

Model procjene uspješnosti napuštanja broda za kružna putovanja

Vujičić, Srđan

Doctoral thesis / Disertacija

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:520652>

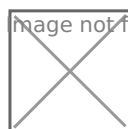
Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET U RIJECI

Srđan Vujičić

**MODEL PROCJENE USPJEŠNOSTI
NAPUŠTANJA BRODA ZA KRUŽNA
PUTOVANJA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: prof. dr. sc. Damir Zec

Rijeka, 2018.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF MARITIME STUDIES

Srđan Vujičić

**EVACUATION EFFICIENCY
ASSESSMENT MODEL ON CRUISE
SHIPS**

DOCTORAL DISSERTATION

Mentor: prof. dr. sc. Damir Zec

Rijeka, 2018.

Mentor rada: Prof. dr. sc. Damir Zec

Doktorski rad obranjen je dana 29.11.2018. godine na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Izv. prof. dr. sc. Vlado Frančić
2. Prof. dr. sc. Toni Bielić
3. Doc. dr. sc. Lovro Maglić

SAŽETAK

Usljedi velikih pomorskih nezgoda brodova za kružna putovanja napuštanje broda uočava se kao jedan od najznačajnijih problema.

U disertaciji su predstavljene opće smjernice, organizacijski ustroj, tijek informacija te postojeće metode upravljanja sustavima napuštanja broda za kružna putovanja. Predstavljen je uzročno-posljedični model razvoja pomorskih nezgoda koji mogu imati za posljedicu napuštanje broda.

Utvrđeni su čimbenici koji utječu na postupak spašavanja, a njihove međuzavisnosti prikazane su Bayesovim mrežama. Izrađeni su opći kvalitativni i kvantitativni modeli uspješnosti spremnosti putnika i posade.

Kvantificiranje utjecajnih čimbenika i uvjetnih vjerojatnosti učinjeno je temeljem statističkih podataka, analizom literature, anketnog upitnika i ekspertnog mišljenja. Prikazan je način dodjeljivanja stvarnih vrijednosti početnim varijablama koji se može koristiti na brodovima.

Analizom osjetljivosti na varijablama spremnosti posade broda i uspješnosti vježbanja utvrđeni su njihovi najutjecajniji čimbenici, te su date preporuke za poboljšanje rezultata.

Model spremnosti posade broda se može primjeniti na brodovima za kružna putovanja te osim procjene uspješnosti spremnosti posade broda može doprinijeti i kao potpora pri donošenju odluke.

KLJUČNE RIJEČI: napuštanje broda, čimbenici koji utječu na napuštanje broda, model spremnosti posade broda, Bayesove mreže, metoda osjetljivosti

SUMMARY

Evacuation in case of maritime accident is one of the crucial problem on cruise ships. The issue analysed in the dissertation are general guidelines of organization, organizational structure, main line of communication and current methods to determine the success of evacuation on a cruise ship. The cause-effect model of maritime accident development which can lead to decision making for evacuation and abandon is presented.

Factors affecting the evacuation procedure and determined in the dissertation and their interdependence is shown by using the Bayesian Network. Qualitative passenger readiness and quantitative ship's crew readiness models have been developed.

The influence factors affecting the evacuation process and conditional probability were quantified based on the statistical data, literature analysis, questionnaire and expert opinion. It is presented a method to determine correct data for roots variables on the ship.

Sensitivity analysis was used to determine the most influential model factors, and recommendations for improving the results were provided.

This model of crew readiness can be used on cruise ships and besides assessing the crew readiness it can help in the decision-making process.

KEY WORDS: evacuation, factors affecting the evacuation process, ship's crew readiness model, Bayesian networks, sensitivity analysis

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	i
SUMMARY	ii
SADRŽAJ.....	iii
1. UVOD	1
1.1. Problem i predmet istraživanja	1
1.2. Znanstvena hipoteza	2
1.3. Svrha i ciljevi istraživanja	2
1.4. Prikaz dosadašnjih istraživanja	3
1.5. Znanstvene metoda istraživanja.....	6
1.6. Struktura doktorske disertacije	7
2. OSNOVNA OBILJEŽJA NAPUŠTANJA BRODA ZA KRUŽNA PUTOVANJA	8
2.1. Brod za kružna putovanja.....	8
2.2. Obvezni standardi i propisi Međunarodne pomorske organizacije	9
2.3. Pojam napuštanja broda	10
2.4. Organizacijski ustroj sustava napuštanja na brodu	12
2.5. Postojeće metode za upravljanje sustavima napuštanja broda.....	16
2.6. Koncept, djelovanje i tijek informacija tijekom napuštanja broda.....	20
3. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA USPJEŠNOST NAPUŠTANJA BRODA ZA KRUŽNA PUTOVANJA	22
3.1. Vrste prijetnja	22
3.2. Analiza pomorskih nezgoda s posljedicom napuštanja broda	25
3.3. Promjena u strukturi putnika	29
3.4. Stanje i spremnost brodske posade	33
3.4.1. Bayesova logika i Bayeove mreže	33
4. MODEL NAPUŠTANJA BRODA.....	38
4.1. Opći opis modela	38
4.1.1. Uspješnost vježbi o sigurnosti.....	40

4.1.2.	Smještaj brodske posade	55
4.1.3.	Početna spremnost posade	63
4.1.4.	Tijek radnji i procesa.....	69
4.1.5.	Produljenje vremena putovanja	85
4.1.6.	Brzina reagiranja putnika.....	94
4.1.7.	Fizička spremnost posade	100
4.1.8.	Spremnost posade.....	100
5.	PROVJERA MODELA	102
5.1.	Provedba ispitivanja i analiza rezultata	102
5.2.	Preporuke	111
	ZAKLJUČAK.....	117
	LITERATURA.....	118
	Popis slika	125
	Popis tablica.....	128
	Popis grafikona	129
	Popis shema.....	130
	Popis varijabla.....	131
	Privitak 1 Grafički prikaz analize osjetljivosti tri ciljne varijable	133
	Privitak 2 Tornado dijagram osjetljivosti varijable spremnosti posade pri 10 % promjene stanja	134
	Privitak 3 Tornado dijagram osjetljivosti varijable spremnosti posade pri 20 % promjene stanja	135
	Privitak 4 Tornado dijagram osjetljivosti uspješnosti vježba s 10 % promjene stanja	136
	Privitak 5 Tornado dijagram osjetljivosti uspješnosti vježba s 20 % promjene stanja	137
	Privitak 6 Popis posade prema nacionalnosti.....	138
	Privitak 7 Analiza spašavanja broda za kružna putovanja	139

1. UVOD

1.1. Problem i predmet istraživanja

Stradavanje ljudi ili gubitak ljudskih života u vrijeme pomorskih nezgoda predstavlja jedan od najvažnijih problema na brodovima za kružna putovanja, a predmet istraživanja u ovoj disertaciji je spremnost posade na odgovor u izvanrednim situacijama.

Postupak evakuacije ili upravljanje velikim brojem ljudi iznimno je složena radnja u vrijeme pomorskih nezgoda. Velika pomorska nezgoda u kojima su izazvane štetne posljedice velikih razmjera te su neposredno ugroženi ljudski životi je nasukavanje i prevrtanje putničkog broda *Costa Concordia*. Ne donošenje pravovremene odluke i neorganiziranost posade dovela je do gubitka ljudskih života, a pukom srećom izbjegnuta je veća tragedija.

Evakuacija je skup preventivnih mjera pri pomorskoj nezgodi kojoj je cilj zaštita ljudskih života ili premještanje ljudi s jednog mjesta na drugo da bi im se zaštitili životi. Riječ evakuacija prema Klaić, 1988. [75] potječe od latinske riječi (e... + vacuus – prazan) što se može poistovjetiti s riječi pražnjenje, napuštanje, sklanjanje ljudi na sigurnije mjesto zbog opasnosti na brodu. Slijedom toga, u doktorskoj disertaciji za termin evakuacije koristit će se riječ napuštanje broda. Prema Buljas, 2008. [68] engleska riječ Cruise ship u hrvatskom jeziku ima značenje brod za kružna putovanja.

