

## PRIMJENA FORMALNE PROCJENE SIGURNOSTI KOD STARIH BALKERIJERA

### APPLICATION OF FORMAL SAFETY ASSESSMENT OF AGING BULK CARRIERS

**Antonia Orlando, B.Sc.**  
„Luka Kotor“ A.D. Kotor

**Sanja Bauk, Ph.D.**  
Univerzitet Crne Gore, Fakultet za  
pomorstvo Kotor

**Špiro Ivošević, M.Sc.**  
Univerzitet Crne Gore, Fakultet za  
pomorstvo Kotor

**Radmila Gagić, B.Sc.**  
„Invar-Ivošević“ doo, Tivat

#### REZIME

*U radu se analizira primjena metoda formalne procjena sigurnosti (Formal Safety Assessment – FSA, eng.) koja se koristi kao alat za kreiranje procjena novih sigurnosnih propisa, za poređenje postojećih i poboljšanih, te za postizanje ravnoteže između različitih tehničkih i operativnih pitanja. Poseban značaj ove metode po održavanje i eksploataciju balcerijera, ogleđa se u sistematskom pristupu i posmatranju brodova kao socio-tehničkih sistema, koji predstavljaju sklop tehničkih komponenti i ljudskih faktora koji djeluju u specifičnom okruženju. Razmatrajući balcerijere kroz različite kategorije opasnosti (požar, sudar, nasukanje, gubitak strukturalnog integriteta, itd.) u radu je realizovana primjena metode FSA nad strukturalnim dijelovima brodskog trupa, koji su tokom eksploatacionog ciklusa izloženi specifičnim operativnim faktorima i raznorodnim uslovima okruženja.*

**Ključne riječi:** održavanje, balcerijeri, trup, korozija

#### ABSTRACT

*In the paper the application of Formal Safety Assessment (FSA) method has been analyzed, as a tool for creating security new evaluation regulations, to compare the existing and improved ones, and to achieve a balance between the various technical and operational issues. The special significance of this method for maintenance and exploitation aging bulk carriers is reflected in a systematic approach and monitoring the ship as socio-technical systems, which are components of complex technical and human factors that act in a specific environment. Considering aging bulk carriers through different categories of hazards (fire, collision, grounding, loss of structural integrity, etc.), the FSA method has been applied over the structural parts of the hull, which are intensively exposed to thee specific operating and environmental conditions, during the ships exploitation cycles.*

**Key words:** maintenance, bulk carriers, hull, corrosion

#### 1. UVOD

Pomorstvo, kao jedna od najstarijih grana privrede u kojoj se sigurnost i zaštita životne sredine javljaju kao centralni problemi, stotinama godina unazad, sve više prepoznaje potrebu za mjerama kontrole rizika na moru.

Veliki broj nesreća koje su se desile u prošlosti, ukazale su na neophodnost uvođenja savremenih tehnika za procjenu sigurnosti u industriji brodarstva.

Poseban tip okvira upravljanja rizicima u režimu sigurnosti broda, predložen je IMO-u od strane Velike Britanije 1993. godine, kroz primjenu formalne procjene sigurnosti (FSA - Formal Safety Assisment, eng.).

Prilikom formiranja ove metode dosta se vodilo računa o uključivanju ljudskih i organizacionih faktora. Takođe se raspravljalo i o izazovima, ograničenjima i drugim poteškoćama vezanim za njenu primjenu u brodarstvu.

Formalna procjena sigurnosti predstavlja analitičku metodu od ključne važnosti koja se koristi prilikom kreiranja određenih pravila za stvaranje racionalnog procesa odlučivanja. Metoda treba da bude od pomoći u procjeni novih sigurnosnih propisa kao i da iste poredi sa već postojećim, a sve u cilju postizanja balansa između različitih tehničkih i operativnih pitanja na jednoj i sigurnosti i troškova na drugoj strani.

Neki od glavnih elemenata koji su uvedeni od strane FSA kao racionalni pristupi procjeni rizika za potrebe brodarstva su: formalni postupak, bezbjednosni ciljevi i prioriteti na osnovu isplativosti.

