ide se prema rasterećenju preopterećenih oblika prometa, kao što je cestovni promet. Kako bi sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa konkurirao cestovnom prometu, koji pruža visoku razinu usluge, mora biti pouzdan, brz i financijski isplativ. Zadovoljavanjem ova tri elementa sustav osigurava svoju dugoročnu održivost.

Održivost i održivi razvitak su imperativ svih djelatnosti, posebice prometnog sektora pa tako i sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Stoga, potrebno je razviti plan usklađenja cjelokupnog javnog prometnog sustava te unaprijediti i razviti odgovarajući operativni plan za optimiziranje uporabe brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Također, neophodno je ulaganje u infrastrukturu i modernizaciju postojeće flote, otpis neadekvatnih resursa i osiguranje nabavke novih resursa, te provedba inovacija u tehnologiji prijevoza u skladu s aktualnim tehnološkim standardima. Da bi sustav bio brz, efikasan i ekonomičan, nužno je na temelju detaljne analize, povezati brodove i brodske linije na adekvatan način vodeći računa o povećanoj razini mobilnosti otočnog stanovništva i kvaliteti usluge.

Povećana mobilnost otočnog stanovništva postiže se uvođenjem novih brodskih linija s naglaskom na one koje inicira otočno stanovništvo, ali uz razmjerno prihvatljive troškove brodskih linija kako se sustav ne bi neracionalno opteretio. Pozitivan utjecaj na mobilnost otočnog stanovništva ima i međuotočno povezivanje, pogotovo većih otoka. Da bi se realiziralo uvođenje novih linija na financijski prihvatljiv način, rješenje se nazire u servisiranju takvih linija odgovarajućim brodovima manjeg kapaciteta, a koji ujedno zahtijevaju niže troškove potrošnje pogonske energije i troškove održavanja [157]. Zaključuje se da je i u ovom slučaju presudna optimizacija postojećeg sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Organizacija, efikasnost i aktivnost sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa od izuzetne su važnosti za funkcioniranje svake pomorske države. Potrebna je stalna prilagodba i nadogradnja sustava u cilju povećanog stupnja dostupnosti otočnog prostora. Efikasnost sustava posebno se odražava u razdoblju sezone kada je prisutan najveći broj korisnika. U sezoni se ujedno odražava i prometna preopterećenost lokalnih i državnih cesta kada mogućnost primjene sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa dolazi do izražaja [184]. Međutim, cilj sustava nije samo povezati dvije obale te rasteretiti cestovni promet već pružiti i kvalitetnu uslugu korisnicima. Stoga postoji izrazita potreba za kvalitetnim iskorištavanjem dostupnosti brodova kojima se sustav održava.

Iskoristivost brodova i njihovih kapaciteta treba biti racionalna i u najvećoj mogućoj mjeri prilagođena potrebama otočnog stanovništva i ostalih korisnika sukladno sezonskim kretanjima. Presudno je prijevozni kapacitet i ciljanu brzinu broda prilagoditi prometnoj potražnji [157]. Neadekvatno povezivanje brodova i brodskih linija uzrokuje neracionalne troškove pa tako brodovi veće pogonske snage uzrokuju veće troškove potrošnje pogonske

energije, održavanja i amortizacije. Stoga su takvi brodovi neprihvatljivi na kraćim brodskim linijama gdje ne mogu iskoristiti svoju brzinu i mogućnosti, a ne pružaju primjetno bolju uslugu ili ostvaruju druge uštede [157]. Iskorištenost brodskih linija uz adekvatno sparivanje brodova i brodskih linija moguće je uskladiti pri javnom natječaju za nabavu javne usluge u okviru sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Prilagođenost brodova određenoj brodskoj liniji u najvećoj mogućoj mjeri rezultira rastom razine usluga uz niže ukupne troškove pružanje usluga te povećanu razinu očuvanja okoliša [157].

S obzirom da su ekološki kriteriji nisu trendovski fenomen već dio društvene stvarnosti, strateško usmjerenje razvoja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa mora dati rješenja za smanjenje negativnog utjecaja sustava na okoliš. Postizanje zahtijevane nulte emisije štetnih plinova u atmosferu uzrokovanih pomorskim prometom podrazumijeva značajna financijska ulaganja i duži vremenski rok realizacije istog. Nulta emisija štetnih plinova u atmosferu uzrokovanih odvijanjem obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa može se postići uključivanjem novih brodova u sustav. Osim navedenog, izgradnjom novih brodova, prilagođenih određenim brodskim linijama, postižu se postavljeni ciljevi razvoja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa te se omogućuje i značajnija razina sigurnosti i pouzdanosti u pružanju usluge pogotovo pri nepovoljnijim vremenskim prilikama. Brodovi, koji koriste alternativna goriva kako bi se smanjila štetna emisija plinova, su u pravilu skuplji od brodova koji koriste konvencionalna goriva pa ne postoji izražen interes brodarara za ulaganjem u takve brodove [157]. Stoga je navedeno nemoguće ostvariti bez potpore države. Potpora države može biti financijska. Također, država može iskazati prednost brodovima, koji koriste alternativna pogonska goriva s manjom emisijom štetnih plinova u atmosferu, kroz natječaje za održavanje državnih brodskih linija. Smanjenje negativnog utjecaja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa na okoliš može se postići i optimalnim korištenjem postojećih resursa unutar sustava.

Predloženim modelom optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog optimizira se sustav, sparuju se brodovi i brodske linije na najbolji mogući način što implicira veću razinu iskoristivosti sustava uz stvaranje preduvjeta za dugoročnu održivost te ostvarenje postavljenih ciljeva razvoja sustava.

Provedenim istraživanjem su potvrđene postavljene hipoteze na početku istraživanja što znači sljedeće:

- *predloženim modelom optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa omogućuje se dugoročna održivost sustava sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta,*
- *optimalan raspored brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uzrokuje manju potrošnju pogonske energije,*
- *optimalan raspored brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uzrokuje smanjenu emisiju štetnih plinova,*
- *optimalan raspored brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uzrokuje smanjenje operativnih troškova unutar sustava,*
- *optimalnim rasporedom brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa postiže se veći stupanj dostupnosti brodova korisnicima usluga.*

Istraživanje i potvrda postavljenih hipoteza ukazuju na višestruke prednosti korištenja predloženog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa uz preduvjet poduzimanja određenih aktivnosti kao što su:

- analiza trenutnog stanja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa,
- analiza potreba tržišta,
- predviđanja u razvoju tržišta,
- analiza i procjena resursa (brodovlja) kojima se održava sustav,
- procjena mogućnosti gradnje novih brodova,
- procjena mogućnosti kupnje novih brodova,
- pronalazak kvalitetnog i stručnog kadra koji može procijeniti brodove i njihovu prilagodljivost određenim brodskim linijama,
- analiza luka,
- poznavanje područja plovidbe,

-poznavanje propisa,

-procjena mogućnosti izmjena zakonskih okvira.

Da bi se predloženi model optimizacije sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa implementirao, potrebno je dobro poznavati potrebe, strategiju i ciljeve razvoja tržišta u kojem se model primjenjuje. Za primjenu modela su potrebni kvalitetni ulazni podaci koje treba prikupiti i obraditi na način da se klasificiraju kako bi bili primjenjivi za korištenje u odgovarajućem računalnom programu. Kvaliteta procjene prikladnosti broda određenoj brodskoj liniji od izuzetne je važnosti kako bi se u najboljoj mogućoj varijanti povezali brod i brodska linija. Takva osposobljenost podrazumijeva iznimno znanje o brodovima, područjima plovidbe, lukama te propisima i zakonskim okvirima. Pogrešna procjena može uzrokovati nemale štete u slučaju postavljanja neprilagođenog broda na određenu liniju, a neprilagođenost podrazumijeva neadekvatan brod za određeno plovno područje ili za luku u koju brod uplovljava, odnosno iz koje isplovljava.

Osim aktivnosti potrebnih za uporabu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, neophodno je primijeniti dobivene rezultate za što je potrebno poznavati potrebe tržišta, razvojne ciljeve i zakonske mogućnosti u svrhu eventualnih izmjena istih.

Predloženi model optimizacije se može koristiti:

- u javnom sektoru s ciljem optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa,
- u privatnom sektoru pri optimalnom rasporedu postojeće flote određene brodarske tvrtke čime bi se ostvarile financijske uštede i olakšalo poslovanje,
- kao pomoćni alat pri donošenju poslovnih odluka,
- kao pomoćni alat pri odluci o nabavci novog broda,
- kao podloga za daljnja znanstvena istraživanja u pomorskom i prometnom sektoru.

8. ZAKLJUČAK

Učinkovit prometni sustav je temeljni uvjet za uspješan gospodarski razvoj svake suvremene države. Važan dio prometnog sustava je pomorski promet koji obuhvaća brodski prijevoz robe i putnika morem. Podsustav pomorskog prometa je pomorskoputnički promet koji se definira kao posebna vrsta morskog brodarstva u kojem se posebnim brodovima obavlja pomorski prijevoz putnika.

Pomorska djelatnost od bitnog značaja za sve pomorske države je obalni linijski pomorskoputnički promet. Osnova sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog promet je učestala i pouzdana prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno što je preduvjet demografskih, ekonomskih i gospodarskih kretanja u cilju održivog razvoja i života na otocima. Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno složeno je pitanje te se s njim suočavaju sve pomorske države.

Otočno stanovništvo mora imati sigurnu i čvrstu prometnu povezanost kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri umanjile negativnosti života na otoku. Porast broja stanovništva i intenziviranje gospodarskih kretanja na premošćenim otocima ukazuje na izraženu potrebu za sigurnom i čvrstom prometnom povezanošću otočnog prostora s kopnom. Uslijed fizičke odvojenosti otoka, život na otoku karakteriziraju brojni ograničavajući čimbenici, a pokretač svih razvojnih tokova otočnog prostora upravo je promet.

