

ANALIZA RIZIKA POMORSKOGA PROMETA U DUBROVAČKOM AKVATORIJU

Analysis of Risks of Maritime Traffic in the Aquatic Region of Dubrovnik

Ivica Đurđević-Tomaš, kap. d. pl., dipl. ing.

Pomorski odjel
Sveučilište u Dubrovniku
E-mail: idtomas@unidu.hr

Miloš Brajović, kap. d. pl., dipl. ing.

Pomorski odjel
Sveučilište u Dubrovniku
E-mail: milos.brajovic@unidu.hr

dr. sc. Željko Kurtela

Pomorski odjel
Sveučilište u Dubrovniku
E-mail: zeljko.kurtela@unidu.hr

UDK 656.61:627.7 (210.7 DUBROVNIK)

Sažetak

Pomorski promet u dubrovačkom akvatoriju iz godine u godinu se povećava. Za ljetnih mjeseci dostiže vršno opterećenje i rizik neželjenog događaja (pomorske nezgode) postaje izgledan s mogućim teškim posljedicama.

Analiza rizika dubrovačkog akvatorija obuhvaća putničku Luku Dubrovnik i njezino morsko područje i Staru gradsku luku sa sidrištem Lokrumom.

U radu su naznačeni identifikacija rizika, učestalost i posljedice pomorskih nezgoda u ovom akvatoriju. Analizirana su dva sudara brodova za kružna putovanja koja su se dogodila na sidrištu Lokrum i s pomoću simulacije napravljen je scenarij manevriranja velikog broda za kružna putovanja u Gruškom zaljevu u otežanim uvjetima.

Poradi povećanja sigurnosti plovidbe i manevriranja brodovlja ovim akvatorijem, potrebno je poduzeti više mjera koje se tiču regulacije i kontrole prometa, njegovih rasterećenja u vrsnim opterećenjima, uvođenja sustava nadzora sigurnosti plovidbe i organizacije prihvata brodovlja.

Ključne riječi: analiza rizika, simulacija sudara brodova, mjere sigurnosti plovidbe.

Summary

Maritime traffic in the aquatic region of Dubrovnik is on the increase each year. During summer months it reaches its peak loads and the risk of marine accidents is imminent incurring possible hard consequences.

The analysis of the risk of Dubrovnik aquatic area has comprised the passenger port of Dubrovnik and its marine area and the Old City port with Lokrum anchorage.

The paper has shown the identification of risks, incidence and the consequences in this aquatic area. Two collisions of cruising vessels which occurred at Lokrum anchorage have been analysed. The scheme of manoeuvring of a large cruising vessel in the Bay of Gruž in adverse conditions has been presented by means of simulation.

In order to increase the safety of sailing and manoeuvring of vessels in this aquatic area, various measures of precautions concerning traffic regulation and traffic control must be taken. At the same time the decrease of peak loads should be considered and the introduction of the system of safety control of navigation and the organization of the acceptance of ships.

Key words: risk analysis, simulation of ship collision, measures of safety of sailing.

UVOD / Introduction

Pomorski promet svih vrsta plovila u dubrovačkom akvatoriju iz godine se u godinu intenzivno povećava, pa je zbog toga potrebno napraviti analizu rizika koja obuhvaća identifikaciju rizika, učestalost i posljedice neželjenog događaja.

Najveće su opasnosti pritom moguće nezgode koje uključuju: ozljede putnika, posade i zaposlenika luke uz onečišćenje morskog okoliša, zatim oštećenja broda, operativne obale i prekid funkcije luke.

U radu je napravljena evaluacija navigacijske sigurnosti najvećih brodova za kružna putovanja sadašnjice u ovom akvatoriju (gruški akvatorij, lokrumski prolaz), analiza sudara brodova u Lokrumskom prolazu i s pomoću simulacije napravljen je scenarij manovre uplovljenja u luku Dubrovnik velikog broda za kružna putovanja u otežanim vremenskim uvjetima.

ANALIZA RIZIKA POMORSKOG PROMETA / Analysis of risks of marine traffic

Analiza rizika pomorskog prometa u određenome vremenskom razdoblju temelji se na sljedećim postavkama:

1. karakteristična obilježja luke,
2. manevarske osobine brodova,
3. interakcija brod-luka-sidrište u vremenskim uvjetima koji ograničavaju upravljivost,
4. analiza rezultata interakcije uz odgovarajuće mjere opreza.

Ad 1)

- Konfiguracija plovnog puta: prilaz luci (dubina i širina plovnog puta), okretište, pozicije podrtina i pličina i ostalih opasnosti za navigaciju.
- Vremenske prilike: smjer i brzina lokalnih vjetrova,

smjer i brzina morske struje, vidljivost. Pomagala za navigaciju: plutače (vrste i karakteristike), pokrivni smjerovi, svjetionici.

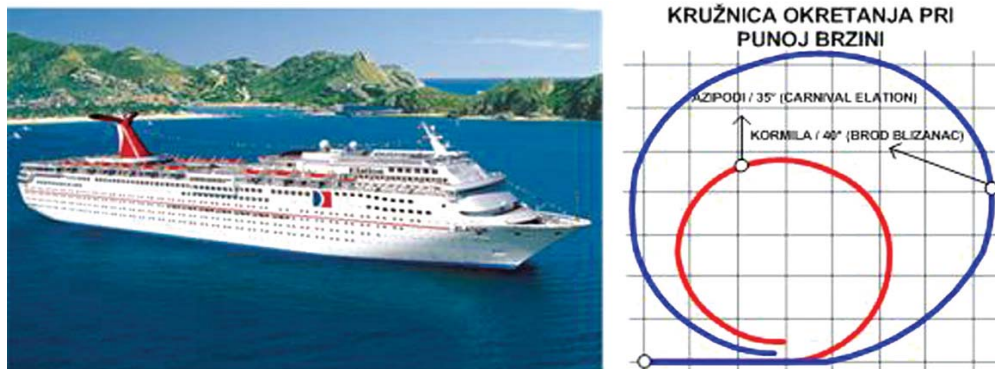
- Uvjeti u luci: plovidbene uzance, mogućnost korištenja tegljačima, različita ograničenja glede uplovljavanja, pristajanja i isplavljanja iz luke, vrste i veličine brodova koji pristaju u luci.