Temeljem pojašnjene terminologije riječi evakuacija pod napuštanjem broda pretpostavlja se okupljanje posade na zbornim mjestima, te se ne analiziraju daljnji postupci tehničkog tima, odnosno ulazak u brodice, spuštanje u more te udaljavanje na sigurnu udaljenost.

Organizacijom posade i provedbom mjera spašavanja u vrijeme pomorskih nezgoda sprječava se stradavanje ljudi. Organiziranost posade očituje se u pravovremenom donošenju odluke i provedbi evakuacije broda.

Brod je socio-tehnički sustav koji na svojim putovanjima prolazi kroz razna stanja spremnosti. Ovisno o dobu dana, položaju broda, vremenskim uvjetima kao i drugim važnim čimbenicima opterećenje prostora na brodovima za prijevoz putnika vrlo je različito. Na brzinu i uspješnost napuštanja brodskih prostora utječu tehničke izvedbe broda, spremnost posade, vrsta pomorske nezgode, struktura putnika, trenutačno stanje broda, dostupnost i pristupačnost sigurnosnoj opremi.

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) je dala pravni okvir za povećanje sigurnosti ljudi u svojim pravilima, preporukama i smjernicama te izmjenama i dopunama Konvencije o zaštiti ljudskih života na moru (SOLAS) s ciljem provjere uspješnosti i stanja spremnosti u slučajevima napuštanja broda.

Sustav napuštanja putničkog broda promatra se dosta statičnim pristupom. Kada se govori o dinamičkom promatranju sustava, velik broj veličina od velike važnosti uključene u proračun uspješnosti sustava napuštanja broda nisu uzete u razmatranje.

1.2. Znanstvena hipoteza

Na temelju izloženog predmeta istraživanja, postavlja se sljedeća hipoteza: Sustav napuštanja broda je dinamički proces i ovisi o nizu varijabla, koje znatno mijenjaju svoju vrijednost u vremenu. Temeljem naznačenoga uspješnost napuštanja putničkog broda potrebno je ocjenjivati alatima kojima se analiziraju dinamički procesi te na taj način unaprijediti postupak napuštanja.

1.3. Svrha i ciljevi istraživanja

Osnovna ideja rada je razviti model spremnosti posade broda koji će uzeti u obzir dinamičke promjene okolnosti, promjene u strukturi posade i vrste prijetnja zbog kojih dolazi do neorganiziranosti sustava napuštanja broda.

Cilj doktorske disertacije je odrediti sve veličine koje utječu na spremnost posade broda, te unaprijediti postupak napuštanja broda.

Za ostvarivanje cilja postavljeni su zadaci istraživanja:

- analizirat će se dosadašnja istraživanja iz područja premještanja ljudi s jednog mjesta na drugo u izvanrednim okolnostima,
- razmotrit će se pomorske nezgode, to jest prijetnje koje za posljedicu imaju ili mogu imati napuštanje broda,
- utvrdit će se veličine koje utječu na spremnost posade, a time i na brzinu napuštanja broda,
- izradit će se opći model međuovisnosti navedenih veličina koristeći se Bayesovom mrežom,
- provjerit model simulacijskim programom *"GeNIe"*,
- predložiti mjere za unapređenje uspješnosti.

Veličine koje utječu na promjenu rada sustava su:

- Vrsta pomorske nezgode

Vrste pomorskih nezgoda za koje postoje vjerojatnosti napuštanja broda jesu: sudar s drugim objektom ili brodom, udar o obalu ili morsko dno, oštećenje brodskog trupa, prijetnja i terorizam, požar i eksplozija. Posljedice takvih pomorskih nezgoda mogu biti: naplavljivanje, nagib broda, vatra i dim, visoke temperature, eksplozija, potonuće, promjene u ponašanju posade i putnika, ograničeno kretanje po određenim dijelovima broda, oštećenje opreme na brodu.

- Stanje broda

Brod se u određenom trenutku može nalaziti u različitim stanjima spremnosti ovisno o položaju i vremenu. Tako se brod može nalaziti u luci, na sidrištu, u plovidbi, uz obalu, u kanalima i tjesnacima, na otvorenome moru.

- Različita distribucija posade u različitim vremenima

Na vrijeme za odgovor na uzbunu za napuštanje broda utječe i smještaj posade i putnika. Posada i putnici mogu se nalaziti na radnome mjestu, u kabinama, prostorijama za rekreaciju i odmor, noćnim barovima i restoranima, izvan broda u lukama ili mogu sudjelovati u izvođenju vježbi.

- Stanje i spremnost putnika i posade

Vrijeme reagiranja na znak uzbune je različito i ovisi o mjestu i vremenu. Nadalje, ograničenja su fizičko stanje putnika, životna dob i spol, znanje o brodu, promjene ponašanja zbog stresa i nepovjerenja prema postupcima posade. Spremnost posade broda da odgovori na pomorske nezgode ovisi o vrsti pomorske nezgode, veličini oštećenja i krajnjem položaju broda. Potrebno je naglasiti da na spremnost posade za odgovor na izvanredne situacije utječe vrijeme nezgode, bilo po danu ili po noći, te različiti vremenski uvjeti.

- Organizacija i postupci prema rasporedu za uzbunu

Temelj uspjeha pravovremenoga i organiziranog napuštanja broda je i pravilan raspored dužnosti prema rasporedu za uzbunu i uvježbanost brodske posade.

1.4. Prikaz dosadašnjih istraživanja

Broj brodova za kružna putovanja je u porastu (Cruise Fever, 2017. [113]). Kapaciteti novogradnja u prosjeku su od 3 000 do 6 000 putnika i posade. Prema statistikama, svake godine oko 10 milijuna ljudi plovi na više od 230 takvih brodova. (Tezdogan i suradnici 2014. [58]; Balakhontceva i suradnici 2016. [17]).

Pregled dosadašnjih istraživanja poredan je prema značaju na način da su predstavljeni autori koji su naveli osnovne utjecajne čimbenike u postupku spašavanja, te alati koji su korišteni u modeliranju i simulacijama kretanja ljudi.

Dinamičke promjene na brodu i ljudima, koje se javljaju u vrijeme pomorskih nezgoda su različite i ovise o više čimbenika. Stanje broda, vrijeme i mjesto nezgode, spremnost posade, psiho-fizičko stanje posade i putnika ograničava vrijeme napuštanja broda. Čimbenici koji utječu na brzinu napuštanja broda su: broj ljudi, demografija putnika, vrsta pomorske nezgode, vrijeme ili doba dana kad je alarm aktiviran, vremenski uvjeti i ograničenja prostora za bijeg (Vanem i Skjong, 2003.,2006. [61,62]).

Čimbenici što utječu na kretanje ljudi su: dinamičko stanje broda, utjecaj dima i vatre, sigurnosne oznake po brodu i oštećenje prolaza (Klupfel i suradnici 2000. [41]). Autori predlažu model kretanja ljudi prema kojemu se mogu dobiti rezultati evakuacije u uvjetima bez prisutnosti vanjskih utjecaja, kao i rezultati u uvjetima dinamičkih promjena na brodu, kao što su trim broda, oštećenje trupa, požar i sl.

Uspješnost spašavanja ovisi o različitim faktorima okoline, uključujući valjanje broda, nagnuće, posrtanje, te o unutarnjim geometrijskim značajkama prema (Lee i suradnicima, 2003. [45]; Glen i Galea 2001. [32]).