Formalna procjena sigurnosti se primjenjuje u cjelini na brodarstvo ili na sigurnosna pitanja koja su zajednička za određeni tip brodova (npr. balkerijeri).

Jedna od glavnih karakteristika formalne procjene sigurnosti za održavanje i eksploataciju balkerijera je sistematski pristup i posmatranje brodova kao socio-tehničkih sistema. Ovakav sistem se sastoji od strukture sistema, životne sredine, organizacije ljudskih resursa, operacija i procedura. Proces identifikacije opasnosti za rezultat ima određivanje velikog broja potencijalnih opasnosti koje predstavljaju prijetnju za navedeni sistem. Sljedeću karakteristiku čine rizici koji su međusobno povezani sa definisanim opasnostima, a detaljno su opisani i analizirani posredstvom ove metode. Rizik je sastavljen od stepena ozbiljnosti posljedica neželjenih događaja i vjerovatnoće pojave istih. Na osnovu unaprijed definisanih kriterijuma prihvatljivosti, neophodno je da se utvrdi da li je taj rizik prihvatljiv ili nije. Ukoliko jeste, analiza dobiti/troškova može biti praćena kako bi se uporedile veličine troškova sa veličinom dobiti radi definisanja odgovarajućih preventivnih mjera.

Gore navedene karakteristike su integrisane u model rizika, čiji je cilj da prepozna i odredi najisplativiji bezbjednosni sistem upravljanja.

Vrste rizika koje treba razmotriti su:

- rizici po ljudsku sigurnost,
- rizici po životnu sredinu,
- rizici po imovinu i dr.

## **2. FUNKCIONALNE KOMPONENTE FORMALNE PROCJENE SIGURNOSTI**

Od velike važnosti za procjenu rizika je detaljan opis sistema. Glavne komponente ovog sistema su struktura sistema, ljudski resursi, procedure i životna sredina [1]. Struktura sistema, koja obuhvata sam brod, kao esencijalni dio ovog sistema predstavlja najosnovniji primarni sloj. Međuveze strukture i ljudskih resursa predstavljaju sekundarni sloj, dok je okolina definisana kao tercijalni. Ukupna sigurnost i bezbjednost balkerijera zavisi od ovih slojeva, koji variraju u toku životnog ciklusa broda.

### **2.1. Struktura broda**

Brodaska struktura se dijeli na brodsku konstrukciju i stroj. Brodaska konstrukcija je podijeljena na tri kategorije: trup, unutrašnju strukturu i nadgrađe, čije su uloge u obezbjeđivanju pravilnog funkcionisanja broda kao cjeline jasno definisane i razgraničene.

Greške i nedostaci koji se javljaju na strukturnim elementima broda mogu dovesti do pucanja, lokalizovane poplave ili čak do napuknuća brodske konstrukcije u ekstremnim slučajevima. Razvojem tehnologije i primjenom savremenih kompjuterskih metoda i simulacija posljednjih nekoliko decenija postigla se redukcija broja pojave ovakvih slučajeva. Međutim, neizvjesnost koja se tiče konstruktivnih grešaka i nedostataka, kao i nejasnoće u predviđanju opterećenja i dalje postoje.

Brodski stroj možemo predstaviti kao integralnu cijelinu sastavljenu od više sistema, i to: sistema generatora, pogonskog sistema, sistema upravljanja i manevrisanja, navigacijskog i komunikacionog sistema, manipulativnog sistema (sistema za rukovanje gorivom i balastom), sistema veza i sidrenja i dr. Nepravilno funkcionisanje navedenih sistema ili slučajan kvar istih može dovesti do pojave nezgode koja ima za rezultat gubitak imovine na brodu, ljudskih života, kao i zagađenje životne sredine.

## **2.2. Ljudski resursi**

Pod ljudskim resursima u brodarstvu podrazumijeva se posada broda, brodovlasnik ili unajmitelj broda, klasifikaciono društvo, brodograditelj/i, teret i vlasnik/ci tereta, putnike, osiguratelja, luku i priobalne države. Međusobna interakcija ovih interesnih grupa, koji imaju različite poglede na sigurnost, kompleksna je i složena, te značajno utiče na opštu sigurnost.