Ad 2) Manevarske osobine brodova [1] mogu se u potpunosti iskazati u lučkom području dovoljne dubine i širine te bez znatnijih utjecaja vjetra. Bočna površina broda izložena vjetru (u privjetrini) znatno utječe na manevarske sposobnosti i povećanje gaza.

Ad 3) Simulacija računalom za različite vremenske prilike ima za cilj utvrđivanje mogućih ograničenja pri manevriranju. Pogoršani vremenski uvjeti dovode do sporosti dotičnog broda u suprostavljanju vanjskim silama (npr. udari vjetra, „refuli“).

Ad 4) Procjena rizika provodi se u nekoliko glavnih smjerova. Prvi je korak svakako uspostaviti vjerojatnost nastanka ugroza sigurnosti plovidbe s posljedicama (npr. ljudske pogreške u lancu događaja koji prethodi nezgodi). Sljedeći je korak proces procjene razine rizika kojemu je izložen lučki sustav. Konačno, potrebno je uspostaviti postupke koji umanjuju ili onemogućuju rizik nastanka neželjenog događaja.

U ovom radu pri analizi rizika pomorskog prometa opisani su najveći brodovi za kružna putovanja sadašnjice sa svojim karakteristikama. Manevarske karakteristike broda ovise o njegovoj veličini, vrsti propulzije i ograničenjima pri manevriranju. Najveći brodovi za kružna putovanja imaju izvanrednu sposobnost manevriranja koja se razlikuje od klasičnog manevriranja tako da se i vrijednosti kružnice okretanja i zaustavnog puta znatno smanjuju. Zanimljivo je da brodovi koji su puno manjih dimenzija imaju lošija manevarska svojstva od tih brodova.



Slika 1. Usporedba kružnica okretanja dvaju brodova blizanaca pri punoj brzini (jedan brod s dva vijka i dva lista kormila, a drugi sa azipod propulzijom)

Figure 1. Comparison of the circles of rotation of two sisterships with full speed ahead (one ship with two propellers and two blades of rudder, and other with azipod propulsion)

Izvor: Klaas van Dokkum: *Ship knowledge*, Dokmar, Enkhuizen, 2006. [3]

Brodovi „freedom“ klase¹ [2] od 154.407 BT, dužine preko svega od 338,92 m, širine 38,6 m, maksimalne širine - krila mosta 49,10 m, gaza na ljetnoj teretnoj liniji 8,8 m - imaju šest generatora koji razvijaju snagu od 75.600 kW i četiri pramčana porivnika s po 3.400 kW uz maksimalnu snagu na pramcu od 13.600 kW. Imaju tri propulzora od kojih su dva azimutalna, a jedan je fiksni. U plovidbi sva tri propulzora imaju po 14 MW snage, u manevarskom načinu rada imaju po 10 MW, dok pri dinamičkom pozicioniranju dobivaju po 6 MW snage. Azimutalni propulzori u manevarskom načinu rada mogu se okretati u 360° horizonta, dok se u plovidbi okreću do 35° lijevo/desno. Budući da na ovim brodovima nije ugrađen list kormila, promjena kursa i potisak u stranu obavljaju se zakretanjem azimutalnih propulzora. Fiksni propulzor daje propulziju u smjeru naprijed-natrag i nema mogućnost okretanja oko svoje osi. Uz propulzor na krmi ugrađen je i fiksni stabilizator koji smanjuje brodski nagib zbog utjecaja mora i vjetera i prilikom promjene kursa. Tako riješena propulzija omogućuje ovim brodovima da razviju brzinu od 23 čv, a u vožnji krmom brzinu od 18 čv.

Maksimalna brzina pri kojoj se još koristi pramčanim porivnicima je 10 čv. Minimalna brzina pri kojoj se održava zadani kurs je 4 čv. U idealnim vremenskim uvjetima brod se može bočno kretati („crabbing mode“) brzinom od 4 čv.

U maneuvru naglog zaustavljanja broda potrebno je preokrenuti azimutalne propulzore u vožnju krmom, što se postiže kad brzina brodu padne ispod 15 čv. Fiksni se propulzor može preokrenuti u vožnju krmom

¹ Brodarska kompanija Royal Caribbean Cruise Line imenuje klase svojih brodova po prvom brodu u seriji. Tako „Voyager“ klasi pripada pet brodova istih karakteristika, a „Freedom“ klasi tri ista broda.

i pri maksimalnoj brzini. Vrijeme potrebno da se brod zaustavi tim maneuvrom je 267 sekunda a prijeđeni put iznosi 1.850 m, dakle gotovo jednu nautičku milju.

Kružnica okretanja broda pri punoj brzini je 1.600 m uz postavljanje azimutalnih propulzora u položaj sasvim lijevo/desno, dok je kružnica okretanja 950 m pri pola snage naprijed. Maksimalna visina broda je 63,45 m a površina izložena vjetru je 12.930 m².

Brodovi „freedom“ klase imaju mogućnost dinamičkog pozicioniranja, što znači da automatskom uporabom propulzora i porivnika na pramcu mogu zadržati određenu poziciju broda bez uporabe brodskih sidara.