Razvoj prometnog povezivanja otoka s kopnom kao i otoka međusobno potiče se odgovarajućom prometnom i pomorskom politikom. U cilju ostvarenja učinkovite prometne i pomorske politike određene države, nužno je jasno definirati strateške ciljeve i mjere te uskladiti nacionalne politike s odrednicama međunarodne pomorske i prometne politike. Prometna politika je sastavni dio gospodarske i razvojne politike države. Njena uloga je odrediti obilježja prometa, ocijeniti utjecaj prometa na gospodarstvo te definirati mjere kojima će se ostvariti postavljeni ciljevi prometa. Optimalnom prometnom politikom može se ostvariti stalan razvoj prometnog sustava s tehničkog, tehnološkog, organizacijskog, ekonomskog, ekološkog i pravnog aspekta. Sastavni dio gospodarske, razvojne i prometne politike je pomorska politika. Pomorskom politikom se osigurava optimalno funkcioniranje pomorskog sustava, a ujedno izravno utječe na pomorskoputnički promet. Nositelji pomorske politike su svi subjekti koji utječu na utvrđivanje i ostvarivanje njenih ciljeva.

Optimalnom prometnom i pomorskom politikom, promišljenom strategijom, planskim upravljanjem te realnom analizom stanja otoka i ograničavajućih faktora potiče se održivi razvoj otočnog prostora i približavanje otoka kopnu na način da ti prostori postaju lako dostupne periferije većih gradskih centara. Sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je sastavni dio prometne i pomorske politike i strategije pa je time i ključan čimbenik održivog razvoja otočnog prostora. Stoga je nužna racionalizacija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa koja se može postići optimalnim korištenjem postojećih resursa. Optimalnim rasporedom brodova po pojedinim brodskim linijama postiže se efikasniji sustav s aspekta manje potrošnje pogonske energije i nižih operativnih varijabilnih troškova, te s aspekta maksimalne dostupnosti i adekvatnosti brodova pa je osnovni cilj optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa dugoročna održivost sustava sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta.

Ovom disertacijom i provedenim istraživanjem se predstavlja prilog optimizaciji sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa kroz oblikovanje modela kao pomoćnog alata u realizaciji istog.

S obzirom da modeliranje u prometu ima značajnu ulogu u svim složenijim procesima donošenja odluka, modeliranje i oblikovanje modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je dodatna vrijednost doktorske disertacije.

Modeliranjem u prometu i izradom odgovarajućih modela osigurava se kvalitetnije upravljanje prometnim sustavom. U cilju uspješnog modeliranja i oblikovanja učinkovitog modela, nužno je u najvećoj mjeri eliminirati eventualne poteškoće i probleme za što je potrebno jasno definirati problem, prikupiti adekvatne i pouzdane informacije i podatke te pronaći odgovarajuće metode za rješavanje problema uz dobro poznavanje područja primjene matematičkog instrumentarija radi pravilne primjene metode na odabrani problem i pravilne interpretacije dobivenih rezultata.

Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa oblikovan je korištenjem algoritama diskretne matematike, posebice algoritama za optimalno sparivanje, teorije grafova u okviru odgovarajućeg računarskog programa (C#). S obzirom da se primjena grafova i linearno programiranje ističe upravo u primjerima optimizacije, odabrane metode su i u ovom slučaju optimalne.

Oblikovanje modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa započinje izradom baze relevantnih podataka i analize istih. Na temelju prikupljenih podataka u slučaju malog broja brodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa i brodova, moguće je sve kombinacije spajanja brodova i brodskih linija jednostavno provjeriti. Međutim, povećanjem broja brodskih linija i brodova unutar sustava, provjera svih kombinacija nije moguća pa je nužan alternativni pristup baziran na optimalnim sparivanjima u grafovima.

Slijedom navedenog, prvo se konstruira bipartitni graf, u čijoj su jednoj klasi brodovi, a u drugoj klasi brodske linije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Bridom se povezuju brodovi, koji su po unaprijed određenim parametrima prikladni, s određenim brodskim linijama. U ovom slučaju parametri, koji se uzimaju u obzir pri optimalnom rasporedu brodova s posljedicom smanjenje potrošnje pogonske energije su: brzina, duljina linije, plovidbeni red, potrošnja pogonske energije, kapacitet te sposobnost broda po dizajnu i tehničkim karakteristikama za održavanje određene brodske linije. Temeljem definiranih parametara, pridruživanje brodova i brodskih linija obavljaju eksperti u svrhu otklanjanja mogućih neprilagođenosti brodova određenim brodskim linijama. Eksperti se ispituju direktnom komunikacijom, odnosno metodom intervjua. Konstruiranjem bipartitnog grafa, a uzimajući u obzir unaprijed određene parametre, sparuju se brodovi i brodske linije na način da se prikaže trenutno stanje, ali i sve potencijalne mogućnosti. Da bi se oblikovao optimalan raspored brodova s uštedom pogonske energije u najvećoj mjeri, potrebno je odrediti težinu svakog brida i povezati maksimalne težine bridova. Težina svakog brida je razlika dovoljno velikog odabranog broja M i potrošnje pogonske energije, koju će potrošiti određeni brod održavajući određenu brodsku liniju sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Ovim načinom se oblikuju kombinacije brodova i brodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s najmanjom potrošnjom pogonske energije.

Na isti način, kao i kod optimalnog rasporeda brodova s posljedicom smanjene potrošnje energije, oblikuje se optimalan raspored brodova s aspekta dostupnosti istih. Parametri za ocjenu dostupnosti brodova se određuju samostalno. U ovom znanstvenom istraživanju se uzimaju u obzir slijedeći parametri: brzina broda u odnosu na zahtjeve brodske linije, raspon kapaciteta u odnosu na zahtjeve brodske linije, mogućnost ukrcaja/iskrcaja putnika na više od jednog ulaza/izlaza, protočnost broda, širina ukrcajne rampe, pristup za osobe s ograničenjem u kretanju, starost broda, mogućnost prijevoza kućnih ljubimaca. Odabrani parametri se vrednuju i njihove vrijednosti se uzimaju u obzir kod dostupnosti brodova. Korisnik samostalno

određuje vrijednosti parametara ako nije drugačije definirano. Ukupne vrijednosti parametara stavljaju se u odnos s brojem prevezenih putnika na određenoj brodskoj liniji te se sparuju maksimalne težine na način da je težina svakog brida suma jednog jako velikog broja (umnožak svih prevezenih putnika i broj bodova svih brodova kada voze relaciju na kojoj dobivaju najviše bodova) i produkta broja bodova koje bi brod dobio da vozi određenu liniju i broja prevezenih putnika na toj liniji. Time se postiže da optimalno pridruživanje bude ono u kojem je dostupnost broda iskorištena u najvećoj mjeri za putnika.

Nakon optimalnog pridruživanja brodova i brodskih linija s aspekta manje potrošnje pogonske energije i s aspekta dostupnosti brodova, slijedi kompromisni pristup kojim se postiže ravnoteža uzimajući u obzir oba pristupa optimizaciji. Parametri, koji se uzimaju u obzir kod kompromisnog pristupa, objedinjuju parametre korištene pri oblikovanju optimalnog rasporeda brodova s ciljem reducirane potrošnje pogonske energije i optimalnog rasporeda brodova s aspekta maksimalne dostupnosti brodova, a to su: broj prevezenih putnika po pojedinoj brodskoj liniji, potrošnja pogonske energije po pojedinoj brodskoj liniji te broj bodova kojima se određuje prikladnost broda određenoj brodskoj liniji. Prvi korak je inicijalno pridruživanje uz potencijalne mogućnosti pridruživanja određenog broda određenim brodskim linijama. U obzir se uzima ukupna potrošnja pogonske energije kod svih brodskih linija koje može određeni brod održavati, odnosno ukupan broj bodova dodijeljen za prikladnost broda tim istim brodskim linijama. Pogonska energija označava se s negativnim predznakom s obzirom na tendenciju reduciranja potrošnje pogonske energije. Nakon što se potrošnja pogonske energije i dostupnost broda normira za inicijalno pridruživanje na 1, slijedi ravnomjerno uteženje s faktorom 0.5. S obzirom da je model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa prilagodljiv potrebama, faktor uteženja određuje korisnik modela samostalno. Kao i kod optimalnog rasporeda brodova s aspekta potrošnje energije i dostupnosti brodova, slijedi sparivanje maksimalnih težina. U ovom slučaju se svakom bridu dodaje jedan veliki broj kao osiguranje da će sparivanje maksimalne težine biti ujedno i savršeno sparivanje čime se utežuje brid koji povezuje određeni brod s određenom brodskom linijom.

Prethodno predočenim načinom oblikuje se optimalan raspored brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa s aspekta potrošnje energije i dostupnosti brodova odnosno postiže se ravnoteža između ova dva čimbenika.

Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je:

- apstraktni matematički model,

- statički model s obzirom na tri statičke slike izvansezona, niske sezone te visoke sezone,
- dinamički model u odnosu na jednaku učinkovitost s izmjenom određenih ulaznih podataka,
- linearni model što se očituje kroz operaciju sumiranja količine potrošene energije, sumiranja pridruženih bodova za prilagođenost brodova određenoj liniji te kod završnog koraka izračuna kompromisnog rješenja aritmetičkom sredinom,
- deterministički s obzirom da isti ulazni podaci daju uvijek iste egzaktne izlazne rezultate,
- analitički.