## **2.3. Životni ciklus broda**

Životni ciklus broda možemo sagledati kroz nekoliko faza:

- *Faza izgradnje* (započinje donošenjem odluke vlasnika da se izgradi novi brod a završava se u trenutku predaje broda, a obuhvata proces dizajniranja, izgradnje, porinuća i opremanja broda);

- *Operativna faza* (predstavlja period koji brod provede u eksploataciji tj. čini produktivnu fazu životnog ciklusa);

- *Faza rezanja* (predstavlja završnu fazu životnog ciklusa broda i podrazumijeva rezanje brodske konstrukcije).

Primjenom FSA metode izvršena je identifikacija četiri glavne brodske aktivnosti, i to: navigacija po otvorenom moru, navigacija po vodenim putevima, lučke operacije i dokovanje.

Navigacija po otvorenom moru smatra se za najznačajniju brodsku aktivnost iz razloga što svaki veliki brod (pa i balkerijer) najduži period svog životnog ciklusa provede u plovidbi na otvorenom.

Navigacija po plovnim putevima slijedi odmah nakon navigacije po otvorenom moru kao druga najčešća aktivnost broda. Prilikom dolaska u luku i odlaska iz iste brod angažuje pilota koji predstavlja stručno lice zaduženo za obavljanje operacija manevrisanja brodom u okviru lučkog akvatorijuma, jer je isti bolje upoznat sa svim detaljima plovnog puta koji vodi do te luke.

Luka je mjesto gdje se vrši ukrcaj i iskrcaj tereta i/ili putnik. Veliki broj nesreća se upravo dešava u lukama prilikom obavljanja štivadorskih poslova, odnosno prilikom manipulacije teretom. S obzirom da postoje različite vrste brodova koje obavljaju transport specifičnih vrsta tereta, kako sa aspekta njihovih osobina tako i po tipu manipulativne opreme koja se upotrebljava za izvođenje ukrcajno - iskrcajnih operacija, dužina životnog ciklusa se razlikuje. Proces dokovanja se sprovodi u redovnim vremenskim intervalima u cilju popravke i održavanja broda. Dokovanje može uključiti preglede od strane agenta klasifikacionog društva i preglede od strane samog vlasnika.

## **2.4. Životna sredina**

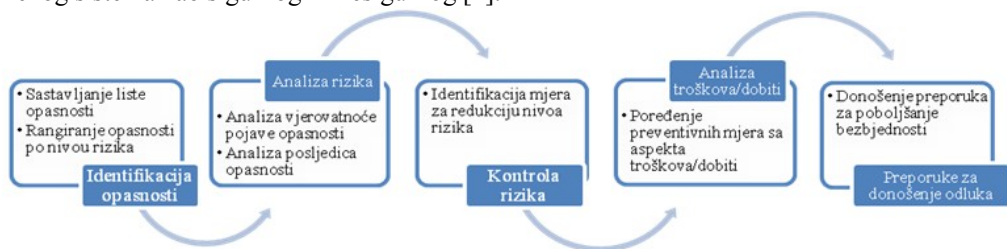
U posljednjih nekoliko godina velika pažnja se poklanja zaštiti životne sredine što je rezultat porasta broja slučajeva vezanih za štete nastale izlivanjem nafte prilikom nasukanja, sudara,

požara ili eventualne eksplozije broda. Najčešći uzročnik zagađenja jeste nenamjerno izazvano curenje nafte sa velikih brodova. Posljedice zagađenja životne sredine zavise, uglavnom, od količine izlivena nafte, ekološke osjetljivosti tog područja, vjetrova, valova i struja koje se javljaju tokom nesreće i tokom pokušaja uklanjanja nafte.

### 3. METODOLOGIJA FORMALNE PROCJENE SIGURNOSTI

Kod formalne metode sigurnosti opasnost se može definisati kao određena situacija sa potencijalom da prouzrokuje štetu po ljudski život, životnu sredinu i imovinu. Opasnost postaje problem kada preraste u nesreću. Do nesreće dolazi realizacijom niza uzajamno zavisnih događaja.

Na slici 1. prikazana je metodologija sprovođenja formalne procjene sigurnosti koja se u osnovi sastoji od pet ključnih koraka čijom se adekvatnom realizacijom dolazi do definisanja nekog sistema kao sigurnog ili nesigurnog [2].