Stres što nastaje pri napuštanju broda teško je predvidjeti. Utjecaj prevelikog stresa nerijetko uzrokuje paniku, a može dovesti i do ozljeda i promjena u brzini kretanja (Boulougouris i Papanikolou, 2002. [20]). Ljudski faktor uz fizička ograničenja uključuje i psihološke, spoznajne, motivacijske i socijalne varijable. Ljudi u panici postaju iracionalni i nerazumni (Hoffinger i suradnici 2014. [37]). U trenucima kada nema opasnosti, posljedice stvarne prijetnje i opasnosti ne mogu biti prikazane, stoga analiza nije moguća.

Važnost optimalnih evakuacijskih prolaza za sigurnost putnika u opasnostima koje se javljaju ističe i Chu i suradnici 2013. [23] u svom radu.

Klupfel, 2009. [9] u svom radu daje opće aspekte o napuštanju broda, kao što je utjecaj vanjskih čimbenika, dinamičke promjene na kretanje broda i proceduralne aktivnosti na brodu. Na kretanje putnika u vrijeme napuštanja broda djeluju: dinamičke promjene na brodu, požar i dim, sigurnosne oznake evakuacije, koridori za bijeg, oštećenje strukture, smještaj sredstava za spašavanje. Vrijeme potrebno za napuštanje broda suma je vremena kad su osobe postale svjesne situacije, vremena kretanja, te vremena za ukrcaj i spuštanje sredstava za spašavanje. Autor naglašava da su vremena do svjesnosti situacije i brzina kretanja promjenjive veličine, dok su vrijeme kretanja od mjesta za prikupljanje do ukrcaja u sredstva za spašavanje i vremena za napuštanje broda ograničeno 30 min prema SOLAS konvenciji.

Vanem i Skjong, 2003. [62] su procijenili razvoj posljedica pomorskih nezgoda sudara i nasukavanja na brodovima za kružna putovanja te brzinu spašavanja i moguće posljedice po ljudske živote. Vjerojatnost ishoda, odnosno vjerojatnost naplavlivanja nakon pomorskih nezgoda procijenjena je na temelju povijesnih činjenica projekta „Harder“. Vrijeme do potonuća procijenili su koristeći Delfi metodu. Iako je posljedica napuštanja broda uslijed požara uobičajno istaknuta kao najznačajnija, autori zaključuju da pomorske nezgode sudara i nasukavanja zahtjevaju ozbiljnije mjere za spašavanje ljudi.

Aдекватno modeliranje i simulacijski programi mogli bi dati realniju sliku procesa napuštanja putničkog broda i ubrzati proces donošenja odluke.

Softverski programi kojima se može koristiti u simulacijama napuštanja broda moraju udovoljiti zahtjevima smjernice IMO-a MSC.Circ.1533 [84]. Uz tehničke zahtjeve naznačene u smjernici koji moraju biti zadovoljeni, postoji i eksperimentalni dio provjere ili kvantitativna provjera. Za verifikaciju programa moraju biti zadovoljena prva tri osnovna zahtjeva, a to su testiranje komponenata, provjera funkcionalnosti, kvalitativna provjera. Kvantitativna provjera ili usporedba sa stvarnim podacima je četvrti zahtjev, koji može biti izostavljen zbog nedovoljnog broja podataka.

Balakhontceva i suradnici 2015. [18] predlažu model kojim je obuhvaćen i utjecaj nagnuća broda na kretanje ljudi. Ovakvim modelom moguće je procijeniti vrijeme napuštanja broda uz utjecaj relativnog smjera kretanja valova, te prikazati prihvatljiv smjer kretanja broda na valovitom moru. Autori su matematičkim modelom pratili promjene brzine kretanja agenata na brodu, na valovitom moru. Utvrdili su da valovi koji dolaze iz smjera od 60° na smjer gibanja broda produljuju vrijeme kretanja ljudi, dakle i cijeli proces napuštanja broda. Model je predložen s tri međuovisne veličine: promjena smjera valova, utjecaj valova na kretanje broda i utjecaj takvog

stanja broda na kretanje putnika. Autori su se koristili modelom „*Social Force*“ (Helbing i Molnar, 1995. [34]) i modelom STRIPmod za simuliranje ponašanja broda na valovima.

Tisseraa i suradnici (2013) [59] su predložili računalni model koji opisuje ponašanje ljudi u ograničenim prostorima, pod utjecajem vatre i dima.

Autori (Von Silvers i suradnici 2014. [63]) su predstavili model SIMA (*social identity model*), koji se sastoji od dva dijela: „*social detection*“ i „*helping behaviour*“. Svaki pojedinac pokazuje stupanj tolerancije pri pomaganju osobama na način da se traže ozlijeđeni, olakšava se pristup ozlijeđenima i pruža im se adekvatna pomoć.

Wang i suradnici 2014. [66] primjenjuje tzv. *microscopic* model nazvanim CityFlow-M, koji je testiran na moru, a sastoji se od vremena za odgovor na novo nastalu situaciju i početka kretanja s određenih položaja prema odredištima. Modeliranje i simulacija prema autorima pomaže brodskim dizajnerima u organizaciji i olakšava evakuaciju na moru. Autori su utvrdili da promjene u ponašanju putnika nastaju zbog nedovoljnog poznavanja sigurnosnih mjera. Iako je ljudsko ponašanje jedan od ključnih čimbenika za proces modeliranja sve se više pridaje pozornost tehničkoj izvedbi, kao što su rukohvati, osvjetljenje i otvori, osjećaj sigurnosti i povjerenja, sredstva za spašavanje i način komunikacije. (Ahola i suradnici 2014. [16]).

U modeliranje se mora uključiti konfiguracija prolaza, moguće ometanje kretanja ljudi uzrokovan vanjskim i unutarnjim čimbenicima, procedure, planovi, oznake i pravila koja se odnose na organizaciju posade u izvanrednim okolnostima i ograničenja koja mogu nastupiti zbog promjene ponašanja ljudi (Glen i Galea, 2001. [34]).

Deere i suradnici 2008.[24] su dali matematički izračun kako promjene dizajna ili modifikacija unutrašnjosti broda mogu utjecati na čovjekove performanse, a utemeljen je na računalnoj simulaciji napuštanja broda u normalnim uvjetima.

Phil Park i suradnici 2015. [49] su analizu napuštanja broda opisali simulacijskim programom SIMPEV, koji udovoljava 11 zahtjeva rezolucije IMO-a MSC Circ.1238 [83]. Valjanost programa utvrdio je usporedbom 50 simulacijskih rezultata s eksperimentalnom analizom SAFEGUARD projekta.

Analizom dosadašnjih istraživanja primjećena je posebna pozornost prema analizama napuštanja prostora upotrebom simulacijskih uređaja. Ponašanje i reagiranje čovjeka u trenutku opažanja opasnosti i kod pojave prijetnje po život osnovni je nedostatak rezultata dobivenih simulacijama.

Radianti i suradnici 2014. [51] su odabrali DBN - *Dynamic Bayesian Network* metodu kako bi prikazali promjene na ponašanju ljudi u vremenu i predvidjeli putanje kretanja uslijed razvoja opasnosti od vatre.

Sarshar i suradnici 2013. [54] su se koristili spomenutom DBN metodom za analizu napuštanja prostora uslijed zagušenja prolaza u vremenu, za više scenarija. Autori su postavili varijable koje opisuju utjecaj na putnike i zagušenje prolaza u napuštanju broda. Korištene su studije događaja, gdje su putnici nalaze svuda po brodu. Opasnost od požara za odjeljenja gdje je smještena strojarница je najveća, dok je na mjestima predviđenim za evakuaciju najmanja. Za scenarije

koristilo se „macro“ i „micro“ modelom kretanja ljudi. Autori su odredili izračun kako „Decision Support“ (DS) smanjuje zagušenost prolaza do 35 %, i prikazali su važnost pravovremenog odlučivanja kao i važnost potpore članova posade u spašavanju.