Putnički brodovi, općenito, mogu izdržati bočne udare do 20 - 25 čv vjetera, a „freedom“ klasa, zbog iznimno velike snage propulzora (dva azimutalna), koji se postavljaju okomito na uzdužnu simetralnu ravninu broda, i četiri pramčana porivnika -mogu izdržati i kompenzirati vjeter brzine do 43 čv.

Od manevarskih karakteristika ove vrste brodova koje ograničavaju sigurnost plovidbe u plovnom kanalu i u samoj luci, treba izdvojiti brodski čučanj i nagib broda.

Identifikacija rizika u gruškome akvatoriju / Risk identification in the aquatic region of Gruž

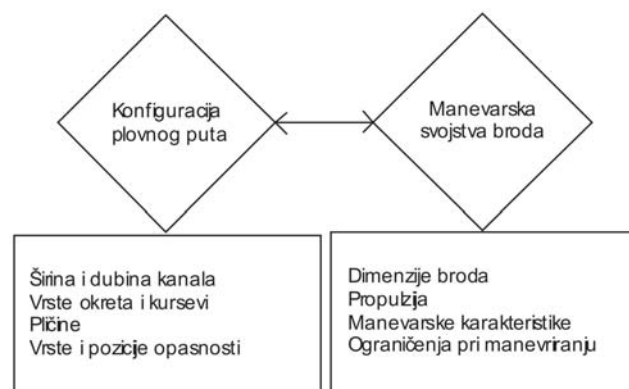
Prema algoritmu procjene sigurnosti plovidbe broda u luci i mogućnosti sidrenja (slike 3. i 4.) potrebno je utvrditi je li konfiguracija plovnog puta (širina i dubina kanala, vrste okreta i kursevi na plovnom putu, pozicije pličina i vrste i pozicije opasnosti na plovnom putu) ograničenje za sigurnu plovidbu.

Preporuka širine plovnog kanala (sedam širina broda) [4] za dvosmjernu plovidbu u Kanalu Daksa, kao najužemu dijelu plovnog puta je ispunjena. Uvjet je da brod usidren u Kanalu Daksa ne ometa siguran prolazak brodu koji plovi. Za velike brodove za kružna putovanja preporuka bi bila da samo jedan brod plovi Kanalom Daksa. Preporuke promjera kružnice okretaja od 2 do 2,5 duljine broda [4] nije ispunjena, ali zbog manevarskih svojstava modernih brodova, kružnica promjera od 520 m (slika 5.) može zadovoljiti kriterije sigurnosti – potrebno je uspostaviti ovaj prostor kao područje posebnog opreza. Preporuke dubine ispod kobilice [4] u potpunosti su zadovoljene, uključujući i sva ograničenja, i na plovnom putu i u dijelu neposredno uz sam pristan.

Na slici 2. prikazan je dio gruškog akvatorija sa zaslonu elektroničkog pokazivača pomorskih karata s informacijskim sustavima (ECDIS² Maris 900). Ti suvremeni navigacijski uređaji koriste se vektorskim elektroničkim navigacijskim kartama i omogućuju navigatoru da prikaz pomorske karte prilagodi vlastitom brodu. Na ovom su prikazu postavljeni parametri kako slijedi:

- bijela boja – dubine veće od 20 m,
- siva boja – dubine od 10 do 20 m
- svjetloplava boja - dubine od 5 do 10 m
- plava boja - dubine do 5 m.

Ovako konfiguriranu elektroničku navigacijsku kartu možemo protumačiti tako da područje bijele boje označuje dio siguran za plovidbu. Područje sive boje zahtijeva povećan oprez i ovisi o brodskom gazu, dok u području svjetloplave boje plovidba je moguća uz zadovoljavanje posebnih uvjeta (proračun visine vode; manevarska ograničenja broda). Plava boja označuje područje nasukanja.



Slika 3. Međuodnos broda i njegovih manevarskih svojstava i konfiguracije plovnog puta

Figure 3. Interrelation of the ship and her manoeuvrability features and the configuration of the fairway

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda), Sveučilište u Dubrovniku, 2009 [5]

Slika 2. Prikaz gruškog akvatorija na ECDIS Maris 900
Figure 2. Scheme of the aquatic region of the Bay of Gruž on ECDIS Maris 900

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda), Sveučilište u Dubrovniku, 2009. [5]



² ECDIS, Electronic Chart Display and Information System



Slika 4. Promjenljivi uvjeti koji utječu na sigurnost plovidbe

Figure 4. Changeable conditions affecting safety of sailing

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: „Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik” (evaluacija navigacijske sigurnosti broda), Sveučilište u Dubrovniku, 2009. [5]

Od hidrometeoroloških uvjeta, u koje se ubrajaju: smjer i brzina morske struje i struja morskih mijena, smjer i brzina vjetra, vidljivost, stanje mora i morske mijene - u gruškome akvatoriju treba izdvojiti vjetar, koji može utjecati na navigacijsku sigurnost broda i, u određenim uvjetima, može dovesti do zaustavljanja pomorskog prometa. Potrebno je karakteristike broda analizirati u određenom trenutku i utvrditi je li sposoban sigurno izvršiti manevar.

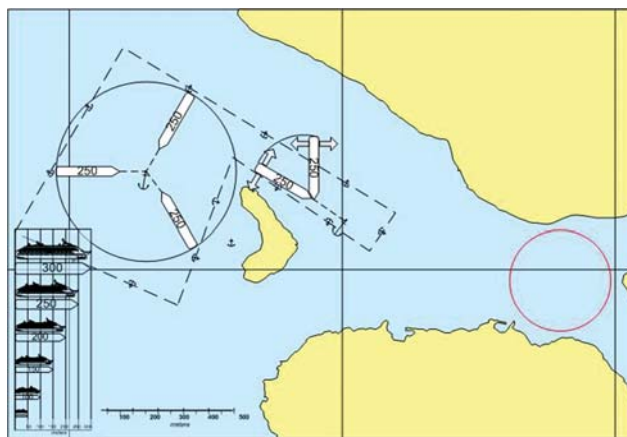
Praktični uvjeti u lukama i prometna pravila (regulacija) i zakrčenja luke, veličina i raspoloživost tegljača, vrste brodova koji se prihvaćaju - mogu utjecati na sigurnost plovidbe u putničkoj Luci Dubrovnik. Poradi povećanja

sigurnosti plovidbe potrebno je uspostaviti VTS i u pričuvi imati tegljač(e).