Slika 1. Metodologija sprovođenja formalne procjene sigurnosti

Kada je riječ o opasnostima koje prijete brodu važno je napomenuti da u različitim fazama rada brod podliježe dejstvu različitih vrsta i nivoa rizika. Za identifikaciju opasnosti zadužena su stručna lica čiji je zadatak da na osnovu analize prethodnih slučajeva i ličnih iskustava prepoznaju sve potencijalne opasnosti po ljudske živote, imovinu i životnu sredinu. Nakon identifikacije opasnosti pristupa se njihovom rangiranju po nivoima rizika i stavlja se apel na prioritete opasnosti koji su predmet dalje analize i ispitivanja. Akcije za kontrolu rizika uključuju aplikacije inženjeringa i sam proces sprovođenja procedura, pri čemu praktičan pristup kontrole treba na adekvatan način ispitati, a sposobnost smanjenja rizika na odgovarajući način dokumentovati. U analizi troškova/dobiti vrši se poređenje preventivnih mjera sa ekonomskog aspekta, sa ciljem da se postigne balans između koristi od kontrole rizika i troškova njene implementacije. Posljednji korak formalne procjene sigurnosti je odlučivanje, čija je funkcija da da preporuke za poboljšanu bezbjednost i sigurnost nekog sistema.

#### 3.1. Identifikacija opasnosti

Opasnost se definiše kao situacija koja ima potencijal da prouzrokuje štetu po ljudski život, životnu sredinu i imovinu. Jedna od karakteristika brodskih opasnosti je da u različitim fazama rada brod može doživjeti različite vrste opasnosti. Identifikacija opasnosti vrši se od strane stručnjaka, a njena svrha je da se identifikuju sve relevantne opasnosti. Opasnost se identifikuje na osnovu analize prethodnih slučajeva, koje se uzimaju iz baze podataka. Zatim se rangiraju po njihovim nivoima rizika, s tim da se fokus stavlja na prioritete opasnosti, koje mogu biti predmet detaljnije analize.

Za balerijere i njihove podsisteme identifikovane su sljedeće opasnosti: sudar, nasukanje, požar, eksplozija, gubitak čitave konstrukcije, gubitak pogona, greška ukrajca i ekstremno stanje okruženja.

### **3.2. Analiza rizika**

Rizik koji je povezan sa nekim događajem možemo sagledati kao funkciju vjerovatnoće tog događaja i posljedice istog.

Učestalost može biti jednostavno izvedena iz istorijskih podataka, međutim takva analiza ne mora uvijek biti ispravna (na primjer: stopa neuspjeha, vrijeme proteklo između popravki ili udesa, učestalost incidenta i td.). Analiza učestalosti često i ne mora biti ispravna. To se mora ispitati na osnovu određenih faktora koji utiču na tu nesreću. U ovom procesu treba da se vidi koliko se rizici javljaju u nesrećama do kojih je doslo na različite načine zbog različitih faktora. Nakon sinteze pojedinih niza događaja, vjerovatnoća pojave nesreće može se izmjeriti pomoću tehnike izrade šeme greške i tehnike izrade šeme događaja.

Nedostatkom odgovarajućih podataka u cilju izbjegavanja dovođenja broda u opasnosti otežava kvalitativnu i kvantitativnu analizu rizika, koja je ponekad prosto i nemoguća.

### **3.3. Kontrola rizika**

Prva stavka procjene rizika je unaprijed definisan nivo rizika koji se odnosi na sigurnost ljudi, stvari i životne sredine. Zatim se, dobijena vrijednost rizika ocjenjuje u skladu sa ciljnim nivoima. Određivanje ovih nivoa može da bude teško, pa se često dobijaju iz analiza postojećih brodova. Ukoliko je rizik neprihvatljiv doći će do modifikacije sistema istog. Znači, efekat akcija kontrole rizika može se utvrditi ponavljanjem analize rizika i poređenjem rezultata sa izvornim slučajem.