Model je testiran na primjeru Republike Hrvatske zbog izrazite razvedenosti obale te postojećeg sustava kojim se povezuju otoci s kopnom i otoci međusobno. Hrvatsko otočje je po veličini drugo otočje Sredozemlja s 49 stalno naseljenih otoka [91]. Prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011. godine udio stanovništva, koji žive na otocima, u cjelokupnom broju stanovnika Republike Hrvatske je 2,92% [2]. Prometna povezanost otoka s kopnom i otoka međusobno u Republici Hrvatskoj uređena je kroz prometnu povezanost mostovima i sustavom obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, koji obuhvaća 51 državnu liniju s obvezom javne usluge (24 trajektnih, 16 brzobrodskih i 11 klasičnih brodskih linija) u čijem održavanju sudjeluje 13 brodara s flotom od 82 broda [93].

Provedenim istraživanjem potvrđena je temeljna hipoteza koja glasi:

Znanstveno utemeljenim spoznajama o sustavu obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa, a vodeći računa o obilježjima plovila i potrebama brodskih linija, moguće je predložiti model učinkovitijeg korištenja postojećih resursa unutar samog sustava. Primjenom modela učinkovitijeg korištenja postojećih resursa bi se omogućila dugoročna održivosti sa ekološkog, društvenog i ekonomskog aspekta.

Također, ***istraživanjem su se potvrdile i pomoćne hipoteze što znači da se optimalnim rasporedom brodova unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa:***

- ***uzrokuje manja potrošnja pogonske energije,***
- ***uzrokuje smanjena emisija štetnih plinova,***
- ***uzrokuje smanjenje operativnih troškova unutar sustava,***

- *postiže veći stupanj dostupnosti brodova korisnicima usluga.*

Provedeno istraživanje i potvrda postavljenih hipoteza ukazuje na višestruke prednosti korištenja predloženog modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Predloženi model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa ima značajan potencijal u mogućoj primjeni. Može se koristiti u javnom sektoru s ciljem optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Također, njegova primjena je moguća u privatnom sektoru pri optimalnom rasporedu postojeće flote određene brodarske tvrtke čime bi se ostvarile financijske uštede i olakšalo poslovanje.

Model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa može služiti kao pomoćni alat pri donošenju poslovnih odluka ili odlučivanju o nabavci novog broda. Osim navedenog, model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa može biti podloga za daljnja znanstvena istraživanja u pomorskom i prometnom sektoru.

Da bi uporaba modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa bila efikasna, potrebno je izvršiti određene predradnje kao što je analiziranje tržišta, njegovih potreba i potencijala razvoja, odnosno analiziranje trenutnog stanja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa te procjena stanja postojećih resursa (brodovlja) kojima se sustav servisira. Kvalitetna analiza tržišta i aktualnog stanja unutar samog sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa je preduvjet za procjenu mogućnosti razvoja sustava, gradnje i kupnje novih brodova. Također, za realizaciju modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa potreban je kvalitetan i stručan kadar, koji može procijeniti brodove i njihovu prilagodljivost određenim brodskim linijama te analizirati luke uplova/isplova. Nadalje, neophodno je i poznavanje područja plovidbe. Visoka razina procjene prikladnosti broda za određenu brodsku liniju zahtijeva iznimno znanje o brodovima, područjima plovidbe, lukama te propisima i zakonskim okvirima. Neprilagođenost broda određenoj brodskoj liniji uzrokuje višestruke probleme u realizaciji cjelokupnog sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

Kvalitetni ulazni podaci, koje treba prikupiti i na ispravan način obraditi kako bi bili primjenjivi za korištenje u odgovarajućem računalnom programu, su osnovni uvjet za primjenu modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa. Osim svega navedenog, potrebno je dobro poznavanje zakonskih okvira i propisa te procjena mogućnosti izmjena

zakonskih okvira, a sve u cilju korištenja modela optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa u najvećoj mogućoj mjeri.

Cilj je osigurati dugoročno održiv sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa kojim će se u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljiti svi dionici.

Koncept održivog razvoja sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa obuhvaća:

- društvenu održivost,
- ekonomsku održivost i
- ekološku održivost.

Povećani institucionalni zahtjevi za ograničenje emisije štetnih plinova iz izvora na kopnu odrazile su se i na brodove, a sve češće se spominju alternativna goriva i izvori pogonske energije. Navedeno zahtjeva ulaganja u preinake i prilagodbe postojećih brodova, uvođenje novih brodova s novim pogonskim strojevima, odnosno eliminiranje određenih brodova. Također, poticanjem razvoja pomorskih autocesta i kratkih brodskih linija, kao alternativa cestovnom prijevozu, moglo bi se dodatno smanjiti emisiju stakleničkih plinova. Od navedenih promjena nisu izuzete ni luke, koje se moraju pripremiti za klimatske promijene, ali i promijene u brodarstvu s osnove redukcije onečišćenja okoliša. Međutim, sve alternative zahtijevaju financijska ulaganja i vrijeme. Zato je početak djelovanja maksimalno smanjenje potrošnje postojećih goriva.

Predloženim modelom optimizacije sustav obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa se ostvaruje manja potrošnja pogonske energije, što je pozitivno s ekološkog i financijskog aspekta. Na taj način se stvaraju i uštede za daljnja ulaganja u sustav kao što su novi brodovi, pogoni s ekološki prihvatljivijim vrstama pogonskih energija i zadovoljenje zakonskih propisa i zahtjeva. Ujedno, optimalnim rasporedom brodova se u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljavaju potrebe korisnika usluga. Ovim mjerama se zadovoljavaju svi dionici sustava, ali se stvaraju i osnove za dugoročno održivim razvojem sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa.

LITERATURA

- [1] Riđanović, J., Bićanić, Z., 1993, "Hrvatski Jadran i novi teritorijalni ustroj (prostorni pojam, duljina i razvedenost hrvatske obale)", *Acta Geographica Croatica*, Vol. 28, No. 1, pp. 85-96
- [2] Lajić, I., Mišetić, R., 2013, "Demografske promjene na hrvatskim otocima na početku 21. stoljeća", *Migracijske i etničke teme*, vol. 29, no. 2, pp. 169-199
- [3] Chlomoudis, C., Kostagiolas, P.A., Papadimitriou, S., Tzannatos, E.S., 2011, "A European perspective on public service obligations for island transport services", *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 13, No. 3, pp. 342–354
- [4] Stupalo, V., Jugović, A., Mrvica, A., 2016, "Quantitative Analysis of Maritime Passenger Transport in Europe", *Naše more*, Vol. 63, No. 4, pp. 256-263
- [5] Rajsamn, M., Badanjak, D., Berps, I., 2007, "Prognostic trend model of passenger transport performance of the Croatian maritime traffic system", *Engineering modelling*, Vol. 20, pp. 23-27
- [6] Mišura, A. Sopta, D. Perić-Hadžić, A., 2020, "Impact of Traffic Connectivity on Island Development", *Naše more*, Vol. 67, No. 1, pp. 69-77
- [7] Alexopoulos, A.B., Theotokas, I.N., 2000, "Quality Services in the Coastal Passenger Shipping Sector and its Contribution to the Development of Tourism in Small Islands. The Case of Psara Island", *Proceedings of International Conference on: Tourism in Island Areas and Special Destinations*, At University of the Aegean, Volume: CD
- [8] Chlomoudis, C.I., Pallis, P.L., Papadimitriou, S., Tzannatos, E.S., 2007, "The liberalisation of maritime transport and the island regions in EU. Evidence from Greece", *European Transport \ Trasporti Europei*, No. 37, pp. 1-15
- [9] Rathman, D., Tijan, E., Jugović, A., 2016, "Improving the coastal line passenger traffic management system by applying information technologies", *Pomorstvo*, Vol. 30, pp. 12-18
- [10] Mrvica, A., Jugović, A., Kovačić, M., 2015, "The role and applicability of multi-criteria procedures in the function of defining the model for connecting the mainland and islands and islands in between", *Pomorstvo*, Vol. 29, pp. 156-164
- [11] Yu, M-M., Chen, L-H., Hsiao, L., 2018, "A performance-based subsidy allocation of ferry transportation: A data envelopment approach", *Transport Policy*, Vol. 68, pp. 13-19
- [12] Zhou, C., Ma, N., Cao, X., Lee, H.L., Peng Chew, E., 2021, "Classification and literature review on the integration of simulation and optimization in maritime logistics studies", *IISE Transactions*, Vol. 53, Issue 10, pp. 1157-1176

- [13] Lisowski, J., 2018, "Optimization methods in maritime transport and logistics", Polish maritime research, Vol. 25, No. 4, pp. 30-38
- [14] Mulder, J., Dekker, R., 2016, "Optimization in container liner shipping", Econometric Institute Report, Erasmus School of Economics, pp. 1-24
- [15] Tran, N.K., Haasis, H-D., 2013, "Literature survey of network optimization in container liner shipping", Flexible Services and Manufacturing Journal, Vol. 27, . pp. 139-179
- [16] El Noshokaty, S., 2021, "Shipping optimization systems (SOS) for tramp: stochastic cargo soft time windows", Journal of Shipping and Trade, Vol. 6, pp. 1-19
- [17] Wang, S., Meng, Q, 2012, "Sailing speed optimization for container ships in a liner shipping network", Transportation Research Part E, Vol. 48, pp. 701-714
- [18] Wang, S., Meng, Q., Liu, Z., 2013, "Bunker consumption optimization methods in shipping: A critical review and extensions", Transportation Research Part E, Vol. 53, pp. 49-62
- [19] Benghalia, A., Oudani, M., Boukachour, J., Boudebous, D., Alaoui,A.E.H, 2014, "Optimization-Simulation for Maritime Containers Transfer", International Journal of Applied Logistics, Vol. 5, NO. 2, pp. 50-61
- [20] Xia, J., Li, K.X., Ma, H., Xu, Z., 2015, "Joint Planning of Fleet Deployment, Speed Optimization, and Cargo Allocation for Liner Shipping", Transportation Science, Vol. 49, No. 4, pp. 922-938
- [21] Kovačić, M., Mrvica, A., 2017, "Selecting the size and type of a vessel for the purpose of maritime connection of mainland and islands and between the islands in Croatia", XLIV symposium on operational research, Zlatibor
- [22] Veljan, D., 2001, "Kombinatorna i diskretna matematika", Agloritam, Zagreb
- [23] Munđar, D., 2010, "Prognoziranje", Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu
- [24] Vranešević, T., 2014, "Tržišna istraživanja u poslovnom upravljanju", Accent, Zagreb, pp. 140, 245
- [25] Violić, A., Debelić, B., 2013, "Uloga pomorske i prometne politike u funkciji održivog razvitka prometa i pomorstva", Pomorski zbornik, Vol. 47-48, No. 1, pp. 13-26
- [26] Lacković Vincek, Z., Dvorski, S., Dvorski Lacković, I., 2016, "Traffic system in function of sustainable development", Notitia, No.2, pp. 49-61
- [27] Čavrak, V., "Ekonomika prometa", Škola za cestovni promet, Zagreb, 2002.
- [28] Ban, I., 1991, "Morsko brodarstvo kao dio prometnog sustava", Naše more, Vol. 38, No. 3-4, pp. 33-38

