

**Zvonimir Lušić**

## **STRUKTURNA ANALIZA GLAVNIH PLOVIDBENIH PUTOVA JADRANA**

Znanstveni magistarski rad pod naslovom **Strukturna analiza glavnih plovidbenih putova Jadrana** izrađen je pod mentorstvom dr. sc. Serđa Kosa, a obranjen je dana 17. svibnja 2006. godine na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, pred Povjerenstvom u sastavu: red. prof. dr. sc. Damir Zec, red. prof. dr. sc. Serđo Kos i red. prof. dr. sc. Duško Vranić.

Magistarski rada sadrži 111 stranica teksta pisanog računalom s jednostrukim proredom, generalnu pomorsku kartu 101 – Jadransko more, 34 slike i 15 tablica. U popisu literature zabilježene su 72 bibliografske jedinice. Citati i tuđe spoznaje korektno su navedeni.

Obilježja Jadranskog mora kao plovnog puta su općepoznata i relativno dobro istražena i prikazana u raznim znanstvenim i stručnim publikacijama. S druge strane plovidbeni putovi na Jadranu još uvijek nisu jasno definirani niti do kraja istraženi. Također, treba konstatirati da na Jadranu još uvijek nije uspostavljen jedinstveni sustav regulacije pomorskog prometa, a nedostaje i sustav nadzora pomorske plovidbe. Kao posljedica navedenog postoji sloboda u izboru plovidbenih putova po pojedinim pravcima kretanja brodova na Jadranu, posebice se može istaći uzdužni plovidbeni pravac od Otrantskih vrata do krajnjih sjeverozapadnih luka Jadrana, što često rezultira izborom plovnih ruta vrlo blizu obale ili kroz otočna područja. Ovaj rad doprinosi boljem razumijevanju prednosti i nedostataka pojedinih plovnih putova na Jadranu, pravilnijem izboru plovnih ruta za plovidbu raznih vrsta brodova te postaje solidna osnova za bolju organizaciju općeg tijeka plovidbe na Jadranu.

Struktura magistarskog rada obuhvaća ukupno šest komplementarnih poglavlja i zaključak.

U uvodnom dijelu pristupnik iznosi detaljnije obrazloženje odabrane teme magistarskog rada, opisuje osnovne postavke rada, cilj istraživanja te očekivani doprinos i moguću primjenu rezultata istraživanja. Također, u uvodnom dijelu prikazana je osnovna radna teza magistarskog rada, pomoćne radne teze, podrobnija struktura rada i metode korištene u istraživanju, te su definirani osnovni pojmovi nautičkih znanosti relevantni za istraživanje problematike glavnih plovidbenih putova Jadrana.

U drugom poglavlju općenito se obrađuje Jadransko more kao plovni put. Prikazane su geografske značajke, batimetrijske značajke te meteorološke i oceanografske značajke Jadranskog mora. Iskazane su važnije povijesne

činjenice vezane uz načine izvođenja plovidbe na Jadranu, glavne luke na Jadranu, njihov godišnji promet tereta s detaljnom raščlambom na talijanske, slovenske, hrvatske te crnogorske i albanske luke. Također, prikazan je promet brodova po plovidbenim pravcima Jadrana s raščlambom na kabotažu, uzdužne i poprečne plovidbene rute te sjeverni i južni Jadran.

U trećem poglavlju detaljno se obrađuju plovidbeni putovi na Jadranu. Definira se pojam plovidbenog puta te se klasificira podjela plovidbenih putova po sljedećim kriterijima: s obzirom na područje plovidbe, u odnosu na obalnu liniju, s obzirom na obvezu korištenja, prema općem tijeku plovidbe te sukladno veličini broda, odnosno raspoloživoj dubini vode ispod kobilice (UKC). Na osnovi konstatacije da su glavni plovidbeni putovi na Jadranu formirani na glavnim plovidbenim pravcima, tj. između glavnih luka na Jadranu definirani su: **glavni uzdužni plovidbeni putovi**, poglavlje raščlanjeno na plovidbene putove uzduž zapadne obale, plovidbene putove uzduž istočne obale i izvanjskog niza otoka, te plovidbene putove uzduž istočne obale međuotočkim kanalima i područjem izvanjskog niza otoka, **glavni poprečni plovidbeni putovi**, poglavlje raščlanjeno na luke sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana, **dužobalni plovidbeni putovi** koje koriste uglavnom manji brodovi, te posebno, **plovidbeni putovi nautičkog turizma** koji povezuju nautičke centre s najatraktivnijim turističkim odredištima na Jadranu. U ovom poglavlju obrađene su i **plovne rute kretanja opasnog tereta** na Jadranu.