Sustav pomagala za navigaciju ne utječe na sigurnost plovidbe jer je plovidbeno područje s iznimno razvedenom obalom s puno markantnih radarskih objekata, svjetionika i lučkih svjetala koji olakšavaju orijentaciju i određivanje brodske pozicije.

Razvidno je da je konfiguracija plovnog puta u gruškome akvatoriju sigurna neovisno o veličini brodova. Činjenica je da i najveći brod za kružna putovanja današnjice može sigurno uploviti/isploviti/manevrirati u Luci Dubrovnik.

Sidrište Daksa ima veliku površinu (slika 5.), ali je izloženo zapadnim i južnim vjetrovima i valovima, osim dijela sidrišta u Kanalu Daksa. To je prostor kojim se može koristiti na siguran način za ukrcaj/iskrcaj putnika, ali svojom postojećom površinom ne zadovoljava potrebe sidrenja. U tom je prostoru moguće kombinirano sidrenje. S pomoću sidra i/ili pramčanih potiskivača pramac se zadržava u određenom kursu, dok se krma zadržava na mjestu aktivnim potiskom. Duljina ispuštenoga sidrenog lanca ovisi o stanju mora i vjetru, ali u svakom slučaju takvim se sidrenjem smanjuje lazni prostor. Kanal Daksa ostaje slobodan za sigurnu plovidbu a prolaz kroz Mala vrata i oko otoka Dakse ostaje nesmetan. Sidrište Daksa svojim većim dijelom pripada nezaštićenim, a manjim dijelom (Kanal Daksa) zaštićenim sidrištima. Ima pogodno dno, u hidrografsko-navigacijskom smislu sigurno je s odgovarajućim dubinama od 30 do 40 m.



Slika 5. Sidrište Daksa i područje povećanog opreza
Figure 5. Anchorage Daksa and the area of an increased precaution

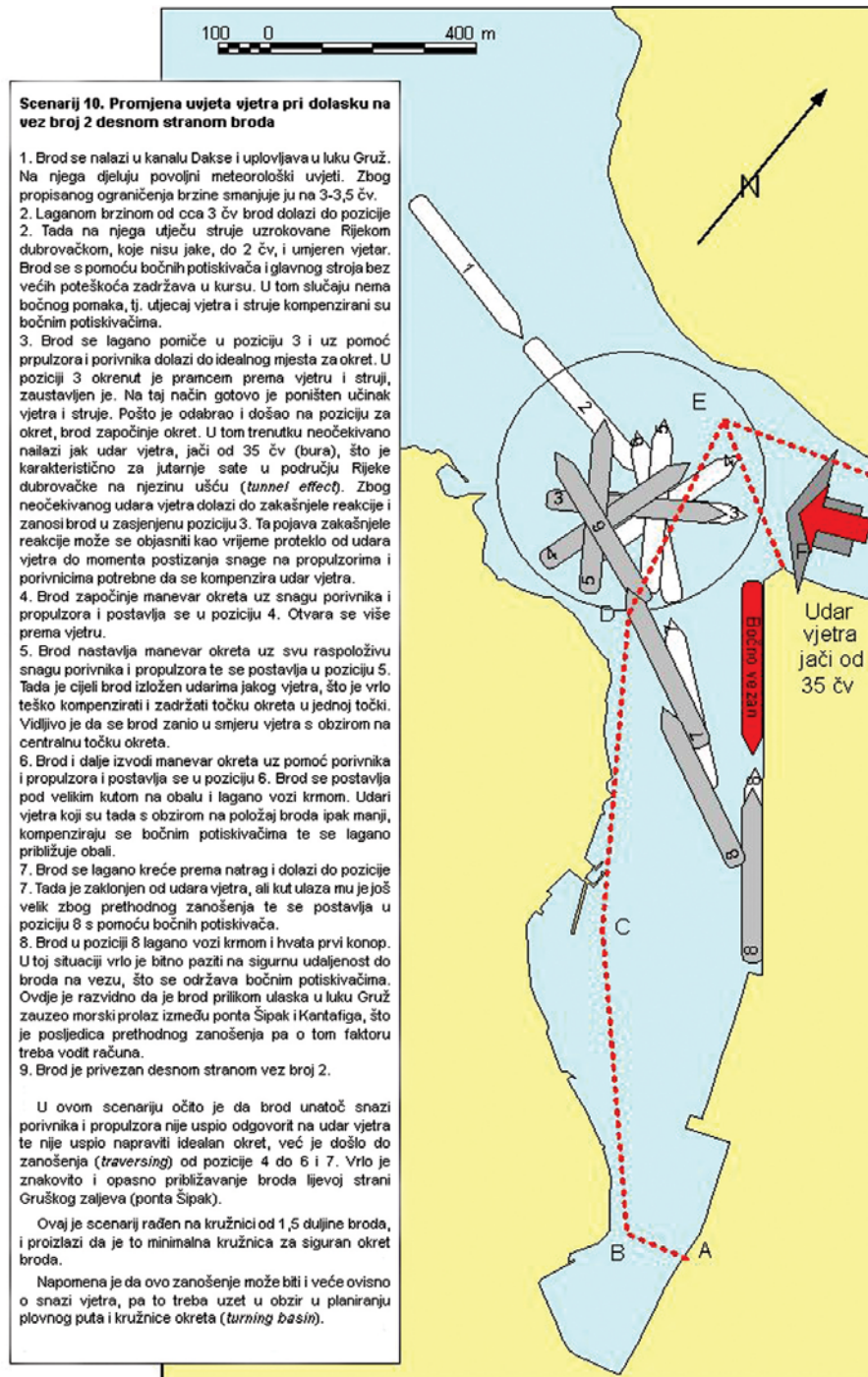
Izvor: M. Brajović, I. Đurđević-Tomaš, M. Petrović: „Studija sigurnosti plovidbe i opterećenja plovnog puta u Gruškome zaljevu te simulacija sigurnosnih uvjeta sukladno planovima razvoja i izgradnje novih sadržaja u zaljevu”, Sveučilište u Dubrovniku, 2008. [6]