### **3.4. Analiza troškova/dobiti**

Za svaku navedenu procjenu rizika u prethodnom koraku, moraju se analizirati troškovi i dobiti. Nakon toga se ovi rezultati moraju uporediti i rangirati koristeći se optimalnoj isplativosti, a sve u cilju sigurnosti ljudskih života.

### **3.5. Preporuke za donošenje odluka**

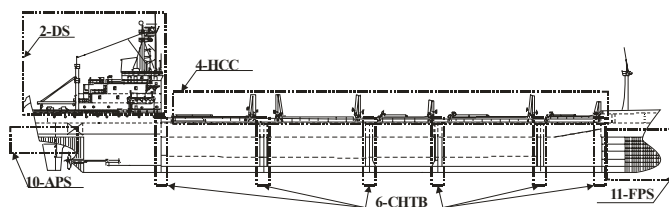
U posljednjem koraku se upoređuju sve mogućnosti smanjenja rizika i donose relevantne odluke zasnovane na principima razumnosti i ekonomičnosti. Sve rezultate formalne procjene sigurnosti treba pratiti na određeni način, koristeći specifične oblike izvještaja.

## **4. O ANALIZI RIZIKA: Slučaj strukturne degradacije starijih balkerijera**

Jedan od najčešćih uzročnika degradacije broskog trupa svakako jeste korozija. Naime, iskustvo je pokazalo da je proces korozije posebno izražen na određenim strukturnim segmentima broskog trupa kod balkerijera, stoga je osnovni cilj ovog istraživanja identifikacija oblasti sa najvećim nivoom rizika kada je u pitanju dejstvo ovog faktora degradacije.

U tom smislu nije vršena analiza dubine korozije u milimetrima ili procentima istrošenja debljine čeličnih strukturnih elemenata balkerijera, već je vršena analiza količina čelika koje su bile zamjenjene u određenim strukturnim oblastima balkerijera. U skladu sa tim je izvršena podjela balkerijera na jedanaest strukturnih oblasti, uvažavajući odgovarajuće specifičnosti pojedinih strukturnih cjelina broda, zahtjeve klasifikacionih društava i obuhvatajući sve uzdužne i longitudinalne strukturne elemente broskog trupa koji su tokom eksploatacije izloženi propadanju usljed dejstva različitih unutrašnjih i spoljašnjih faktora [3,4, 5, 6].

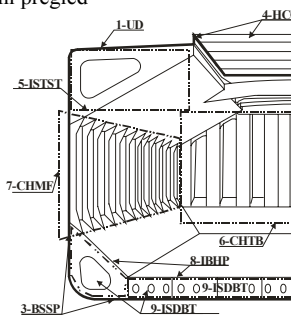
Radi što jednostavnijeg i efikasnijeg sprovođenja navedene analize usvojena je podjela broskog trupa na jedanaest karakterističnih strukturnih oblasti je prikazana na slici 2.



a) Dvodimenzionalni uzdužni pregled

Legenda:

- 1-UD - Glavna paluba
- 2-DS - Otvorene palube
- 3-BSSP - Oplata broda
- 4-HCC - Poklopci i pražnice
- 5-ISTST - Unutrašnja struktura visećih tankova
- 6-CHTB - Nepropusne pregrade skladišta
- 7-CHMF - Glavna rebra u skaldištima
- 8-IBHP - Pokrov unutrašnjeg dna
- 9-ISDBT - Unutrašnja struktura tankova dvodna
- 10-APS - Struktura krmenog pika
- 11-FPS - Struktura pramčanog pika



b) Trodimenzionalni prikaz skladišta

Slika 2. Jedanaest karakterističnih strukturalnih oblasti kod balkerijskog

U tabeli 1. su dati podaci koji će biti razmatrani u analizi rizika a koji su dobijeni sistematizacijom i obradom velikog broja podataka dobijenih u mjerenjima sprovedenim nad 12 balkerijskih starijih od 25 godina [3]. Prikazani podaci predstavljaju uklonjene količine čelika na određenim strukturalnim oblastima, što u našoj analizi predstavlja *kategorijsku posljedica* u matrici rizika.