- [29] Zelenika, R., Jakomin, L., "Suvremeni transportni sustavi", Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 1995., str. 24.
- [30] Glavan B., "Ekonomika morskog brodarstva", Školska knjiga, Zagreb, 1992., str. 56
- [31] Pomorska enciklopedija, JLZ "Miroslav Krleža", Zagreb, 1983., II izdanje, Sv. 6., str. 341.
- [32] Lušić, Z., 2003, "Razvoj svjetskog brodarstva", Naše more, Vol.50, No.5-6, pp. 189-196
- [33] Dundović Č, Pomorski sustavi i pomorska politika, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, 2003., str. 80
- [34] Zelenika R., "Prometni sustavi: Tehnologija-Organizacija- Ekonomika- Logistika Menadžment", Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2001., str. 263.
- [35] Kesić, B., Jugović, A., "Menadžment pomorsko putničkih luka", Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2006., str. 24, 68
- [36] Mrnjavac E., "Promet u turizmu", Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Opatija, 2006., str.116, 119
- [37] Zakon o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu, Narodne novine broj 33/06, 38/09, 87/09 i 18/11, <https://www.zakon.hr/z/441/Zakon-o-prijevozu-u-linijskom-i-povremenom-obalnom-pomorskom-prometu> (pristupljeno 05.09.2021.)
- [38] Hung, K., Petrick, J.F., 2011, "Why do you cruise? Exploring the motivations for taking cruise holidays, and the construction of a cruising motivation scale", *Tourism Management*, Vol.32, pp. 386-393
- [39] Šamanović, J., "Nautički turizam i management marina", Visoka pomorska škola u Splitu, Split, 2002.
- [40] Chen, J.M., Lijesen, M.G., Nijkamp, P., 2017, "Interpretation of cruise industry in a two-sided market context: An exploration on Japan", *Maritime Policy & Management*, Vol. 44, No. 6, pp. 790–801
- [41] Sciozzi D., Poletan Jugović T., Jugović A., 2015, "Structural analysis of cruise passenger traffic in the world and in the Republic of Croatia", *Pomorstvo*, Vol. 29, No. 1, pp. 8-15
- [42] Delibašić T., Vidučić V., 2004, "Međuovisnost putničkog morskog brodarstva i turizma u Hrvatskoj", *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci : časopis za ekonomsku teoriju i praksu*, Vol. 21, No. 2, pp. 77-92
- [43] Mitrović, F., "Ekonomika brodarstva", Pomorski fakultet sveučilišta u Splitu, Split, 2007., str. 8
- [44] Stražičić, N., "Pomorska geografija svijeta", Školska knjiga, Zagreb, 1996., str. 4.

- [45] Office of the Historian, Foreign Service Institute, United States Department of State The Immigration Act of 1924., <https://history.state.gov/milestones/1921-1936/immigration-act> (pristupljeno 01.02.2022.)
- [46] Glavan, B., "Ekonomika morskog brodarstva", Školska knjiga, Zagreb, 1992., str.58
- [47] Kludas, A., "Record breakers of the North Atlantic, Blue Riband Liners 1838-1953", Chatham, London, 1999.
- [48] Mrvica, A., 2015, "Racionalizacija pomorskog povezivanja kopna i otoka te otoka međusobno u Republici Hrvatskoj", doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, str.11
- [49] Jelinović, Z., "Ekonomika prometa i pomorstva", Informator, Zagreb, 1983., str. 341
- [50] Jugović, A., Kesić, B., Jakomin, I., 2007, "Organizacija i razvoj pomorsko-putničkih luka", Informatologia, Vol.40, No. 2, pp. 146-152
- [51] Opačić, V.T., 2002, "Geografski aspekt proučavanja trajektnog prometa: primjer hrvatskog otočja", Geoadria, Vol. 7/2, pp. 95-109
- [52] Padjen, J., "Prometna politika", Informator, Zagreb, 1996., str.3-4
- [53] Zelenika, R., "Prometni sustavi", Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakulteti, Rijeka, 2006., str.155-159
- [54] Zelenika, R., Kandžija, V., 1997, " Relevantne značajke prometne politike Europske unije i Republike Hrvatske", Naše more, Vol.44, pp. 35-48
- [55] Babić, M., "Pomorske politike u svijetu", Ekonomski institut, Zagreb, 1970., str. 9.
- [56] Damić, D., 2009, "Pomorski promet i održivi razvoj u prometnoj politici", Naše more, Vol. 56, No. 3-4, pp. 99-107
- [57] Haase, D., Maier, A., 2021, "Islands of the European Union: State of play and future challenges", Research for REGI Committee
- [58] Vidučić, V., "Pomorski turizam", Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Split, 2007., str.29.
- [59] White paper from the commission to the European Council, 1985, COM (85) Final, Milan, https://www.cvce.eu/en/obj/white_paper_on_the_completion_of_the_internal_market_14_june_1985-en-0d72b347-b235-4c9d-bb71-ba38824f5d49.html (pristupljeno 02.02.2022.)
- [60] Common transport policy: Overview, Fact Sheets on the European Union European Parliament, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/123/common-transport-policy-overview> (pristupljeno (02.02.2022.)
- [61] Ogorelc, A., 2003, "Prometna politika Europske unije", Naše more, Vol. 50, No. 5-6, pp. 197-203

- [62] Commission White Paper on Growth, competitiveness, and employment, 1994, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0d563bc1-f17e-48ab-bb2a-9dd9a31d5004> (pristupljeno 06.02.2022.)
- [63] Green paper on the impact of Transport on the Environment - A Community strategy for "sustainable mobility", COM (92) 46 final, Brussels, 1992., <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/98dc7e2c-6a66-483a-875e-87648c1d75c8/language-en> (pristupljeno 05.05.2022.)
- [64] European Environment Agency, European Commission White Paper, European Transport Policy for 2010: Time to Decide”, COM (01)370, http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2001_white_paper/lb_com_2001_0370_en.pdf (pristupljeno 17.02.2022.)
- [65] Odluka o izmjeni i dopunama Odluke o objavljivanju pravila o potpori u prometu, NN 31/2010, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_03_31_728.html (pristupljeno 06.10.2021.)
- [66] Europski parlament, Integrirana pomorska politika Europske unije, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/121/integrirana-pomorska-politika-europske-unije> (pristupljeno 17.02.2022.)
- [67] European Parliament resolution of 2 July 2013 on Blue Growth: Enhancing sustainable growth in the EU's marine, maritime transport and tourism sectors (2012/2297(INI)), 2016, Official Journal of the European Union, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013IP0300&from> (pristupljeno 04.04.2022.)
- [68] Regulation (EU) NO 1052/2013 of the European Parliament and of the council of 22 October 2013, establishing the European Border Surveillance System (Eurosir), 2013, Official Journal of the European Union, L 295/11, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1590837029023&uri=CELEX%3A32013R1052> (pristupljeno 18.12.2021.)
- [69] European Parliament resolution of 16 January 2018 on international ocean governance: an agenda for the future of our oceans in the context of the 2030 SDGs, 2017, Official Journal of the European Union, C 458/9, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018IP0004> (pristupljeno 18.12.2021.)
- [70] European Parliament legislative resolution of 27 March 2019 on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment (COM(2018)0340 – C8-0218/2018 – 2018/0172(COD)),

https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?languages=EN&relations=N UPE%23%23623.714&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC (pristupljeno 18.12.2021.)

[71] European Parliament legislative resolution of 4 April 2019 on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/106/EC on the minimum level of training of seafarers and repealing Directive 2005/45/EC (COM(2018)0315 – C8-0205/2018 – 2018/0162(COD)), [https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?references=P8_TA\(2019\)0354&languages=EN&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC](https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?references=P8_TA(2019)0354&languages=EN&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC) (pristupljeno 06.10.2022.)

[72] European Parliament legislative resolution of 17 April 2019 on the proposal for a decision of the European Parliament and of the Council on establishing the specific programme implementing Horizon Europe - the Framework Programme for Research and Innovation (COM(2018)0436 – C8-0253/2018 – 2018/0225(COD)), [https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?references=P8_TA\(2019\)0396&languages=EN&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC](https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?references=P8_TA(2019)0396&languages=EN&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC) (pristupljeno 02.09.2022.)

[73] European Parliament resolution of 12 February 2019 on the implementation of the Charter of Fundamental Rights of the European Union in the EU institutional framework (2017/2089(INI)), [https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?references=P8_TA\(2019\)0079&languages=EN&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC](https://www.europarl.europa.eu/RegistreWeb/search/simple.htm?references=P8_TA(2019)0079&languages=EN&sortAndOrder=DATE_DOCU_DESC) (pristupljeno 02.09.2022.)