Nadalje, (Sarshar i suradnici 2013. [52]) su izračunali kako se razvija panika u vremenu, i kako utječe tim za potporu (*rescue team*) na razvoj panike. Uz to, autori su predstavili prvo modeliranje panike koristeći se DBN-om. U radu su istaknuli velik broj čimbenika koji utječu na razvoj panike. Mjerena je promjena veličine paničnog oblika ponašanja za najpovoljniji i najnepovoljniji slučaj, za žene mlađe od 30 godina te žene otežanog kretanja s više od 50 godina. Prisutnost tima koji pomaže pri evakuaciji ovisio je o zadanom slučaju. Zaključno, osobe starije od 50 godina pokazale su veću paniku zbog stanja u kojemu se nalaze, od žena do 30 godina. U najnepovoljnijem slučaju veličina panike kod žena od 30 godina lagano raste, dok u je u starijih na istoj vrijednosti.

Sarshar i suradnici 2013. [53] su koristili Bayesove mreže (BN – *Bayesian Network*) za analizu vremena evakuacije na brodu u vrijeme pomorske nezgode požara. Vjerojatnosti su se temeljile na podacima IMO-a i praktičnim iskustvima. Na početku rada dali su opis rada BN-om. Za analizu i kvantificiranje vjerojatnosti preuzeli su podatke iz „*Smart Rescue Project-a*“, u kojem su rabljeni smart-telefoni.

Eleye-Datubo i suradnici 2006.,2016. [26,27] su prikazali način rada Bayesovim mrežama koristeći studiju događaja, vjerojatnosti uspješnog napuštanja broda uslijed aktiviranja splavi i brodica za spašavanje.

Sustavni pregled literature znanstvenih i konferencijskih članaka, koji može biti od pomoći u budućim znanstvenim istraživanjima na određenim područjima istraživanja vezanih za sustave spašavanja u pomorskom transportu predstavili su autori Sarvari i suradnici 2017. [55]. Autori su kronološki poredali istraživanja prema tipu broda, vrsti istraživanja te metodama koje su korištene u istraživanjima.

1.5. Znanstvene metoda istraživanja

Za provedbu istraživanja korišteni su statistički podatci, dosadašnja istraživanja, ekspertno mišljenje autora, metoda anketiranja i osobna komunikacija kojom su utvrđeni čimbenici te dodijeljenje kvantitativne vrijednosti u modelu. Osim navedenog, koristila se sva raspoloživa dokumentacija, povjerljive baze podataka i drugi izvori.

U provedbu istraživanja anketnim upitnikom uključeni su djelatnici tehničkih odjeljenja broda zapovjednici, upravitelji i časnici odjela palube i stroja.

Za izradu modela korištena je Bayesova mreža koja omogućuje da se u stvarnosti određuju vrlo složene zavisnosti u vrlo složenim mjerama. Uz pomoć teorije Bayesove logike moguće je nakon predloženog modela jednim od programa koji se temelje na Bayesovim mrežama procijeniti uspješnost svih nepoznatih veličina u modelu. Korišten je alat „GeNIe“, koji pruža grafičko sučelje za jednostavniju izgradnju i evaluaciju Bayesovih mreža.

Riječ *ekspert* za potrebe doktorske disertacije označava osobu koja ima dugogodišnje iskustvo pri radu u situacijama provjere i procjene spremnosti posade i putnika na brodovima za kružna putovanja. Pri takvoj procjeni važno je naznačiti da više eksperata za identičan problem može imati više različitih mišljenja.

1.6. Struktura doktorske disertacije

Rad se sastoji od pet poglavlja i sedam privitaka, šesdeset i četiri slike, dvadeset i tri tablice te četiri grafikona i pet shema.

U prvom poglavlju definiran je problem i predmet istraživanja, određena je znanstvena hipoteza, svrha i cilj istraživanja. Ujedno je dan prikaz dosadašnjih istraživanja iz područja analiza i simulacija spašavanja na brodovima za kružna putovanja. Uz osnovnu znanstvenu metodu primijenjenu u disertaciji, pomenute su i druge važne metode korištene u istraživanju.

Drugo poglavlje sačinjava šest povezanih dijelova. Prvi dio odnosi se na definiranje broda za kružna putovanja. Drugi dio sačinjavaju osnovni standardi i propisi Međunarodne pomorske organizacije i drugih interesnih skupina. Treći se dio odnosi na opće smjernice za napuštanje broda za kružna putovanja. Četvrti dio prikazuje organizacijski ustroj sustava napuštanja broda, a u petom dijelu su postojeće metode za upravljanje sustavima napuštanja broda. U šestom dijelu poglavlja opisan je postupak i oglašavanje tijekom napuštanja broda kao i način postupanja u izvanrednim okolnostima.

Treće poglavlje obuhvaća utvrđene čimbenike i podijeljeno je u četiri pod poglavlja. Prvo pod poglavlje odnosi se na vrste i razvoj prijetnja pomorske nezgode. Prikazan je uzročno-posljedični model razvoja prijetnja koje utječu i mogu utjecati na odluku o napuštanju broda. U drugom pod poglavlju opisane su značajnije pomorske nezgode koje su utjecale na odluku o napuštanju broda te su čimbenici iz analiza korišteni u svrhu istraživanja i razvoja modela. U trećem pod poglavlju prikazana je različita struktura putnika te prikazan opći kvantitativni model spremnosti putnika. U četvrtom pod poglavlju opisana je znanstvena metoda Bayesovih mreža te prikazan kvalitativni temeljni model spremnosti brodske posade.

Četvrto poglavlje je temeljno gdje je prikazan kvantitativni model, opisani čimbenici koji utječu na postupak napuštanja broda i prikazan način dodjeljivanja stanja i numeričkih vrijednosti. Svim čimbenicima modela dodijeljene su apriorne vjerojatnosti, dok su posteriorne vjerojatnosti izračunane na temelju uvjetnih vjerojatnosti svih čimbenika koji imaju svoje roditelje.

Peto poglavlje donosi provjeru modela i analizu rezultata. Provedena je analiza osjetljivosti i utvrđeni najznačajniji ili najosjetljiviji čimbenici modela spremnosti posade i podmodela uspješnosti vježbi. Temeljem rezultata izdate su preporuke za poboljšanje učinkovitosti.

U zaključnom poglavlju objedinjeni su temeljni problemi za uspješnost i spremnost posade broda u postupcima pri napuštanju broda.

2. OSNOVNA OBILJEŽJA NAPUŠTANJA BRODA ZA KRUŽNA PUTOVANJA

2.1. Brod za kružna putovanja

Putnički brodovi¹ mogu se podijeliti prema veličini, kapacitetu, području plovidbe i namjeni. Kružna putovanja definira područje plovidbe i namjena. Kružna putovanja su prijevoz ljudi brodom po unaprijed određenom intineraru² gdje se nude sportske i zabavne aktivnosti i usluge, za putnike na turističkom putovanju u svrhu odmora, zabave i rekreacije. (Šamanović, 2002. [12])

Pravilo je da brodovi ne pristaju u istu luku dva puta u jednom kružnom putovanju, s izuzećem na luku u kojoj brod uobičajno obavlja najveći ukrcaj i iskrcaj putnika (*home port*). Stoga se brod za kružna putovanja može definirati kao brod koji prevozi putnike na višednevnim putovanjima, prema utvrđenom intineraru bez doticanja istih luka u jednom putovanju, izuzevši matičnu luku, u svrhu njihova odmora, zabave i opuštanja.