Tabela 1. Količine čelika [t] uklonjene na pojedinim strukturalnim oblastima trupa balkerijskog tokom cijelog eksploatacionog vijeka

Oblast/Brod	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>11</sub>	S <sub>12</sub>	Prosjeak
1-UD	80	165	22	7	12	1	36	30	12	14	150	3	44.33
2-DS	5	22	6	6	14	0	2	2	5	11	4	2	6.58
3-BSSP	25	60	65	5	3	0	21	45	33	0	10	1	22.33
4-HCC	35	40	15	32	7	10	14	15	18	22	35	3	20.50
5-ISTST	120	160	9	75	14	5	16	30	187	35	45	10	58.83
6-CHTB	220	145	65	45	13	3	84	170	16	17	32	1	67.58
7-CHMF	110	85	45	32	3	0	25	85	7	0	22	4	34.83
8-IBHP	585	650	550	150	38	0	110	650	270	35	440	0	289.83
9-ISDBT	45	55	50	45	48	0	2	35	44	24	40	0	32.33
10-APS	12	30	40	14	5	0	2	5	3	2	30	0	11.92
11-FPS	55	60	6	32	26	2	19	5	1	15	20	1	20.17

Shodno prikazanim podacima a prema preporukama eksperata iz oblasti operacionih istraživanja u pomorstvu, utvrđene su kategorije posljedica i vjerovatnoće pojave istih na sljedeći način [2]:

Tabela 2. Kategorizacija posljedica i vjerovatnoće

A - Zanemarljive posljedice	0 - 5 [t]
B - Značajne posljedice	5 - 25 [t]
C - Ozbiljne posljedice	25 - 50 [t]
D - Katastrofalne posljedice	> 50 [t]

I - Vrlo vjerovatno	0,5 - 1,00
II - Vjerovatno	0,15 - 0,50
III - Malo vjerovatno	0,05 - 0,15
IV - Gotovo nemoguće	0,00 - 0,05

Primjenom odgovarajućih metoda proračuna na raspoloživim podacima nastale su matrice rizika predstavljane u nastavku. Promjenljive FP (frekvencija pojave), SP (stepen posljedica) i SV (stepen vjerovatnoće) definisane su za svaku od oblasti u skladu razmatranim podacima.