Učestalost i posljedice pomorskih nezgoda u gruškom akvatoriju / *Incidence of marine accidents and their consequences in the aquatic area of Gruž*

Do sada je u gruškom akvatoriju bilo nekoliko pomorskih nezgoda od kojih se izdvaja sudar dva putnička broda

1992. godine. Ipak, to su bile izvanredne okolnosti (ratni uvjeti), pa takav događaj ne ulazi u analizu rizika.

Nasukanje putničkog broda „Dalmacije“ ide prema tehničko-tehnološkim obilježjima toga broda, koji na temelju svojih manevarskih svojstava (jedan vijak, nema potisnike ni pramčane ni krmene) spada u



Slika 6. Scenarij uplovljavanja velikog broda za kružna putovanja u Luku Dubrovnik
 Figure 6. Scheme of a big cruising vessel approaching inward in The Port of Gruž

Izvor: M. Brajović, I. Đurđević-Tomaš, M. Petrović: "Studija sigurnosti plovidbe i opterećenja plovnog puta u gruškom zaljevu te simulacija sigurnosnih uvjeta sukladno planovima razvoja i izgradnje novih sadržaja u zaljevu", Sveučilište u Dubrovniku, 2008. [6]

brodove s najslabijim manevarskim svojstvima.³ U smislu procjene rizika teško je uspoređivati brod star četrdeset godina s opisanim novogradnjama. Prevrtanje tegljača „Deneb“ od američkoga ratnog broda ne uzima se u procjenu rizika jer se takva vrsta broda ne ubraja u konvencijske brodove.

3. listopada 2009. prilikom manevra pristajanja brod za kružna putovanja „Oosterdam“ opasno se približio drugoj obali Gruškog zaljeva, a utjecaj vijaka (*propeller wash*) oštetio je nekoliko brodica vezanih na rtu između Orsana i Solituda (Ponta od Šipka).

Na slici 6. prikazan je scenarij uplovljavanja broda za kružna putovanja u putničku luku Dubrovnik. Scenarij je napravljen u maritimnoj studiji⁴ kao jedan od niza scenarija kojim se utvrđivala sigurnost plovidbe svih vrsta brodova. Treba naglasiti da se i tom prilikom upozorilo na povećan rizik pri lošim vremenskim uvjetima, to jest pri jakim a često i neočekivanim udarima vjetrova. Scenarij je upozorio na opasnost približavanja velikih brodova lijevoj (lapadskoj) strani Gruškog zaljeva pod utjecajem vjetrova na mahove, što se i potvrdilo godinu nakon toga.

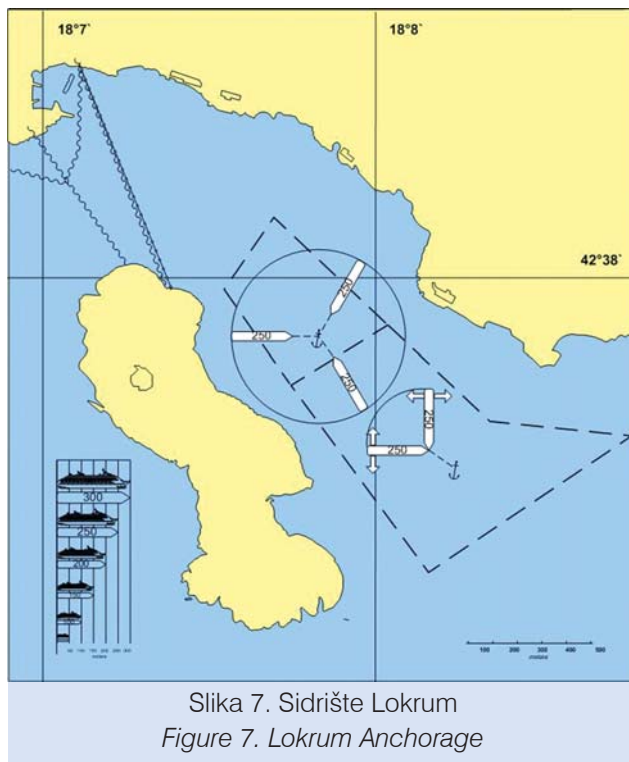
Identifikacija rizika na sidrištu Lokrum / Identification of the risks at Lokrum anchorage

Sidrište Lokrum smješteno je u Lokrumskom prolazu pa je izloženo jakom utjecaju južnih vjetrova i valova. Prostor je sidrišta nedostatan da u potpunosti zadovolji zahtjeve klasičnog sidrenja za velike putničke brodove. Na postojećem sidrištu Lokrum moguće je kombinirati sidrenje.

Na slici 7. vidi se da je duljina broda od 250 m granična duljina broda s obzirom na lazni prostor pri klasičnom sidrenju uz ispust lanca koji je 2,5 puta veći od dubine sidrenja, dok se za brodove veće od 250 m preporučuje *kombinirano* sidrenje. U smislu smanjenja rizika preporučuje se izbjegavati plovidbu ovako velikih brodova Lokrumskim prolazom. Takvi bi brodovi trebali uplovljavati/isplovljavati sa sidrišta kroz jugoistočni dio Lokrumskog prolaza osim pri pojavi opasnosti, kada bi se koristili Lokrumskim prolazom kao prolazom u opasnosti.