Prema *Equasis Statistics*³ u 2016. godini ukupno plovi 272 putnička broda između 25 000 BT-a i 60 000 BT-a. Iz izvješća DNV GL-a⁴ prosječna veličina brodova za kružna putovanja 1990. godine iznosila je 26 000 BT-a, s brojem putnika do 1000. Ukupan broj brodova za kružna putovanja objavljen u *Fairplay-u*⁵ iznosi 485 ukupne nosivosti 13 400 752 BT-a (Frančić, 2012. [103]). Prema izvješću DNV GL-a prevladavaju brodovi kapaciteta između 1500 do 2500 putnika, slijede brodovi od 2500 do 3500 te iznad 4500 putnika. Narudžba novih brodova za kružna putovanja je u porastu za sljedećih deset godina. Procjenjuje se da će broj novoizgrađenih brodova od 2018. do 2026. godine biti 40⁶. Osim putnika na svakom brodu za kružna putovanja plovi i velik broj članova posade koji obavljaju različite radne aktivnosti, isključivo na usluzi putnicima.

Broj putnika prema CLIA izvješću⁷ iz 2017. godine je u porastu. U 2018. godini očekuje se 27.2 milijuna ljudi na brodovima za kružna putovanja. Prema godišnjem izvješću⁸ tri najatraktivnija područja svijeta sa ukupno 365 brodova za kružna putovanja su Karipsko more, Azija i Pacifik te Mediteran. Najveći broj brodova za kružna putovanja ima *Carnival Corporation* 44.1 %, slijedi *Royal Caribbean* 23.9 %, *Norwegian Cruise Line* 8.8 %, *MSC* 7 %, *Genting Hong Kong* 4.1 %.

Istraživanje za potrebe disertacije usredotočeno je na brodove za kružna putovanja od 700 do 1250 putnika, tonaže između 30 000 BT i 70 000 BT, gdje se može primijeniti ekspertno mišljenje autora za čimbenike kojima statistički podatci nisu dostupni.

¹ Prema SOLAS-u putnički brod je brod koji prevozi više od 12 putnika

² Godišnji plan plovidbe broda za kružna putovanja

³ Svjetska trgovačka flota 2016.

⁴ Report No. PP092663/1-1/1, Rev. 0; EMSA/OP/10/2013

⁵ *World Fleet Statistics, London, Lloyds Register – Fairplay Ltd. Redhill 1985. – 2007.*

⁶ *CruiseFever* preuzeto s: <https://cruise fever.net/2018-2026-cruise-ships-being-added-to-fleets/>

⁷ *CLIA Cruise Industry Outlook 2017* preuzeto s: <https://www.cruising.org/docs/default-source/research/clia-2017-state-of-the-industry.pdf?sfvrsn=0>

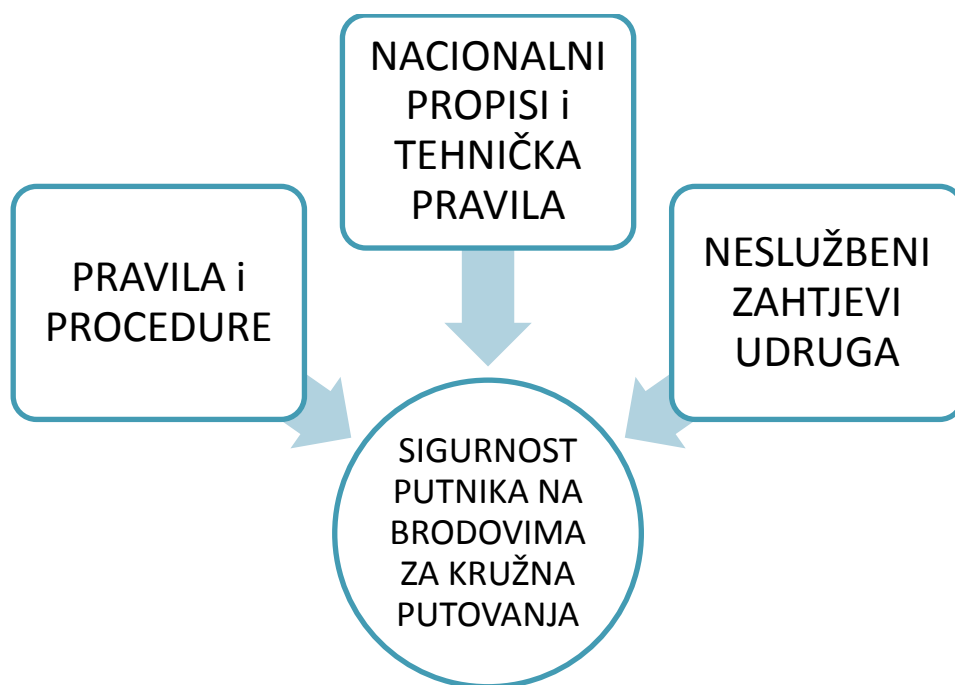
⁸ *Cruise Industry News, 2018-2019 Annual Report* preuzeto s: <https://www.cruiseindustrynews.com/annual-cruise-industry-report.html>

2.2. Obvezni standardi i propisi Međunarodne pomorske organizacije

Obveza broдача, brodograditelja, zapovjednika brodova, država članica primjena je minimalnih propisa i pravila IMO-a. Obvezni standardi i propisi IMO-a, u dijelu SOLAS konvencije donijeti su kako bi se povećala sigurnost na brodovima. Države članice mogu postrožiti zahtjeve SOLAS-a, te donijeti dodatna pravila u svojim nacionalnim propisima. *Odredbe nacionalnih propisa ne smiju staviti u neravnopravan položaj brodove drugih država koji zalaze u njihove luke* (Zec, 2001. [15]).

Zahtjevi, propisi i pravila koje utječu na sigurnost putnika na brodovima za kružna putovanja mogu se podijeliti na (Shema 1):

- zahtjeve IMO-a (*SOLAS, STCW, MLC, ISM i LSA Code*),
- nacionalne propise i tehnička pravila (npr. *US Coast Guard*),
- ostale zahtjeve (npr. *CLIA⁹, OH&S¹⁰, ISO 14001*)



Shema 1. Standardi i propisi kojim se ostvaruje sigurnost ljudi na brodovima

Izvor: Autor

Zahtjevi opreme za spašavanje i način uvježbavanja za postupke u izvanrednim okolnostima određeni su SOLAS konvencijom, Glava II. i III. te preporukama i uputama koje donosi Odbor za pomorsku sigurnost (*Maritime Safety Committee – MSC*).

⁹ CLIA (*Cruise Lines International Association*) najveća je svjetska udruga pomorske putničke industrije s više od 60 brodara, 95 % svjetske putničke industrije i 15 000 putničkih agencija. Na brodovima koji su pod CLIA udrugom plove 24 milijuna putnika godišnje.

¹⁰ OH&S 18001 (*Occupational Health and Safety*) je sustav upravljanja zdravljem i sigurnošću na radu

U Glavi III SOLAS konvencije [89] (sredstva i uređaji za spašavanje), Pravilima 19 i 30, određeni su zahtjevi za vrstom, načinom i brojem vježba koje se moraju provoditi na svakom brodu te dodatni zahtjevi koji se odnose na putničke brodove. Pravilo 20 odnosi se na održavanje opreme za spašavanje. Tehnički uvjeti određeni su Pravilnikom o sredstvima za spašavanje (*Life Saving Appliances - LSA Code*). Minimalni broj osobnih i zajedničkih sredstava za spašavanje na brodovima za kružna putovanja reguliran je Pravilom 21. i 22. SOLAS-a.

Putnički brodovi predstavljaju posebnu kategoriju brodova koji mora zadovoljiti strožije i opširnije tehničke zahtjeve glede sigurnosti plovidbe. (Frančić, i suradnici 2009. [30]).