Tabela 3. Matrice rizika za strukturne oblasti trupa 1-11

FP	SP	SV		A	B	C	D
2	0-5	0,167	I				
5	5-25	0,417	II	x	x	x	x
2	25-50	0,167	III				
3	>50	0,25	IV				

a) Matrica rizika za oblast 1-UD

FP	SP	SV		A	B	C	D
4	0-5	0,333	I				
3	5-25	0,25	II	x	x	x	x
3	25-50	0,25	III				
2	>50	0,167	IV				

c) Matrica rizika za oblast 3-BSSP

FP	SP	SV		A	B	C	D
0	0-5	0	I				
5	5-25	0,417	II	x	x	x	x
3	25-50	0,25	III				
4	>50	0,333	IV				

e) Matrica rizika za oblast 5-ISTST

FP	SP	SV		A	B	C	D
4	0-5	0,333	I				
2	5-25	0,167	II	x	x	x	x
3	25-50	0,25	III				
3	>50	0,25	IV				

g) Matrica rizika za oblast 7-CHMF

FP	SP	SV		A	B	C	D
3	0-5	0,25	I			x	
1	5-25	0,083	II	x			x
6	25-50	0,5	III		x		
2	>50	0,167	IV				

i) Matrica rizika za oblast 9-ISDBT

FP	SP	SV		A	B	C	D
3	0-5	0,25	I				
5	5-25	0,417	II	x	x	x	x
2	25-50	0,167	III				
2	>50	0,167	IV				

k) Matrica rizika za oblast 11-FPS

FP	SP	SV		A	B	C	D
5	0-5	0,417	I		x		
7	5-25	0,583	II	x			
0	25-50	0	III				
0	>50	0	IV			x	x

b) Matrica rizika za oblast 2-DS

FP	SP	SV		A	B	C	D
1	0-5	0,083	I		x		
7	5-25	0,583	II			x	
4	25-50	0,333	III	x			
0	>50	0	IV				x

d) Matrica rizika za oblast 4-HCC

FP	SP	SV		A	B	C	D
2	0-5	0,167	I				
3	5-25	0,25	II	x	x	x	x
2	25-50	0,167	III				
5	>50	0,417	IV				

f) Matrica rizika za oblast 6-CHTB

FP	SP	SV		A	B	C	D
2	0-5	0,167	I				x
0	5-25	0	II	x		x	
2	25-50	0,167	III				
8	>50	0,667	IV		x		

h) Matrica rizika za oblast 8-IBHP

FP	SP	SV		A	B	C	D
5	0-5	0,417	I				
4	5-25	0,333	II	x	x	x	
3	25-50	0,25	III				
0	>50	0	IV				x

j) Matrica rizika za oblast 10-APS

Uzimajući u obzir podatke o količinama čelika koje je bilo neophodno zamijeniti nad ovom grupom balkarijera, za vremenski period njihovog procijenjenog životnog ciklusa od 25 godina, kao i odgovarajuće kategorije vjerovatnoće pojavljivanja i posljedica u tabeli 3 su date matrice rizika svake od analiziranih strukturnih oblasti. Dobijeni podaci identifikuju strukturnu oblast 8 – IBHP (pokrov unutrašnjeg dna) kao najkritičniju strukturnu oblast. Takođe, nešto manja kritičnost je identifikovana kod strukturnih oblasti 9, 1, 3, 5, 6, 7 i 11 dok je kod oblasti dva identifikovana ozbiljna opasnost.

## 5. ZAKLJUČAK

Formalna procjena sigurnosti pomaže u racionalnijem shvatanju važnih pitanja vezanih za različite situacije pomorskih nezgoda. Ona pruža sistematičan pristup identifikovanju opasnosti i razvoju istih, te kroz pravilnu upotrebu iste pomaže u procesu odlučivanja i pronalazjenja optimalnog rješenja.

U ovom radu su analizirani istorijski podaci o istrošenjima strukturnih oblasti broskog trupa, uzimanjem u obzir količina čelika koje su zamijenjene u pojedinim strukturnim oblastima balkarijera, tokom njihovog eksploatacionog perioda. Uvažavajući mišljenja eksperata u ovoj oblasti i pozitivne propise klasifikacionih društava u pomorstvu, koji se prevashodno ogledaju u dozvoljenim istrošenjima čeličnih elemenata broskog trupa u odnosu na originalno ugrađene vrijednosti, izvršena je analiza kritičnosti.

Dobijeni podaci upućuju na to da je najveća opasnost i kritičnost po brodsku sigurnost konstrukcije identifikovana kod strukturne oblasti 9 – IBHP (unutrašnjeg pokrova dvodna) što se podudara sa ranije izvršenim istraživanjima u ovoj oblasti.

U cilju daljih istraživanja u ovoj oblasti, neophodna je veća baza relevantnih podataka za analizu pomorskih rizika, kao i plan za sistematično prikupljanje i analiziranje dodatnih parametara.

## 6. REFERENCE

- [1] Yong B.: *Marine Structural Design*, Elsevier Science, 2003.
- [2] Kontovas A. C.: *Formal Safety Assessment - Critical Review and Future Role*, Diploma Thesis, School of Naval Architecture and Marine Engineering, National Technical University of Athens, Greece, 2005.
- [3] Ivošević Š., Bauk S., Nikolić D.: «Structural degradation of the bulk-carriers caused by the corrosion», *Journal of Technics Technologies Education Management*, Vol.8, No.1, 2/3 2013. (accepted for publishing)
- [4] Bauk, S., Nikolic, D., Ivosevic, S., «Corrosion Wastage Modeling for Different Member Locations of Aged Bulk Carriers», *Journal of Maritime Research*, Vol. VII. No.1, 27-40, 2010.
- [5] Bauk, S., Ivošević, Š., Milošević, D., «Using Simulation to Analyze Corrosion Loss over some Transversal and Longitudinal Member Locations of Aged Bulk Carriers», *Вісник Одеського національного морського університету*, Issue 31, December 2010, pp. 56-69.
- [6] Bauk, S., Ivošević, Š.: «The simulation model of the corrosion damaging ship's hull structure», *Tehnička dijagnostika*, br. 1, 2011, pp. 15-21.