³ M/V „Dalmacija“ od 2009. nije više u eksploataciji. Izrezana je u staro željezo u indijskom gradu Alangu.

⁴ Scenariji uplovljavanja/isplovljavanja *megacruisera* i moguće posljedice detaljno su obrađeni u maritimnoj studiji „Studija sigurnosti plovidbe i opterećenja plovnog puta u Gruškom zaljevu te simulacija sigurnosnih uvjeta sukladno planovima razvoja i izgradnje novih sadržaja u zaljevu“, koju je izradio Pomorski odjel Sveučilišta u Dubrovniku 2008.



Slika 7. Sidrište Lokrum
Figure 7. Lokrum Anchorage

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: „Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda)“, Sveučilište u Dubrovniku, 2009 [5]

Potrebno je odrediti kapacitet sidrišta Daksa i Lokrum. Kapacitet sidrišta treba odrediti ili s pomoću kriterija laznog prostora ili utvrđivanjem potrebnog prostora (slike 5. i 7.) prema tehnološkim karakteristikama broda koji se sidri - "anchorage berth" [5].

Učestalost i posljedice pomorskih nezgoda na sidrištu Lokrum / Incidence of marine accidents at Lokrum anchorage and their consequences

Sidrište Lokrum ubraja se u nezaštićena sidrišta⁵ jer je pogodno za sidrenje po lijepom vremenu ili pri vjetru s kopna [7]. Zadovoljava kriterije pogodnog dna i odgovarajućih dubina. Kriteriji zaštićenost od vjetrova i dostatna površina djelomično su zadovoljeni.

⁵ Pomorska enciklopedija navodi podjelu sidrišta na zaštićena i nezaštićena [7]. Nezaštićeno je sidrište pogodno za sidrenje po lijepom vremenu ili pri vjetru s kopna koji ne razvija valove, ako dno dobro drži usidreni brod.

Tablica 1. Brodovi koji su zbog vremenskih prilika 2006. bili premješteni sa sidrišta Lokrum u Gruž
 Table 1. Vessels which due to adverse weather conditions in 2006. were relocated from Lokrum anchorage to Gruž

	Datum	Planirano	Stvarno	Ime broda	Broj putnika	BT
1.	7. 4. 2006.	sidro Grad	vez	Cape Columbus	345	14.903
2.	16. 4. 2006.	sidro Grad	vez	Voyager	844	24.391
3.	30. 4. 2006.	sidro Grad	vez	Voyager	523	24.391
4.	20. 5. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Mediterranea	2.206	85.619
5.	21. 5. 2006.	sidro Grad	vez	Costa Victoria	1970	75.166
6.	29. 5. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Seven Seas Voyager	585	41.150
7.	1. 6. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Emerald	978	26.431
8.	3. 6. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Mediterranea	2.270	85.619
9.	8. 7. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	MSC Armonia	2.093	58.625
10.	12. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Club Med 2	370	14.983
10.	12. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Marina	910	25.558
10.	12. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Mediterranea	2.665	85.619
10.	12. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	MSC Armonia	2.118	58.625
11.	13. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Victoria	2.302	75.166
12.	26. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Marina	940	25.558
12.	26. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Mediterranea	2.649	85.619
12.	26. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	MSC Armonia	2083	58.625
12.	26. 8. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Royal Clipper	209	4.425
13.	29. 8. 2006.	sidro Grad	vez	Le Levant	80	3.500
14.	30. 8. 2006.	sidro Grad	vez	Star Clipper	296	3.325
15.	16. 9. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Mcditerranea	2.379	85.619
15.	16. 9. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	MSC Armonia	1.712	58.625
15.	16. 9. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Royal Clipper	219	4.425
16.	17. 9. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Victoria	2.064	75.166
17.	5. 10. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Seven Seas Navigator	447	41.500
18.	21. 10. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Boudicca	816	28.338
18.	21. 10. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Costa Mediterranea	2.445	85.619
18.	21. 10. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Splendour of the seas	1.844	69.130
19.	22. 10. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Regatta	674	30.277
20.	25. 10. 2006.	sidro Grad	sidro Gruž	Mistral	789	47.275

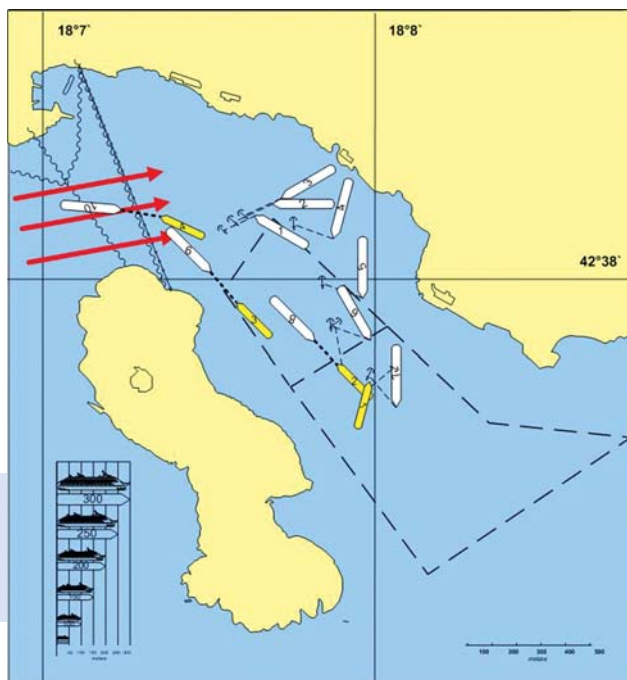
Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: „Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik“ (evaluacija navigacijske sigurnosti broda), Sveučilište u Dubrovniku, 2009 [5].