Dio pravila koji se odnose na tehničke izvedbe su: standard za izračun širine stubišta koji čine putove bijega na putničkim brodovima (IMO A.757(18)) [91]. Pravilo 13 SOLAS II-2; broj i neprekinutost putova bijega prema (MSC 98(73) [92].; označavanje prolaza svjetlima i pokaznim trakama prema (IMO A.752(18)) [93]; preporuke za uređenje prostora u kojima obitavaju starije i nemoćne osobe (MSC/Circ.735) [87]; zahtjevi za konstrukciju, instalaciju, održavanje i pregled sredstava za ukrcaj ili iskrcaj ljudi (MSC/Circ.1331) [85], i dr.

Dio pravila koji se odnose na dužnosti i postupke su: minimalni zahtjevi za uvježbavanje članova posade koji su uključeni u spašavanje putnika na brodu u izvanrednim okolnostima (A.865(20)) [94], periodična provjera održavanja vježba gašenja požara na brodovima te napuštanje broda (A.690(17)) [95], izmjene i dopune SOLAS konvencije koji se odnose na brodske vježbe (MSC 350(92)) [97], sigurnosne informacije za putnike (A.691(17)) [96], raspored za uzbunu i dužnosti članova posade naznačen u SOLAS Glavi III, Pravilo 8; mjesta za prikupljanje naznačen u Pravilu 11 i 25 SOLAS Glavi III, informacije za putnike Pravilo 27 SOLAS Glavi III i dr. Tehničkim pravilima propisuju se uvjeti koji moraju biti zadovoljeni da se osposobi brod za plovidbu. Takva pravila javno su objavljena i propisuju najviše praktično provedive međunarodno prihvaćene tehničke norme (Zec, 2001. [15]).

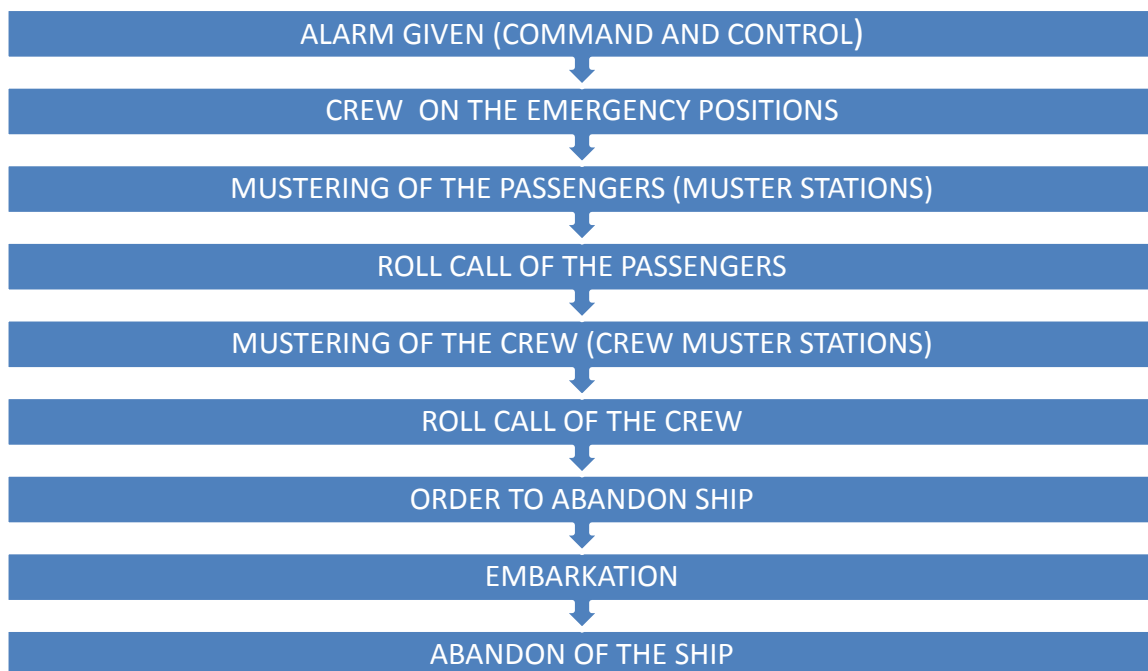
Brodari se udružuju poradi konkurentnosti na tržištu. Takve udruge propisuju dodatne neslužbene zahtjeve kojima se unaprjeđuje sigurnost ljudi na brodovima. Potrebno je naznačiti zahtjeve *CLIA* i *OH&S* koja su viša od minimalnih pravila i zahtjeva što ih je donio IMO, a odnose se na sigurnost brodskih operacija (*Operational Safety*), zaštitu od požara (*Fire Protection*), sigurnost broda (*Shipboard Security*), zaštitu okoliša (*Environmental protection*), zdravstvenu zaštitu (*Health*) i ostalo (*other*). Odredbe CLIA organizacije uvrštene su u Sustave upravljanja sigurnošću (SUS - SMS) broda.

2.3. Pojam napuštanja broda

Napuštanje broda je skup aktivnosti što nastaje zbog okolnosti izvanrednih događaja koje odgovorna osoba na brodu nije mogla predvidjeti (Zec, 2001. [15]). Prema rezoluciji IMO-a A.443(XI) [98] i SOLAS-a [89] Pravilu V/34-1, zapovjednikovo diskrecijsko pravo je donositi odluke o svim potrebnim mjerama za zaštitu ljudskih života na moru i morskoga okoliša. Vlasnik broda, ugovaratelj putovanja ili bilo koja treća osoba neće ograničiti takvo donošenje odluke koje je temeljeno na profesionalnoj prosudbi zapovjednika broda. Odluka zapovjednika temelji se na brojnim prikupljenim podacima, kao što su: informacije o šteti (*Damage Control Information Glava II-1, Pravilo 19*), proračun stabilnosti (*Loading of passenger ship, Glava II-1, Pravilo 20*),

indikacija naplavlivanja (*Flooding detection systems for passenger ship constructed after 1 July 2010*) i dr. Na brodovima za kružna putovanja mora biti uspostavljen sigurnosni centar (SOLAS II-2 Pravilo 23, brodovi izgrađeni nakon 1.7.2010). Način informiranja putnika i članova posade o znakovima za uzbunjivanje i napuštanje broda pojašnjen je za vrijeme odgovarajućih vježba po ukrcaju na brod. Sadržaj općih informacija mora biti poznat članovima posade i naznačen na rasporedu za uzbunu (SOLAS Glava III., Pravilo 8 i 37). Za putnike na brodu, informacije o radnjama i postupcima u izvanrednim okolnostima postavljene su u kabinama, mjestima za prikupljanje i drugim javnim prostorima na brodu (SOLAS, Glava III. Pravilo 8.4.).

Opći postupci, tijek i smjernice sustava napuštanja broda prikazani su na slici 1. Nakon što ovlaštena osoba sa zapovjedničkog mosta (*Command and Control*) oglasi opći znak uzbunjivanja, članovi posade postupaju prema točno utvrđenim dužnostima predviđenim rasporedom za uzbunu. Putnici se usmjeravaju prema mjestima za prikupljanje. Nakon okupljanja svih putnika, članovi posade prozivaju putnike ili utvrđuju prisutnost nekim drugim sredstvima. Po odluci zapovjedničkog mosta posada se usmjerava prema mjestima za prikupljanje za sve članove posade, te se utvrđuje njihova prisutnost. Kada su sve osobe na brodu na mjestima za prikupljanje, odluku o ukrcavanju u sredstva za spašavanje donosi zapovjednik broda, kako slijedi: *"Ako su zbog pomorske nezgode nastupile takve okolnosti da su ugroženi životi svih ljudi na brodu, pa je smanjena i sposobnost broda da se održava na površini mora, prije nego je potrebno napustiti brod i prijeći u plovila za preživljavanje"* (Zec, 2001. [12]).