U četvrtom poglavlju obrađuje se problematika izbora plovidbenog puta, elementi terestričkog pozicioniranja primjereno plovidbi Jadranom te plovidba broda u otežanim uvjetima. Detaljno se specificiraju čimbenici koji utječu na izbor plovidbenog puta uz njihovu raščlambu na vanjske, koji ne ovise o brodu i posadi, te unutarnje koji su posljedica obilježja broda ili njegovog iskorištavanja. Navedena su temeljna načela kojih se valja pridržavati kod izbora kurseva za odnosni plovidbeni put. Kako je plovidba Jadranskim morem najčešće obalna plovidba u nastavku su obrađeni elementi plovidbe u otežanim uvjetima i to: plovidba u blizini obale i plovidba međuotočkim područjem, plovidba u uvjetima smanjene horizontalne vidljivosti, plovidba pod utjecajem struje, vjetra i valova, plovidba u uvjetima velike gustoće prometa te načela plovidbe u područjima ratnih djelovanja. Kako se u plovidbi Jadranom pretežno koristi terestrička navigacija obrađene su vrste pozicija u navigaciji, metode pozicioniranja (istovremeno, u razmaku vremena, zbrojena pozicija), greške kod terestričkog pozicioniranja te pomoćne metode za sigurnu plovidbu: planiranje kursova prema sigurnim azimutima i pokrivenim smjerovima, plovidba uz sigurne izobate, sigurna udaljenost, siguran kurs, siguran vertikalni i horizontalni kut, sigurno obilaženje rtova, te točke izmjene kursa broda.

Peto i šesto poglavlje su ključni dio ovoga magistarskog rada. U njima je sadržan pristupnikov znanstveni doprinos problematici strukturne analize glavnih plovidbenih putova na Jadranu. U petom poglavlju obrađuje se prob-

lematika relevantnih obilježja plovidbenih putova na Jadranu. Na temelju provedenog istraživanja pristupnik konstatira da izbor plovidbenih putova na Jadranu prvenstveno ovisi o čitavom nizu čimbenika kao npr: udaljenostima do odredišnih luka, prevladavajućim hidrometeorološkim uvjetima, navigacijskim opasnostima, veličini broda i njegovim manevarskim svojstvima, raspoloživim sustavima i metodama pozicioniranja, gustoći prometnih tokova, raspoloživim sustavima komunikacije i izvješćivanja brodova, itd. Također, kako regulacija plovidbe u Jadranskom moru još uvijek nije dovršena do kraja i ona se smatra jednim od bitnih čimbenika koji utječe na izbor plovidbenih putova. Kao rezultat istraživanja pristupnik u ovom poglavlju definira najpovoljnije uzdužne plovidbene putove s obzirom na udaljenosti od Otrantskih vrata do luka Trieste, Koper, Venezia, Ancona, Rijeka, Zadar, Šibenik, Split,(...). Od hidrometeoroloških uvjeta na Jadranu koji utječu na izbor plovnog puta obrađeni su: utjecaj vjetera i valova, struje u Jadranskom moru te pojava magle i smanjene horizontalne vidljivosti. S obzirom na važnost, pristupnik posebno obrađuje navigacijske opasnosti i područja na Jadranu koja treba izbjegavati: navigacijske opasnosti na glavnom uzdužnom plovidbenom putu otvorenim morem Jadrana, navigacijske opasnosti na plovidbenom putu uzduž zapadne obale Jadrana, navigacijske opasnosti na plovidbenom putu uzduž istočne obale Jadrana te područja zabranjene ili ograničene plovidbe. Posebice se prikazuju područja obalnog peljarenja, analiziraju raspoloživi sustavi i metode pozicioniranja na Jadranu, objekti pomorske signalizacije u Republici Hrvatskoj, raspoloživi sustavi komunikacija i izvješćivanja brodova na Jadranu, sustavi regulacije prometa na Jadranu (ATS sustav), te služba traganja i spašavanja. Također u ovom poglavlju na temelju istraživanja pristupnik obrađuje značajna obilježja prometnih tokova na Jadranu te analizira gustoću prometa brodova na glavnim plovidbenim pravcima Jadrana na temelju čega definira potencijalno opasna područja s obzirom na povećanu gustoću prometa, te analizira strukturu pomorskih nezgoda na Jadranskom moru po godinama od 1999. do 26. 08. 2005. godine raščlanjeno na sudare, nasukanja, prevrnuća,(...). U ovome poglavlju pristupnik definira matematički model kojim se može odrediti broj potencijalnih sudara brodova u različitim uvjetima križanja plovidbenih kursova, odnosno međusobnog odnosa brodova, za slučaj nesmetane plovidbe, ali i u slučaju otežavajućih situacija kao npr. u nevremenu, prilikom operacija spašavanja, itd. Analiziraju se tri karakteristične situacije: križanje kursova, približavanje u protukursevima i pretjecanje. Također u ovom poglavlju pristupnik prikazuje određivanje broja sudara brodova na osnovi broja potencijalno opasnih situacija i koeficijenta  $P_c$  koji se procjenjuje na osnovi statističkih podataka o kretanju brodova i njihovim nezgodama u područjima gdje plove, a zatim se primjenjuje na interesno područje. U zadnjem dijelu ovoga poglavlja pristupnik predlaže načine smanjivanja vjerojatnosti sudara, nasukanja i ostalih nezgoda na Jadranu.