Može se ustvrditi da ovo sidrište nije navigacijski sigurno, što se može vidjeti u tablici 1., u kojoj su navedeni brodovi koji se zbog vremenskih prilika (2006.) nisu mogli sidriti na sidrištu Lokrum i u analizi sudara usidrenih brodova.

Dana 14. 8. 2004. došlo je do sudara⁶ na sidrištu Lokrum. Na slici 8. ucrtane su granice novog sidrišta koje su uspostavljene nakon tog događaja. Brodovi za kružna putovanja m/b „Armonia“ i m/b „Club Med II“ zapetljali su se sidrima i prekinuli podmorski cjevovod i električni kabel. Slika 7. opisuje tijek događaja. „Armonia“ je označena bijelom bojom, „Club Med II“ žutom, dok su brojevi unutar modela broda vremenski slijed događaja.

Slika 8. Analiza sudara m/b „Armonia“ i m/b „Club Med II“

Figure 8. Analysis of the collision of m/v „Armonia“ and m/v „Club Med II“



⁶ H. Kačić, *Naknada štete u slučaju sudara pomorskih brodova*, JAZU, Zagreb, 1968 [8]. Autor ističe da je u pravnom smislu nastanak štete bitan element koji materijalni kontakt brodova kvalificira u posebnu pravnu kategoriju. „Tamo gdje nema štete, nema sudara“; tada govorimo o dodiru brodova.

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: „Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda)“, Sveučilište u Dubrovniku, 2009 [5].



Slika 9. a Opasno približavanje obali
(pozicija 3 „Armonia“)
Fig. 9. a Perilous Approaching to the Coast
(position 3 Armonia)



Slika 9. b Namjerno podoravanje sidrom
(pozicija 4, 5 „Armonia“)
Figure 9. b Voluntary Anchor Dredging
(position 4,5 Armonia)



Slika 9. c Zapetljavanje sidara
(pozicija 7 „Armonia“ - pozicija 1 „Club Med II“)
Fig. 9. c Foul Anchor
(position 7 Armonia – position 1 Club Med II)



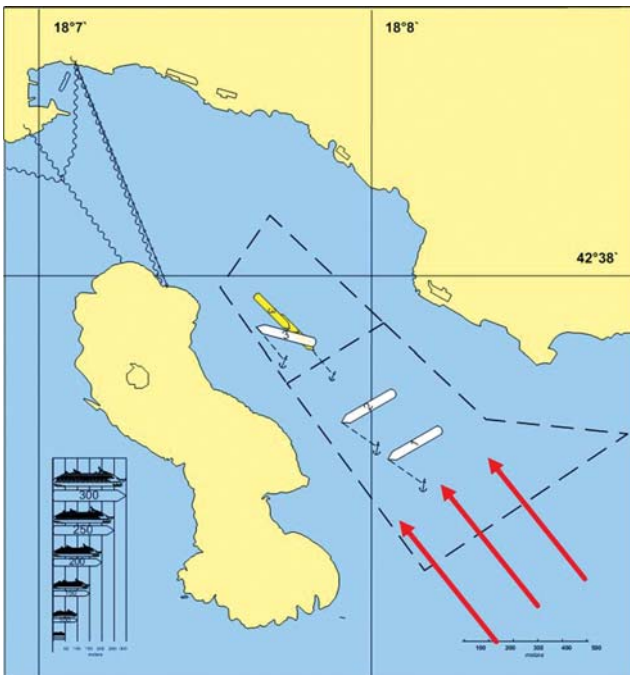
Slika 9. d Napuštanje sidrišta
(pozicija 9 Armonia - pozicija 3 „Club Med II“)
Fig. 9. d. Leaving Anchorage
(position 9 Armonia – position 3 Club Med II)

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: „Optimizacija pomorskog prometa pomorskoputničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda)“, Sveučilište u Dubrovniku, 2009 [5]

U prvoj fazi (označenoj brojevima 1, 2, 3 za „Armoniju“; a brojem 1 za „Club Med II“) brodovi su se našli pod naglim i jakim udarima zapadnog vjetrova kao posljedice lokalnoga meteorološkog poremećaja, poznatoga kao *ljetni neverin* ili *skontradura*. „Club Med II“, budući da je bio usidren i zaštićen Lokrumom, nije podoraao, nego je zadržao poziciju sidrenja. „Armonia“ je podorala i u poziciji označenoj brojem 3 gotovo dotakla obalu pa se koristeći se punom snagom pogona, uspjela izvući iz opasnog položaja. Nakon toga, u drugoj fazi (označenoj brojevima 4, 5, 6, 7 za „Armoniju“, a brojem 1, 2 za „Club Med II“), „Armonia“ je namjerno podoravajući pokušala

napustiti sidrište i pri tom manevru zapetljala se sidrom za sidro „Club Med II“. Poradi otpetljavanja sidara i sidrenih lanaca, u trećoj fazi (označenoj brojevima 8, 9, 10 za „Armoniju“; a brojevima 2, 3, 4 za „Club Med II“), brodovi su odlučili, namjerno podoravajući, izvući se kroz Lokrumski prolaz u područje većih dubina. Tom su prilikom prekinuli podmorske instalacije.

Uz ta dva broda na sidrištu Lokrum bio je usidren i manji brod za kružna putovanja „Le ponant“, koji je izbjegao nevrijeme tako što je napustio sidrište i otplovio.