Slika 1. Opće smjernice sustava spašavanja na brodu za kružna putovanja¹¹

Izvor: Autor

¹¹ Prijevod na hrvatskom jeziku se izostavlja gdje se koriste pojmovi određeni u međunarodnim izvorima, a nemaju adekvatan prijevod

Vrijeme napuštanja broda od 30 min određeno je konvencijom SOLAS III/ Pravilo 21.1.3. od trenutka oglašavanja znaka za napuštanje broda, kada se sve osobe na brodu nalaze na mjestima za prikupljanje u prslucima za spašavanje. Prema LSA Code [80], Glava IV/ odjeljak 4.4.3.1., svaka brodica na brodu za kružna putovanja mora biti ukrcana za ne dulje od 10 min od trenutka kada je dana uputa za ukrcaj. Ako je brod opremljen sustavom za brzo napuštanje broda (*Marine Evacuation System – MES*) tada takav sustav mora omogućiti prebacivanje svih ljudi na brodu u splavi u 30 min vremena (LSA Code Glava VI/6.2.2.1.).

Vježbe i analiza uspješnosti napuštanja broda za kružna putovanja održavaju se na brodovima prema zahtjevima SOLAS-a, a države članice IMO-a pozvane su da potiču postojeće brodove na provjeru uspješnosti spašavanja koristeći se smjernicama i studijama slučaja prema zahtjevima iz MSC.1/Circ.1533 [84]. Nadalje, brodarske kompanije temeljem SUS-a mogu povećati broj vježba radi jačanja organizacijske i timske strukture u izvanrednim situacijama.

2.4. Organizacijski ustroj sustava napuštanja na brodu

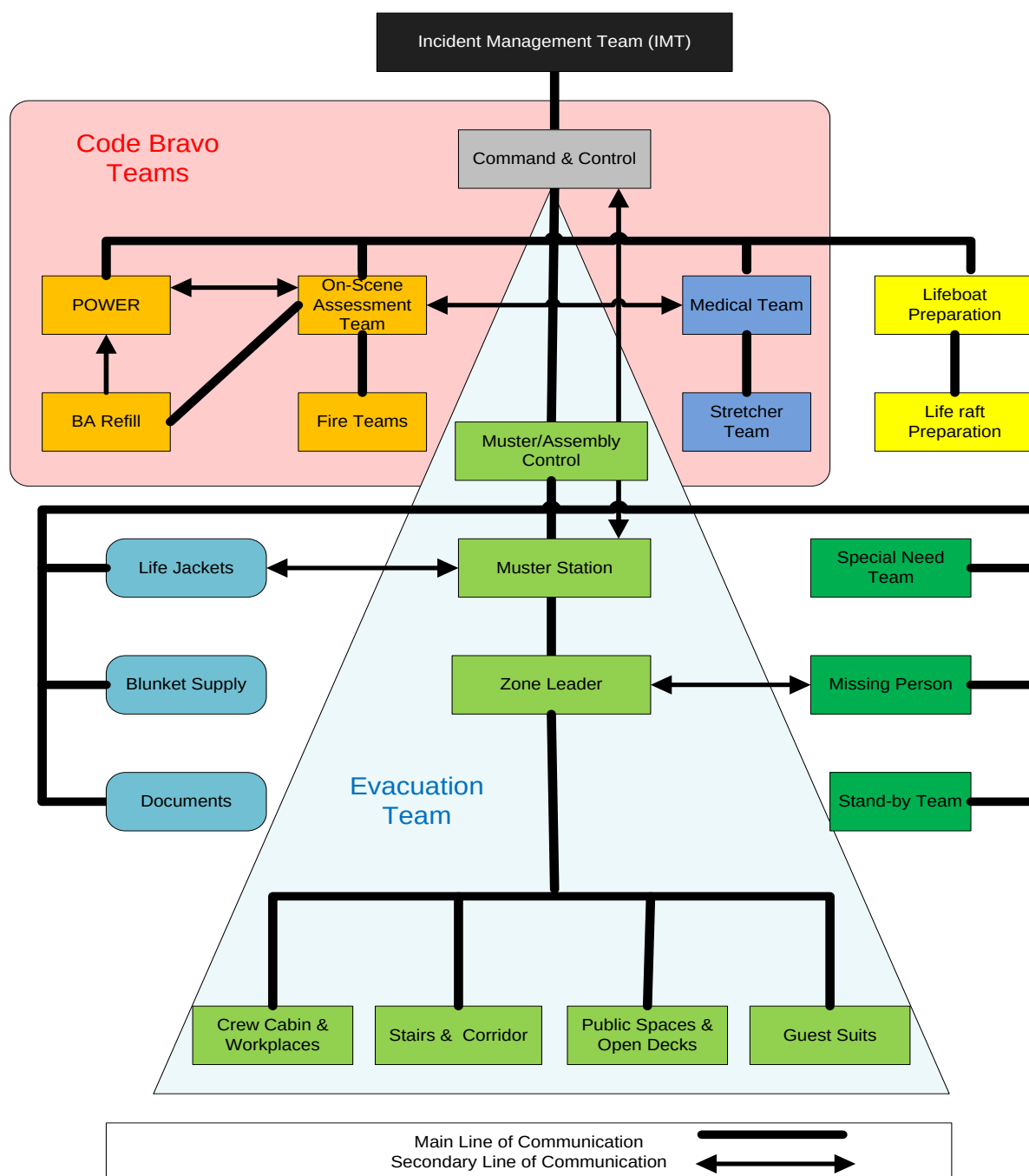
Svaki član posade na brodu za kružna putovanja treba postupati u skladu s odredbama predviđenima rasporedom za uzbunu. Spremnost posade na izvanredne događaje preduvjet je za uspješno spašavanje svih osoba na brodu.

Uspješnost radnji i aktivnosti u postupku napuštanja broda ovisi o dinamičkim promjenama na brodu. Članovi posade u vrijeme napuštanja broda obavljaju svoje aktivnosti najčešće u skupinama ili timovima. Osnovni je cilj uspješno spašavanje u pogledu smanjenja za to potrebnog vremena. Ovisno o mjestu i prirodi izvanrednih okolnosti, točnom vremenu događaja, posljedice pomorske nezgode mogu biti opasne i pogubne, a razvijaju se u vremenu. Kako bi se umanjili pojedinačni propusti, koji mogu biti rezultat nepovoljnog ponašanja i odradile zahtjevne zadaće, članovi posade rade u skupinama. Organizacijski ustroj sustava napuštanja broda postavljen je u skladu s dužnostima prema rasporedu za uzbunu.

Na rasporedu za uzbunu sažet je organizacijski ustroj sustava napuštanja broda. Svakom članu posade dodijeljene su specifične dužnosti u izvanrednim okolnostima u napuštanju broda. Primjer općih postupaka spašavanja na brodu od trenutka nastupa opasnosti do okupljanja putnika na mjestima za prikupljanje na brodu za kružna putovanja te način komuniciranja prikazan je na shemi 2. Komunikacijski se ustroj sastoji od skupina koje upravljaju oštećenjem i skupine medicinske potpore, koje na znak dojava o nastupu opasnosti prve izlaze na mjesto događaja (*Code Bravo Teams*). Organizacijski ustroj sastoji se i od skupina koje pripremaju sredstva za spašavanje, skupina koja djeluju prema posebnim zadacima (*Special Need Assistance, Missing Person, Stand-by team*), skupina zaduženih za prsluke za spašavanje (*Life-Jacket team*), skupina su zadužene za opskrbljenost prekrivačima (*Blanket team*) i prikupljanje vrijednih dokumenata (*Documents*).

Skupina koja usmjerava putnike prema stanicama za prikupljanje su članovi posade razmješteni po brodskim hodnicima i stubištima, javnim prostorima i otvorenim palubama (*Evacuation Team*).

Način komuniciranja prikazan je strjelicama i predstavlja ključan čimbenik sustava.