[74] Resolution on the European Green Deal, 2019/2956(RSP), European Parliament Legislative Observatory, [https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?lang=en&reference=2019/2956\(RSP\)](https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?lang=en&reference=2019/2956(RSP)) (pristupljeno 05.09.2021.)

[75] Pecotić Kaufman, J., 2007, "Pomorska kabotaža u pravu Europske zajednice: Uredba vijeća (EEZ) br.3577/92 i relevantna sudska praksa", Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu, Vol. 57 No. 4-5, pp.789-820

[76] Van Meel, G., Rabicano, M., Konaklieva, B., 2008, "Studija o pristupu tržištu, državnim potporama i kabotaži u pomorskom prometu", Europeaid/119860/C/SV/ Multi, Zagreb

[77] Uredba vijeća (EEZ) br.3577/92, Službeni list Europske unije L 364/7, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A31992R3577> (pristupljeno 01.05.2022.)

[78] Sustavi obalnog linijskog pomorskog prometa u Mediteranskim zemljama članicama Europske unije, 2009, Agencija za obalni linijski pomorski promet

- [79] European Maritime Transport Environmental Report 2021, European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport/> (pristupljeno 08.12.2021.)
- [80] Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (pristupljeno 21.06.2022.)
- [81] Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=28030> (pristupljeno 04.04.2022.)
- [82] Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili of Italy, <https://www.mit.gov.it/> (pristupljeno 04.04.2022.)
- [83] Papa, E., 2009, "Le vie del mare: i servizi di trasporto marittimo per la fruizione della costa", TeMA, Vol. 2, No. 3, pp. 53-58
- [84] Ferry shipping news, <https://ferryshippingnews.com/italy-approved-public-subsidies-for-ferries-renewal-on-short-sea-routes/> (pristupljeno 30.12.2021.)
- [85] Gratsos, G.A., 2014, "Greek shipping and the maritime economy", Presentation at E.U. CCMI Seminar on Maritime Industrial Sectors , Atena
- [86] Baird, A.J., Wilmsmeier, G., 2011, "Public tendering of ferry services in Europe", European Transport \ Trasporti Europei, No. 49, pp. 90-111
- [87] Lekakou, M.B., 2007, "The eternal conundrum of Greek coastal shipping", Maritime Transport: The Greek Paradigm, Research in Transportation Economics, Vol. 21, pp. 257–296
- [88] Ministry of Maritime Affairs & Insular Policy, Hellenic Coast Guard Headquarters, Maritime Transportation Directorate
- [89] The Greek Council of Coastal Shipping adds new ship schedules, H.B.C.B., <https://www.hbcbg.com/the-greek-council-of-coastal-shipping-adds-new-ship-schedules/> (pristupljeno 01.06.2022.)
- [90] Starc, N., 2016, "Ka održivom razvoju otoka", Otoci i njihovi potencijali, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 249-258
- [91] Otoci, Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije, Republika Hrvatska, <https://razvoj.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1939/otoci-i-priobalje/3834> (pristupljeno 08.08.2021.)
- [92] Strategija pomorskog razvitka i integralne pomorske politike Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2020. godine, <https://mmpi.gov.hr/more-86/projekti-113/strategija-pomorskog-razvitka/15768> (pristupljeno 01.12.2021.)
- [93] Agencija za obalni linijski pomorski promet, <https://agencija-zolpp.hr/> (pristupljeno 01.08.2021.)

- [94] Godišnje izvješće o državnim potporama za 2019.godinu., <https://www.sabor.hr/sites/default/files/uploads/sabor/2020-10-29/173210/GODISNJE-IZVJESCE-DRZAVNE-POTPORE-2019.pdf> (pristupljeno 05.11.2021.)
- [95] Cottam, H., Roe, M., Challacombe, J., 2007, "The impact of transitional changes of maritime transport on Croatian tourism development", *Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research*, Vol. 34, No. 3, pp. 185–202
- [96] Jeon, C.M., Amekudzi, A., 2005, "Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics", *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 11, Issue 1, pp. 31-50
- [97] Raza, Z., Svanberg, M., Wiegmann, B., 2020, "Modal shift from road haulage to short sea shipping", *Transport Reviews*, Vol. 40, Issue 3, pp. 382-406
- [98] Agius, K., Theuma, N., Deidun, A., 2021, "So close yet so far: island connectivity and ecotourism development in Central Mediterranean Islands", *Case Studies on Transport Policy*, Vol. 9, Issue 1, pp. 149-160
- [99] Foschi, A.D., Peraldi, X., Rombaldi, M., 2005, "Inter - island links in Mediterranean short sea shipping networks", *Discussion Papers Collana di E - papers del Dipartimento di Scienze Economiche - Università di Pisa*, No. 52
- [100] Violačić, A., 2014, "Implementation of concept of sea motorways in waterborne passenger traffic - a contribution to the improvement of EU traffic and maritime policy", *Naše more*, Vol. 61, No. 3-4, pp. 102-107
- [101] Jugović, A., Debelić, B., Brdar, M., 2011, "Priobalno prometno povezivanje u Europi - čimbenik održivog razvoja prometnog sustava Republike Hrvatske", *Pomorstvo*, Vol. 25, No. 1, pp. 109-124
- [102] Alexopoulos, A.B, Theotokas, I.N., 2000, "Quality services in the coastal passenger shipping sector and its contribution to the development of tourism in small islands. The case of Psara island", *Proceedings of international conference on: Tourism in island areas and special destinations*, At University of the Aegean, Volume CD
- [103] Europska agencija za okoliš, <https://www.eea.europa.eu/hr/articles> (pristupljeno 10.10.2021.)
- [104] Hiranandani, V., 2014, "Sustainable development in seaports: a multi-case study", *WMU Journal of Maritime Affairs*, Vol. 13, pp. 127–172
- [105] Lu, R., Turan, O., Boulougouris, E., Banks, C., Incecik, A., 2015, "A semi-empirical ship operational performance prediction model for voyage optimization towards energy efficient shipping", *Ocean Engineering*, Vol. 110, pp. 18-28

- [106] Yan, X., Wang, K., Yuan, Y., Jiang, X., Negenborn, R., 2018, "Energy-efficient shipping: An application of big data analysis for optimizing engine speed of inland ships considering multiple environmental factors", *Ocean Engineering*, Vol. 169, pp. 457-468
- [107] Radonja, R., Jugović, A., 2011, "Poslovna politika brodara u kontekstu razvoja ekološkog zakonodavstva", *Pomorstvo*, Vol. 25, No. 2, pp. 319-341
- [108] Song, D-P, Li, D., Drake, P., 2017, "Multi-objective optimization for a liner shipping service from different perspectives", *Transportation Research Procedia* 25, pp. 251–260
- [109] Cheaitou, A., Cariou, P., 2019, "Greening of maritime transportation: a multi-objective optimization approach", *Annals of Operations Research*, Vol. 271, Issue 1-2, pp. 501-525
- [110] Wang, K., Yan, X., Yuan, Y., Li, F., 2016, "Real-time optimization of ship energy efficiency based on the prediction technology of working condition", *Transportation Research Part D*, Vol. 46, pp. 81-93
- [111] Vukić, Đ., Mašće, I., Pavličević, E., 2017, "Upravljanje prijevozom kontejnerskog broda s ciljem optimizacije troškova", *Naše more*, Vol. 64, No. 3, pp. 76-80
- [112] Zacharioudakis, P.g., Iordanis, S., Lyridis, D.V., Psaraftis, H.N., 2011, "Liner shipping cycle cost modelling, fleet deployment optimization and what-if analysis", *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 13, pp. 278–297
- [113] Chainas, K. 2012, "The optimization of the Greek coastal shipping transportation network", *Tourismos*, Vol. 7, No. 1, pp. 351-366
- [114] Yao, B., Yu, B., Chen, G., Mu, R., Zong, F., 2014, "Application of Discrete Mathematics in Urban Transportation System Analysis," *Mathematical Problems in Engineering*, Hindawi Publishing Corporation, Vol. 2014, pp. 1-2
- [115] Matoušek, J., Gartner, B., 2007, "Understanding and Using Linear Programming", Springer, Berlin, pp. 31, 12
- [116] Wang, K., Yan, X., Yuan, Y., Jiang, X, Lin, X., Negenborn, R., 2018, "Dynamic optimization of ship energy efficiency considering timevarying environmental factors", *Transportation Research Part D*, Vol. 62, pp. 685-698
- [117] Wang, K., Yan, X., Yuan, Y., Li, F., 2016, "Real-time optimization of ship energy efficiency based on the prediction technology of working condition", *Transportation Research Part D*, Vol. 46, pp. 81-93
- [118] Službeni list Europske unije, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content> (pristupljeno 14.02.2022.)
- [119] Uredba o uvjetima i vrednovanju kriterija za davanje koncesije i sklapanje ugovora o javnoj usluzi za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu, NN

31/14, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_03_31_537.html (pristupljeno 01.12.2021.)