Slika 10. Analiza sudara M/V „Poesia“ i M/V „Costa Classica“

Figure 10. Analysis of the collision of m/v „Poesia“ and m/v „Costa Classica“

Izvor: I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović: „Optimizacija pomorskog prometa pomorsko-putničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda)“, Sveučilište u Dubrovniku, 2009 [5]

Drugi sudar dogodio se 6. 6. 2008. Sudjelovali su brodovi za kružna putovanja m/b „Poesia“ i m/b „Costa Classica“. Nije došlo do veće materijalne štete niti do ozljeđivanja putnika i posade.

Na slici 10. analiziran je događaj. Pritom, m/b „Poesia“ označen je bijelom bojom, m/b „Costa Classica“ žutom bojom a brojevi predstavljaju vremenski slijed događaja.

Brodovi su započeli operacije ukrcaja/iskrcaja putnika u zadovoljavajućim vremenskim uvjetima laganoga jugoistočnog vjetera. Vjetar je konstantno jačao pa je M/V „Poesia“ napravila zavjetrinu kako bi olakšala iskrcaj putnika (*tendering*), što je uzrokovalo oranje sidrom niz vjetar u smjeru m/b „Costa Classice“. Zbog jačanja vjetera i bočne izloženosti sili vjetera (*excessive windage area*), snaga propulzora m/b „Poesia“ nije bila dostatna da ublaži nekontrolirano kretanje broda. Sudar je bio konačan ishod nezgode.



Slika 11. Fotografija sudara m/b „Poesia“ i m/b „Costa Classica“

Figure 11. Photo of the collision of m/v „Poesia“ and m/v „Costa Classica“

Izvor: Privatni arhiv Nevena Jerkovića

ZAKLJUČAK / Conclusion

Pri analizi rizika potrebno je prvo identificirati rizik. Nakon toga treba odrediti učestalost i moguće posljedice neželjenog događaja. Analizom pomorskog prometa i pomorskih nezgoda u dubrovačkom akvatoriju utvrdilo se da se povećava rizik neželjenih događaja.

Kako bi se smanjio rizik neželjenoga događaja, potrebno je poduzeti više mjera koje se tiču sigurnosti plovidbe, i to poradi regulacije prometa, rasterećenja njegovih vršnih opterećenja, uvođenja sustava nadzora sigurnosti plovidbe i utvrđivanja načina prihvata brodova po unaprijed određenim prioritetima/kriterijima.

LITERATURA / References

- [1] IMO Rezolucija A.601(15): *Pribavljanje i prikaz informacija o manevarskim svojstvima broda na brodu*, International Maritime Organization, London
- [2] www.royalcaribbean.com
- [3] Klaas van Dokkum, *Ship knowledge*, Dokmar, Enkhuizen, 2006
- [4] Channel, *Maneuvering and Anchorage Guidelines - TP 743 E*, Transport Canada, 2008
- [5] I. Đurđević-Tomaš, M. Brajović, M. Petrović, „Optimizacija pomorskog prometa pomorsko-putničke Luke Dubrovnik (evaluacija navigacijske sigurnosti broda)“, Sveučilište u Dubrovniku, 2009.
- [6] M. Brajović, I. Đurđević-Tomaš, M. Petrović, „Studija sigurnosti plovidbe i opterećenja plovno-puta u Gruškom zaljevu te simulacija sigurnosnih uvjeta sukladno planovima razvoja i izgradnje novih sadržaja u zaljevu“, Sveučilište u Dubrovniku, 2008.

- [7] Pomorska enciklopedija, JLZ, Zagreb, 1978., sv. IV., str. 367.
- [8] H. Kačić, *Naknada štete u slučaju sudara pomorskih brodova*, JAZU, Zagreb, 1968.

ABSTRACT / Kratak pregled

Marine traffic in the area of Dubrovnik is becoming more intensive each year. During summer months it reaches its peak loads and the risk of non voluntary accident - marine accident becomes imminent with possible hard consequences.

The analysis of the risks of the aquatic area of Dubrovnik has comprised the passenger Port of Dubrovnik and Old City Port with Lokrum anchorage. The identification of the risks has been made and the incidence and the consequences of marine accidents in this aquatic area has been shown.

The largest modern cruising vessels with their maneuvering characteristics have been analysed (Fig.1) For the identification of the risk in the aquatic area of Gruž, the most modern electronic navigational equipment have been used. (Fig. 2)

The scheme with given and changeable parameters affecting the risk has been developed. As a basic criterion there has been taken the interrelation of the largest vessel and her manoeuvring features and the configuration of the fairway in this aquatic region. (Fig. 3) In addition, there has been given the algorithm of the assessment of the safety of sailing in relation to changeable conditions

(Fig. 4) out of which hydrometeorologic conditions and practical conditions within the port / anchorage and the system of navigational aids.

Two collisions of large cruising vessels have been analysed which occurred at Lokrum anchorage. The scheme of manoeuvring of a large cruising vessel in the Bay of Gruž in adverse conditions has been presented by means of simulation.

The warning has been exposed concerning the increased sudden weather changes characteristic for the Port of Gruž (Fig. 6.) and the shortage of anchorage area of Daksa and Lokrum for these types of vessels. Besides that, Lokrum anchorage has been thoroughly analysed (Fig. 7) from the point of view of given and changeable parameters of the safety of navigation and statistic data of the shifting of the vessels due to adverse weather conditions (Table 1). The analysis of the collision of m/v Armonia and m/v Club Med II (Fig. 8.) has been made with photo record of the accident (Fig. 9a, 9b, 9c) and analysis of the collision of m/v Poesia and m/v Costa Classica (Fig. 10) with the photo of the collision itself (Fig. 11). In order to increase the safety of navigation and manoeuvring of the ship in this aquatic region, a series of measures should be taken regarding traffic regulation scheme

Introduction of the system of control of the safety of navigation and the organization of the acceptance of vessels in accordance with the predetermined criteria/ priorities.

Rukopis primljen: 5. 7. 2010.