U šestom poglavlju pristupnik detaljno obrađuje problematiku odabira optimalnih plovidbenih ruta. Kako je načelno izbor plovidbenih putova, tj. ruta rezultat procjene relevantnih vanjskih i unutarnjih čimbenika koji utječu na izbor puta pristupnik u svom magistarskom radu predlaže algoritam postupaka kod izbora plovne rute, a prvi korak je definiranje odredišta i cilja planiranog putovanja, a sve ostale mjere i postupci su usmjereni prema ostvarenju postavljenog cilja putovanja. Kod odabira najpovoljnije plovne rute pristupnik predlaže definiranje funkcije cilja koja može biti: plovidbeni put najmanje udaljenosti, plovidbeni put s najmanjim vremenom plovidbe, plovidbeni put s najmanjim potroškom goriva te plovidbeni put kojim se ostvaruju najmanji ukupni troškovi. Uzimajući u obzir bitne čimbenike koji utječu na izbor plovidbenih putova, kriterije sigurnosti, određene interese zemalja koje imaju izlaz na Jadransko more pristupnik je predložio plovidbene putove za određenu vrstu broda, te određenu veličinu broda na pojedinim plovidbenim pravcima i to:

- glavni uzdužni plovidbeni put otvorenim morem Jadrana,
- preporučene plovidbene rute od Otrantskih vrata prema sjevernom Jadranu za luke: Venezia, Trieste, Rijeka, Ancona/Ravenna,
- uzdužni plovidbeni put vanjskim rubom otoka istočnog Jadrana,
- preporučene rute od Otrantskih vrata prema sjevernom Jadranu – Rijeka – ukupna udaljenost 408 NM,
- alternativni plovidbeni put od Otrantskih vrata prema Rijeci plovidbom kroz područje otoka Biševa i otoka Svetac,
- plovidbeni put uz zapadnu obalu Jadrana,
- preporučene rute od Otrantskih vrata prema sjevernom Jadranu za luku Ancona – dvije opcije - udaljenost 334 NM / 356 NM,
- dužobalni plovidbeni putovi uz istočnu obalu Jadrana – unutarnjim rubom vanjskog niza otoka.

U zadnjem dijelu ovoga poglavlja pristupnik je analizirao sadašnje glavne plovidbene putove na Jadranu, posebice vodeći računa o sustavima regulacije plovidbe koji za sada postoje u sjevernom dijelu Jadrana, dok ih u južnom dijelu Jadrana nema, što se pojavljuje kao ozbiljan nedostatak. S obzirom na veliku potražnju za energentima (plin, nafta) pristupnik je analizirao potencijalne izmjene u plovnim putovima na Jadranu koje se mogu očekivati u bliskoj budućnosti.

U sedmom, zaključnom poglavlju ukratko su istaknuti temeljni zaključci rada te mogućnosti njihove primjene.

Doprinos ovoga rada ogleda se u sustavno provedenoj analizi relevantnih čimbenika glavnih plovidbenih putova na Jadranu. U okviru magistarskog rada pristupnik je predložio model kojim se može odrediti broj potencijalnih sudara brodova u različitim uvjetima križanja kursova, odnosno međusobnog odnosa brodova. Također, pristupnik je na temelju provedenog istraživanja izradio al-

goritam izbora plovidbenih putova na Jadranu s obzirom na veličinu broda i odgovarajuće hidrometeorološke uvjete, predložio praktičnu shemu redosljeda postupaka kod izbora plovidbenog puta od strane zapovjedništva broda, te je kao rezultat provedenog istraživanja ovoga magistarskog rada na generalnoj pomorskoj karti 101 – Jadransko more, prikazao predloženu mrežu plovidbenih putova na Jadranu. Praktične rezultate istraživanja ovoga rada mogu koristiti zapovjednici brodova, časnici palubne straže pri plovidbi Jadranom, a mogu poslužiti i kao dobra osnova kod buduće uspostave usmjerene plovidbe na Jadranu.

*Dr. sc. Serđo Kos*