[120] Božikov, J., 2007, "Modeliranje i simulacija", Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, pp. 85-108

[121] Topić, G., 2005, "Modeliranje poslovnih procesa i optimizacija ljudskih resursa u složenim poslovnim sustavima", 6. Hrvatska konferencija o kvaliteti, Opatija, pp. 1-11

[122] Fischer, G., 1991, "The Importance of Models in Making Complex Systems Comprehensible", Human Factors in Information Technology, Vol. 2, pp. 3-36

[123] Šimunović, Lj, "Modeliranje, simulacije i upravljanje prometom", Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, Zavod za gradski promet

[124] Law, A.M, Kelton, W.D., 2000, "Simulation Modeling and analysis", 3rd Edition, McGraw-Hill Inc., New York, pp.5

[125] Zelenika, R., 2010, "Ekonomika prometne industrije", Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, pp. 368

[126] Hozdić, E., Hozdić, E., 2014, "Modeliranje i simulacija struktura kompleksnih proizvodnih sistema", Tehnički glasnik, Vol. 8. No. 2, pp. 150-156

[127] Shiflet, A.B, Shiflet, G.W., 2006, "Introduction to Computational Science", Wofford College, Princeton University Press, pp. 6

[128] Šuman, S., Jakupović, A., Liverić, D., 2015, "Uvod u formalizaciju metoda modeliranja podataka", Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 3, No. 1, pp. 73-81

[129] Rajsman, M., Beroš, I., 2006, "Model razvitka putničke prijevozne potražnje u hrvatskom pomorskom prometnom sustavu", Naše more, Vol. 53, No. 3-4, pp. 112-117

[130] Novačko, L., Babojelić, K., God, N., 2019, "Primjena simulacijskih alata u analizi prometnih tokova u cestovnom prometu", Ceste 2019 - Zbornik radova, pp. 170-184

[131] Ivaković, Č., 1991, "Prometna i potražnja i robni tokovi u funkciji integralnog transporta", Promet, Vol. 3, No. 2, pp. 71-76

[132] Williams, H., 1977, "On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit", Environment and Planning A, Vol. 9, pp. 285-344

[133] Hess, S., Fabian, A., Hess, M., 2008, " O problemima modeliranja prometnih sustava u svrhu praćenja uspješnosti poslovanja", Pomorstvo, Vol. 22, No. 2, pp. 153-170

[134] Lovrić, M., Blainey, S., Preston, J., 2017, "A conceptual design for a national transport model with cross-sectoral interdependencies", Transportation Research Procedia, Vol. 27, pp. 720-727

[135] Biggs; N.L., 2002, "Discrete Mathematics", Oxford University Press, Oxford, pp. 89,

- [136] Krčadinac, V., 2016, "Osnove algoritma", Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, pp. 3-4
- [137] Veljan, D., Petkovšek, M., Pisanski, T., Svrtan, D., Dujella, A., "Kombinatorna i diskretna matematika", Algoritam Zagreb, 2001.
- [138] Bondy, J.A., Murty, U.S.R., "Grap theory with applications", Department of Combinatorics and Optimization, University of Waterloo, Ontario, Canada, 1976.
- [139] Fošner, M., Kramberger, T., 2009, "Teorija grafova i logistika", Math.e, Vol. 14, No. 1
- [140] Galil, Z., 1986, "Efficient Algorithms for Finding Maximum Matching in Graphs", Computing Surveys, Vol. 18, No. 1, pp. 23-38
- [141] Klobučar, A., Tot, B., 2017, "Sparivanja na grafovima i Teorem o braku", Osječki matematički list , Vol. 17, No. 1, pp. 63-69
- [142] Kuhn, H.W, 1955, "The Hungarian Method for the Assignment Problem", Naval Research Logistic Quaterly, Vol. 2; Issue 1-2, pp. 83-97
- [143] Gabow, H.N., 2018, "Data Structures for Weighted Matching and Extensions to b-matching and f-factors", ACM Transactions on Algorithms, Vol. 14, No. 3, pp. 1-80
- [144] Edmonds, J., 1965, "Paths, trees, and flowers", Canadian Journal of Mathematics, Vol. 17, pp. 449–467
- [145] Marušić, M., Vranešević, T., 2001, "Istraživanje tržišta", Adeco, Zagreb, pp. 201
- [146] Marinković, V., 2018, „Croatian islands-insight into the traffic-geographical features accessibility“, Geoadria, Vol. 23, No. 2, pp. 177-205
- [147] Strategija prometnog razvitka Republike Hrvatske, NN 139/1999, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999_12_139_2130.html (pristupljeno 17.02.2022.)
- [148] Steiner, S., 2007, "Prometni sustav Hrvatske u procesu europskih integracija", Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za promet, Znanstvena studija, pp. 20
- [149] Mandić, N., 2017, "Modified Legal Framework and Opening of the Liner Shipping Market in the Republic of Croatia to Shipping Companies from the European Economic Area", Transactions on maritime science, Vol. 6, No. 2, pp. 140-146
- [150] Zakon o otocima, NN 116/2018, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_12_116_2287.html (pristupljeno 05.11.2021.)
- [151] Naletina D., Ačkar I., Vuletić A., Petljak K., Štulec I., 2018, "Development opportunities of liner maritime passenger traffic in the Republic of Croatia", Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, Vol. 11, No. 5, pp. 182-197

- [152] Debelić, B., Mance, D., Maslarić, M., 2019, "The determinants of maritime passenger transport to Croatian islands", 19th international scientific conference Business Logistics in Modern Management, October 10-11, 2019, Osijek, Croatia, pp. 339-352
- [153] Delibašić, T., Vidučić, V., 2003, "Međuovisnost putničkog brodarstva i turizma u Hrvatskoj", Zbornik radova, Sveučilište Rijeka, Ekonomski fakultet Rijeka, Vol. 21, sv. 2, pp. 77-92
- [154] Izvješće o učincima provedbe Zakona o otocima u 2019. godini, <https://razvoj.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1939/otoci/zakon-o-otocima-nn-116-2018/izvjesce-o-ucincima-provedbe-zakona-o-otocima-u-2019-godini/4233> (pristupljeno 01.08.2021.)
- [155] Mandić, N., Parlov, I., 2015, "Javni prijevoz u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu - pravna vrela (podzakonski propisi)", Poredbeno pomorsko pravo, PPP god.54, br. 169, pp. 275-309
- [156] Pomorski zakonik, pročišćeni tekst zakona, NN 181/04, 76/07, 146/08, 61/11, 56/13, 26/15, 17/19, <https://www.zakon.hr/z/310/Pomorski-zakonik> (pristupljeno 08.08.2021.)
- [157] Nacionalni plan obalnog linijskog pomorskog prometa, 2019, Pomorski fakultet u Rijeci, https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Nacionalni%20plan%20razvoja%20obalnog%20linijskog%20pomorskog%20prometa%208-1_19.pdf (pristupljeno 01.08.2021.)
- [158] Mandić, N., Amižić Jelovčić, P., 2014, "Novine u Zakonu o prijevozu u linijskom i povremenom obalnom pomorskom prometu iz 2013.g.", PPP god. 53, 168, pp. 127-142
- [159] Pravilnik o uvjetima i načinu ostvarivanja prava na povlaštenu prijevoz na linijama u javnom pomorskom prijevozu, NN 41/2017, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_04_41_894.html (pristupljeno 05.09.2021.)
- [160] Pravilnikom o uvjetima koje mora ispunjavati brod i brodar za obavljanje javnog prijevoza u linijskom obalnom pomorskom prometu, NN 26/14, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_02_26_465.html (pristupljeno 02.09.2022.)
- [161] Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama, pročišćeni tekst zakona, NN 158/03, 100/04, 141/06, 38/09, 123/11, 56/16, 98/19, <https://www.zakon.hr/z/505/Zakon-o-pomorskom-dobru-i-morskim-lukama> (pristupljeno 27.10.2021.)
- [162] Zakon o državnim potporama, pročišćeni tekst zakona, NN 47/14, NN 69/17, <https://www.zakon.hr/z/464/Zakon-o-dr%20avnim-potporama> (pristupljeno 27.10.2021.)
- [163] Bulum, B., 2015, "Nova tumačenja odredbi Uredbe 3577/92 o pomorskoj kabotaži", Poredbeno pomorsko pravo, Vol. 54, No. 169., pp. 247-273

- [164] Pravilnik o uvjetima za obavljanje pomorske kabotaže u Republici Hrvatskoj, NN 109/19, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_11_109_2198.html (pristupljeno 04.01.2022.)
- [165] Marinković, V., 2016, "Socijalnogeografske osnove i odrednice klasifikacija hrvatskih otoka", *Geoadria* 21/1, pp. 143-166
- [166] Nove politike razvoja otoka, 2018, Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije, <https://razvoj.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1939/otoci/poticanje-otocnog-gospodarstva/3889> (pristupljeno 06.06.2022.)
- [167] Bulum, B., 2012, "Prava putnika u pomorskom prijevozu prema Uredbi Europske unije broj 1177/2010", *Zbornik Pravnog fakultet u Zagrebu*, Vol. 62, No. 4., pp. 1077-1111
- [168] Jugović, A., Lončar, S., 2008, "Model racionalnog upravljanja pomorskoputničkim lukama Republike Hrvatske", *Ekonomski misao i praksa*, No. 1, pp. 3-26
- [169] Dundović, Č. , Kolanović, I., 2008, "Morske luke - činitelji logističkog i prometnog razvitka Republike Hrvatske", *More - hrvatsko blago*, Matica Hrvatska, pp. 960-972
- [170] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, <https://mmpi.gov.hr/> (pristupljeno 21.08.2021.)
- [171] Vidučić, V., Mitrović, M., Tomašević, M., 2008, "Definiranje sinergijskog odnosa turističkih migracija i iskorištavanja kapaciteta linijskih putničkih brodova", *Informatologia*, Vol. 41, No. 3, pp. 203-209
- [172] Kožić, I., 2013, "Kolika je sezonalnost turizma u Hrvatskoj?", *Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Entrepreneurship, Business, and Economic Issues*, Vol. XXVI No. 2, pp. 470-479
- [173] Jadrolinija, <https://www.jadrolinija.hr/> (pristupljeno 01.11.2021.)
- [174] Žuvela, I., 2000, "Konceptija i strategija razvitka pomorskog gospodarstva Hrvatske", *Pomorski zbornik*, Vol.38, No. 1, pp. 11-60
- [175] Czermanski, E., Pawłowska, B., Oniszczyk-Jastrząbek, A., Cirella, G., 2020, "Decarbonization of Maritime Transport: Analysis of External Costs", *Frontiers in energy research*, Vol. 8, Article 28
- [176] Wang, H., Lutsey, N., 2014, "Long-Term Potential to Reduce Emissions from International Shipping by Adoption of Best Energy-Efficiency Practices", *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, pp. 1-10
- [177] Aspen, D.M, Sparrevik, M., 2020, "Evaluating alternative energy carriers in ferry transportation using a stochastic multi-criteria decision analysis approach", *Transportation Research Part D*, Vol. 86, pp. 1-12

- [178] Blagojević, B., Bašić, J., 2013, "Concept Design of a Fast Craft With Hybrid Propulsion", Naše more, Vol. 60, pp. 91-96
- [179] Uredba (EU) 2015/757 Europskog parlamenta i vijeća od 29. travnja 2015. o praćenju emisija ugljikova dioksida iz pomorskog prometa, izvješćivanju o njima i njihovoj verifikaciji te o izmjeni Direktive 2009/16/EZ, Službeni list Europske unije, L 123/55
- [180] Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990.-2019., Izvješće prema konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime i prema Kyotskom protokolu, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Republika Hrvatska
- [181] Franić, Z., 2021, "Praćenje, izvještavanje i provjera emisija CO₂ u pomorskom prometu", Sigurnost, Vol. 63, No.2, pp. 189-201
- [182] Uredba o utvrđivanju najviših maloprodajnih cijena naftnih derivata, Narodne novine 105/2022
- [183] Ecotree, www.ecotree.green (pristupljeno 06.11.2022.)
- [184] Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2030. godine, <https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/MMPI%20Strategija%20prometnog%20razvoja%20RH%202017.-2030.-final.pdf> (pristupljeno 02.02.2022.)

POPIS TABLICA

Tablica 1. Razine / podsustavi pomorskoputničkog prometa (stranica 15.)

Tablica 2. Primjer pitanja u osobnom komuniciranju s ekspertima, stranica (stranica 80.)

Tablica 3. Tjedna potrošnja pogonske energije po promatranim brzobrodskim linijama (stranica 82.)

Tablica 4. Veličine uteženja za promatrane brzobrodске linije u odnosu na potrošnju pogonske energije (stranica 82.)

Tablica 5. Broj pripadajućih brodova po promatranim brzobrodskim linijama (stranica 84.)

Tablica 6. Produkt bodova i broja prevezenih putnika (stranica 85.)

Tablica 7. Veličine uteženja za promatrane brzobrodске linije u odnosu na dostupnost brodova (stranica 86.)

Tablica 8. Veličine kod kompromisnog pristupa (stranica 88.)

Tablica 9. Utežene veličine kod kompromisnog pristupa (stranica 89.)

Tablica 10. Stanovništvo hrvatskih otoka od 1857. do 2011. (bez Pelješca) (stranica 98.)

Tablica 11. Kretanje broja i udjela stanovnika otoka od 1981. do 2011. na području Republike Hrvatske (stranica 99.)

Tablica 12. Razvrstaj hrvatskih otoka po geografskom kriteriju i teritorijalnoj nadležnosti (stranica 114.)

Tablica 13. Razvrstaj hrvatskih otoka prema kriteriju udaljenosti od kopna (stranica 115.)

Tablica 14. Ulaganja Republike Hrvatske u otoke 2004.-2017. (stranica 118.)

Tablica 15. Linije unutar sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske (stranica 123.)

Tablica 16. Dinamika godišnjeg plovidbenog reda za otok Hvar prema broju tjednih polazaka prema otoku (stranica 132.)

Tablica 17. Flota obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske (stranica 135.)

Tablica 18. Prosječna starost brodova flote obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske (stranica 136.)

- Tablica 19.** Razvedenost obale Jadranskog mora po pripadajućim državama (stranica 137.)
- Tablica 20.** Brzobrodске linije sa zahtjevom brodova brzine 25 čvorova (stranica 140.)
- Tablica 21.** Inicijalno pridruživanje brzih brodova i brzobrodskih linija (stranica 141.)
- Tablica 22.** Prikkladnost brzih brodova pojedinim brzobrodskim linijama (stranica 143.)
- Tablica 23.** Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija u razdoblju izvansezona (stranica 144.)
- Tablica 24.** Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija u razdoblju niske sezone (stranica 145.)
- Tablica 25.** Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija u razdoblju visoke sezone (stranica 147.)
- Tablica 26.** Trajektne linije sa zahtjevom brodova brzine 9 čvorova (stranica 150.)
- Tablica 27.** Inicijalno pridruživanje trajekata i trajektnih linija (stranica 151.)
- Tablica 28.** Prikkladnost trajekata po pojedinim trajektnim linijama (stranica 152.)
- Tablica 29.** Potrošnja pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja trajekata i trajektnih linija u razdoblju izvansezona (stranica 153.)
- Tablica 30.** Količina ispuštanja CO₂ prema potrošnji pogonske energije kod inicijalnog i optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija (stranica 157.)
- Tablica 31.** Bodovanje brzih putničkih brodova prema uvjetima brzobrodskih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske (stranica 159.)
- Tablica 32.** Broj prevezenih putnika na brzobrodskim linijama u izvansezoni, niskoj sezoni i visokoj sezoni (stranica 160.)
- Tablica 33.** Prikkladnost brzih brodova brzobrodskim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog pridruživanja i optimalnog pridruživanja u razdoblju izvansezona (stranica 161.)
- Tablica 34.** Prikkladnost brzih brodova brzobrodskim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog pridruživanja i optimalnog pridruživanja u razdoblju niske sezone (stranica 162.)
- Tablica 35.** Prikkladnost brzih brodova brzobrodskim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog pridruživanja i optimalnog pridruživanja u razdoblju visoke sezone (stranica 162.)
- Tablica 36.** Bodovanje trajekata prema uvjetima trajektnih linija sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske (stranica 163.)

Tablica 37. Broj prevezenih putnika na trajektnim linijama u izvansezoni (stranica 163.)

Tablica 38. Prikladnost trajekata trajektnim linijama u odnosu na putnike kod inicijalnog pridruživanja i optimalnog pridruživanja u razdoblju izvansezone (stranica 164.)

Tablica 39. Vrijednosti g_{ij} po promatranim brzobrodskim linijama (stranica 166.)

Tablica 40. Vrijednosti b_{ij} po promatranim brzobrodskim linijama (stranica 167.)

Tablica 41. Vrijednosti $\frac{1}{2} \frac{b_{ij}}{B} - \frac{1}{2} \cdot \frac{g_{ij}}{G}$ po promatranim brzobrodskim linijama (stranica 168.)

Tablica 42. Trenutni raspored i optimalno pridruživanje brzih putničkih brodova i brzobrodskih linija kompromisnim pristupom u izvansezoni, niskoj i visokoj sezoni (stranica 171.)

Tablica 43. Vrijednosti g_{ij} po promatranim trajektnim linijama (stranica 172.)

Tablica 44. Vrijednosti b_{ij} po promatranim trajektnim linijama (stranica 173.)

Tablica 45. Vrijednosti $\frac{1}{2} \frac{b_{ij}}{B} - \frac{1}{2} \cdot \frac{g_{ij}}{G}$ po promatranim trajektnim linijama (stranica 174.)

Tablica 46. Trenutni raspored i optimalno pridruživanje trajekata i trajektnih linija kompromisnim pristupom u izvansezoni (stranica 176.)

Tablica 47. Potvrda rezultata optimalnog pridruživanja brzih brodova i brzobrodskih linija kompromisnim pristupom u izvansezoni (stranica 177.)

POPIS GRAFOVA

Graf 1. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Europske unije u razdoblju od 2015. do 2020. godine (stranica 34.)

Graf 2. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Italije u razdoblju od 2016. do 2020. godine (stranica 37.)

Graf 3. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Grčke u razdoblju od 2016. do 2020. godine (stranica 39.)

Graf 4. Kretanje broja putnika u pomorskoputničkom prometu (bez putnika na kružnim putovanjima) Republike Hrvatske u razdoblju od 2016. do 2020. godine (stranica 43.)

Graf 5. Emisija CO₂ po sektorima u razdoblju od 1982. do 2020. godine (stranica 49.)

Graf 6. Emisije stakleničkih plinova svih prometnih sektora (stranica 50.)

Graf 7. Primjer grafa (stranica 70.)

Graf 8. Primjer neusmjerenog i usmjerenog grafa (stranica 71.)

Graf 9. Primjer višestrukog brida između vrhova v_1 i v_2 (stranica 71.)

Graf 10. Stupanj vrha v_1 (stranica 72.)

Graf 11. Inicijalni raspored radnika za izvršenje određenih radnih zadataka (stranica 73.)

Graf 12. Uteženi graf sparivanja radnika i radnih zadataka (stranica 74.)

Graf 13. Savršeno sparivanje radnika i radnih zadataka koje nije optimalno (stranica 74.)

Graf 14. Optimalno sparivanje radnika i radnih zadataka (stranica 75.)

Graf 15. Primjer inicijalnog stanje povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama s aspekta potrošnje pogonske energije (stranica 81.)

Graf 16. Primjer uteženja povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama s aspekta potrošnje pogonske energije (stranica 82.)

Graf 17. Primjer optimalnog povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama s aspekta potrošnje pogonske energije (stranica 83.)

Graf 18. Primjer inicijalnog stanja povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova (stranica 85.)

Graf 19. Primjer uteženja trenutnog stanja povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova (stranica 86.)

Graf 20. Primjer optimalnog povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama s aspekta dostupnosti brodova (stranica 87.)

Graf 21. Primjer optimalnog povezivanja brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama kompromisnim pristupom (stranica 89.)

Graf 22. Kretanje broja stanovnika na 15 najnaseljenijih otoka u 2001. i 2011. (stranica 97.)

Graf 23. Usporedba broja turista na tri dalmatinska otoka (stranica 101.)

Graf 24. Kretanje broja prevezenih putnika i vozila u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu Republike Hrvatske za razdoblje od 2015. do 2020. godine (stranica 102.)

Graf 25. Ulaganja Republike Hrvatske u otoke 2004.-2017. po područjima (stranica 119.)

Graf 26. Broj prevezenih putnika i vozila na trajektnim linijama 2010.-2019. (stranica 128.)

Graf 27. Broj prevezenih putnika po brodskim (klasičnim) linijama 2010.-2019. (stranica 129.)

Graf 28. Broj prevezenih putnika po brzobrodskim linijama 2010.-2019. (stranica 130.)

Graf 29. Broj prevezenih putnika u obalnom linijskom pomorskoputničkom prometu Republike Hrvatske 2010.-2019. (stranica 130.)

Graf 30. Kretanje broja prevezenih putnika i vozila u 2019.g. na trajektnim, brzobrodskim i brodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske (stranica 133.)

Graf 31. Udio brodara u prometu putnika sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske – 2019.godina (stranica 134.)

Graf 32. Povezivanje brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona (stranica 148.)

Graf 33. Optimalno sparivanje brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske s aspekta potrošnje pogonske energije u razdoblju izvansezona (stranica 149.)

Graf 34. Povezivanje trajekata s odgovarajućim trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske u razdoblju izvansezona (stranica 154.)

Graf 35. Optimalno sparivanje trajekata s odgovarajućim trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske s aspekta potrošnje pogonske energije u razdoblju izvansezona (stranica 155.)

Graf 36. Optimalno sparivanje kompromisnim pristupom brzih brodova s odgovarajućim brzobrodskim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske s aspekta potrošnje pogonske energije u razdoblju izvansezona (stranica 170.)

Graf 37. Optimalno sparivanje kompromisnim pristupom trajekata s odgovarajućim trajektnim linijama sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske s aspekta potrošnje pogonske energije u razdoblju izvansezona (stranica 175.)

POPIS SHEMA

Shema 1. Klasifikacija modela (stranica 62.)

Shema 2. Opći model optimizacije sustava obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa (stranica 90.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Karta Italije (stranica 35.)

Slika 2. Karta Grčke (stranica 39.)

Slika 3. Karta Republike Hrvatske (stranica 42.)

Slika 4. Prikaz rezultata savršenog i optimalnog sparivanja radnika i radnih zadataka (stranica 76.)

Slika 5. Primjer izvršenja savršenog sparivanja mađarskom metodom (stranica 77.)

Slika 6. Paneuropska prometna mreža (stranica 94.)

Slika 7. Brodske, brzobrodske i trajektne linije obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na području sjevernog Jadrana (stranica 124.)

Slika 8. Brodske, brzobrodske i trajektne linije obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na području srednjeg Jadrana (stranica 125.)

Slika 9. Brodske, brzobrodske i trajektne linije obalnog linijskog pomorskoputničkog prometa Republike Hrvatske na području južnog Jadrana (stranica 126.)

ŽIVOTOPIS

Antonija Mišura rođena je 06. listopada 1976. godine u Splitu gdje je završila osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirala je na Ekonomskom fakultetu u Splitu 2000. godine nakon čega upisuje studij za dopunsko pedagoško-psihološko obrazovanje nastavnika na Fakultetu prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja u Splitu što uspješno završava.

Doktorandici radni staž počinje teći 2002. godine, a posebno se ističe 13 godina rada na rukovodećim radnim mjestima u brodarskoj kompaniji gdje stječe organizacijske i rukovoditeljske vještine. Od 01. listopada 2018. godine zaposlenik je Pomorskog fakulteta u Splitu te kao suradnik sudjeluje u izvođenju sljedećih kolegija: „Sustavi prometa u pomorskom turizmu“, „Marketing u pomorstvu“, „Istraživanje tržišta u pomorstvu“, „Menadžment u nautičkom turizmu“, „Pomorski turizam“, „ Pomorski strategijski menadžment I i II“, „ Strategijski menadžment u pomorstvu“ na studijskim smjerovima Pomorski menadžment, Pomorske tehnologije jahta i marina i Pomorska nautika.

Doktorandica je sudjelovala u VIF znanstvenom projektu naziva „Tjelesna aktivnost, san i psihološki stres skipera i nautičara“. U svibnju 2021. godine na Festivalu znanosti u Splitu doktorandica je prezentirala rad „Digitalna znanost u pomorstvu“ koji je rezultat suradnje s kolegama s Pomorskog fakulteta u Splitu. Također, uspješno je završila program "EU ŠKOLA" -upravljanje programima i projektima financiranim iz bespovratnih sredstava Europske unije i tečaj za ISM KODEKS.

Govori engleski jezik te se služi talijanskim jezikom.

Radovi u znanstvenim časopisima i na međunarodnim znanstvenim skupovima:

1. STANIVUK, T.; MIŠURA, A.; STAZIĆ, L.; ŠTOLFA, I.: Determination of the Cruise Vessels Seasonal Pattern in Eastern Adriatic, TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 15 (2021, 4; pp 743-748
2. RAČIĆ, M.; BALIĆ, K.; PAVLINOVIĆ, M.; MIŠURA, A.: Evaluation of cruiser traffic variables in seaports of the Republic of Croatia, Pedagogika – Pedagogy, 93, (2021)
3. LALIĆ, B.; POLJAK, A.; RADICA, G.; MIŠURA, A.: Low-Speed Marine Diesel Engine Modeling for NO_x Prediction in Exhaust Gases, Energies, Vol.14, Issue 15, (2021); pp 1-29

4. MIŠURA, A.; STANIVUK, T.; ŠODA, J.; JUGOVIĆ, A.: Model of short-term forecasting liner maritime transport in the port system: A case study for Split City port, *Pomorstvo*, Vol.34, (2020), No.2; pp 363-375
5. STANIVUK, T.; MIŠURA, A.; STAZIĆ, L.; GALIĆ, S.: Analysis of inspections in LNG shipping company, 19th International Conference on Transport Science (ICTS 2020), 17-18 September 2020, Faculty of Maritime Studies and Transport, Portorož, Slovenia, 2020
6. MIŠURA, A.; OBLAK, R.; BOJIĆ, F.; VIZJAK, S.: Comparative Analysis of the Concessioning Model of Maritime Domains in the Territory of Both the European Union and the Republic of Croatia with a Focus on the Seaports, *Pomorstvo*, Vol.34, (2020), No.1; pp 146-155
7. STANIVUK, T., ŠUNDOV, M., ŽANIĆ MIKULIČIĆ, J., MIŠURA, A.: Logistical Activities in the Function of Development of the Shipbuilding Industry, *Transactions on Maritime Science*, Vol.9, (2020),No.01;pp 51-62
8. MIŠURA, A.; SOPTA, D.; PERIĆ-HADŽIĆ, A.: Impact of Traffic Connectivity on Island Development, *Naše more*, Vol.67, (2020), No.1; pp 69-77
9. MIŠURA, A.; STANIVUK, T.; ČIŠIĆ, D.: Attitudes on introduction of electric ships in the Coastal Maritime Traffic of the Republic of Croatia, *Pomorstvo*, Vol.33, (2019), No.1; pp 84-91
10. MIŠURA, A.; STANIVUK, T.; BALIĆ, K.; RAČIĆ, M.: Introducing electric ships in the coastal maritime traffic system of the Republic of Croatia, 1st International Conference of Maritime Science & Technology (*Naše more*), 17-18 October 2019, University of Dubrovnik, Maritime Department, Dubrovnik, Croatia, 2019
11. MIŠURA, A.; STAZIĆ, L.; STANIVUK, T.; KOMAR, I.: Verification of the Evaluation methodology for ship's Planned Maintenance System database, 8th International Maritime Science Conference (IMSC 2019), 11-12 April 2019, Faculty of Maritime Studies, Kotor, Montenegro, 2019
12. VUKIĆ, L.; MARUŠIĆ, E.; MIŠURA, A.; PALADIN, S.: Review of nautical tourism port business in Croatia, 8th International Maritime Science Conference (IMSC 2019), 11-12 April 2019, Faculty of Maritime Studies, Kotor, Montenegro, 2019
13. BRATIĆ, K.; STAZIĆ, L.; MIŠURA, A.; JURIĆ, Z.: Spare Parts optimization using a Planned Maintenance System, 8th International Maritime Science Conference (IMSC 2019), 11-12 April 2019, Faculty of Maritime Studies, Kotor, Montenegro, 2019

14. BEBIĆ, D.; STAZIĆ, L.; MIŠURA, A.; KOMAR, I.: EDD – Economic Benefit Analysis of Extending Dry Docking Interval, Transactions on Maritime Science, Vol.7, (2018),No.02;pp 164-173
15. STAZIĆ, L.; KOMAR, I.; MIHANOVIĆ, L.; MIŠURA, A.: Shipowner's Impact on Planned Maintenance system Database Quality Grades Resemblance Equalization, Transactions on Maritime Science, Vol.7, (2018),No.01;pp 5-22
16. STAZIĆ, L.; KOMAR, I.; MIŠURA, A.; BUKLJAŠ SKOČIBUŠIĆ, M.: Simplification of evaluation methodology for ship's PMS database, 18th International Conference on Transport Science (ICTS 2018), 14-15 June 2018, Faculty of Maritime Studies and Transport, Portorož, Slovenia, 2018