Shema 2. Dio komunikacijskog ustroja sustava napuštanja broda za kružna putovanja

Izvor: Autor prema PCH (Prestige Cruise Holding)

Skupine uključene u brojne aktivnosti u vrijeme spašavanja mogu biti različite, zbog različitosti brodova i aktivnosti na njima. Broj skupina ovisi o demografiji putnika, programskim sadržajima i veličini samog broda.

U nastavku teksta ovog pod poglavlja opisan je sadržaj dužnosti općeg rasporeda za uzbunu prema SOLAS-u (Dio III., Pravilo 8. i 37).

Raspored za uzbunu mora sadržavati opis općeg sustava uzbune u nuždi i sustava javnog razglasa, te postupke posade i putnika nakon davanja signala za uzbunu. Rasporedom za uzbunu se mora utvrditi kako će se dati naredba za napuštanje broda.

Svaki brod za kružna putovanja mora imati propisane postupke za pronalaženje i izbavlivanje putnika koji su u kabinama ostali zaglavljani.

Rasporedom za uzbunu određena su zaduženja pojedinih članova posade kao što su:

- *način rukovanja vodonepropusnim i protupožarnim vratima, ventilima, izljevima, bočnim oknima, prozorima i drugim otvorima na brodu,*
- *način opremanja brodice za spašavanje i drugih sredstava za spašavanje,*
- *priprema i spuštanje brodice za spašavanje,*
- *opće pripreme drugih sredstava za spašavanje (npr. MES¹², Life Raft¹³),*
- *način okupljanja putnika,*
- *uporaba opreme za komunikaciju,*
- *osnivanje skupina za gašenje požara,*
- *posebne dužnosti vezane za gašenje požara.*

Rasporedom za uzbunu određuju se časnici zaduženi za održavanje sredstava za spašavanje i opreme za gašenje požara kako bi bili uvijek spremni za uporabu.

Rasporedom za uzbunu određuju se zamjenici ključnih osoba koje mogu biti nesposobne imajući na umu da razni događaji mogu zahtijevati i različite radnje.

Na brodu za kružna putovanja rasporedom za uzbunu utvrđene su dužnosti članova posade prema putnicima, a primjerci rasporeda nalaze se na zapovjedničkom mostu, strojarnici, blagovaonicama posade i drugim izabranim mjestima, u namjeri da budu lako dostupni. Na rasporedu za uzbunu naznačene su sve skupine koje djeluju u izvanrednim okolnostima. Utvrđene su točne dužnosti članova posade prema putnicima što obuhvaća: uzbunjivanje putnika, provjeru prikladne odjevenosti i ispravnosti uporabe prsluka za spašavanje, usmjeravanje i prikupljanje putnika prema zbornim mjestima, održavanje reda u prolazima i stubištima te nadzor kretanja putnika, provjeravanje dovoljne količine pokrivača unesenih u plovila za preživljavanje.

Procjena pravilnih radnji i postupaka naznačenih na rasporedu za uzbunu provjeravaju se na zajedničkim vježbama. Zapovjednik je dužan izmijeniti ili sastaviti novi raspored za uzbunu prije početka putovanja, a obrazac rasporeda za uzbunu dužna je odobriti nadležna vlast.

Pojednostavljeni primjer radnji i aktivnosti sustava napuštanja broda na brodu za kružna putovanja u vrijeme oglašavanja općeg znaka uzbunjivanja sastavljen je od dijela spašavanja, timskog rada, tijeka informacija, i prikazan je na shemi 3.

¹² Sustav za brzo napuštanje broda.

¹³ Splavi za spašavanje.

EVACUATION	INFORMATION	TEAM WORKING
☐	☐	☐
☐ PASSENGER CABIN	☐ ALARM INFORMATION	☐ COMMAND and CONTROL TEAM
☐ CREW CABIN	☐ START EVACUATION	☐ DAMAGE AND RESPONSE TEAM
☐ OPEN DECKS & POOLS	☐ CURRENT CONDITION	☐ POWER and PROPULSION TEAM
☐ PUBLIC SPACES	☐ INSTRUCTIONS FOR PASSENGERS	☐ EVACUATION TEAM
☐ CASINO AREA	☐ INSTRUCTION FOR CREW	☐ CHILDREN EVACUATION TEAM
☐ SHOPS	☐ CURRENT CONDITION	☐ MEDICAL and STREACHER TEAM
☐ SPA	☐ EMBARKATION	☐ MISSING TEAM
☐ FOOD AND BEVERAGE AREA	☐ ABANDON SHIP	☐ SPECIAL NEED ASSISTANCE TEAM
☐ ENGINE SPACES		☐ STBY TEAM

Shema 3. Primjer aktivnosti i radnja u trenutku oglašavanja općeg znaka za uzbunu

Izvor: Autor

Na znak za opće uzbunjivanje članovi posade postupaju prema zaduženjima utvrđenima rasporedom za uzbunu. Aktivnosti i radnje u slučajevima napuštanje broda sastoje se od skupina naznačenih na rasporedu za uzbunu. Vidljivo iz sheme 3 putnici i posada se mogu nalaziti na različitim brodskim prostorima. Prostor prikazani u shemi predstavljaju najzastupljenija mjesta na brodu gdje borave posada i putnici. Prostor zapovjedničkog mosta predstavlja mjesto iz kojeg se organizira i koordinira spašavanje, te je izostavljen iz shematskog prikaza. Za vrijeme spašavanja putem javnog razglasa putnicima i posadi su odaslane određene upute i informacije o trenutnoj situaciji. U postupku spašavanja sudjeluju skupine koji pomažu pri spašavanju. Broj i namjena skupina ovisi o tipu broda za kružna putovanja, a svaka organizacijska struktura broda za kružna putovanja treba se sastojati od najmanje:

- skupine koja upravlja spašavanjem (*Command and Control*),
- skupine sa zaduženjima vezanim za brodsko napajanje, propulziju i ventilaciju (*Power, Propulsion, Ventilation*),
- skupine koja upravlja oštećenjima (*Fire and damage Teams, Watertight, Sem - Watertight doors*),
- skupine koja je zadužene za pretraživanje kabina putnika i posade te usmjeravanje putnika i posade prema odredištima (*Passenger Saterooms, Crew Accomodations*),
- skupine zadužene za pretraživanje otvorenih paluba i vanjskih stubišta (*Open deck and Outside stairways*),
- vođa pojedinih odjeljenja i njihovih prvih pomoćnika, koji upravljaju organizacijom posade u vertikalnim zonama na brodu te izvještavaju o tijeku spašavanja (*Zone Leaders, Assistant zone Leaders*),

- skupine odgovorne za nadzor spašavanja i komunikaciju sa zapovjedničkim mostom (*Evacuation Leader - Hotel Manager*),
- skupine koja prikuplja putnike na zbornim mjestima (*Passenger Muster Station Guides*),
- skupine koja priprema sredstva za spašavanje (*Embarkation and Launching preparation*),
- skupine koja će upravljati sredstvima za spašavanje (*Boat and Raft Commanders*),
- skupine zadužene za distribuciju dodatnih prsluka za spašavanje (*Lifejacket Team*),
- skupine za održavanje reda na stubištima, prolazima, javnim mjestima (*Stairway guides, Public rooms*),
- skupine koja pomažu osobama s teškoćama u kretanju (*Special Need Assistance*),
- skupine za potragu nestalih osobe (*Missing Person Team*),
- skupina zadužene za dostatan broj pokrivača (*Blanket Supply group*),
- skupine zadužene za prikupljanje dokumentacije, popisa putnika i posade (*Documents and Valuables*),
- posebne skupine članova posade koja je u pripravnosti (*Standby Group*).

Osnovni je cilj da svi prostori na brodu budu pod nadzorom jednoga ili više članova posade. Pravovremeno pronalaženje, upozoravanje, usmjeravanje i vođenje putnika i posade prema odredištima temelj su uspješnosti napuštanja broda.

2.5. Postojeće metode za upravljanje sustavima napuštanja broda

Prema Međunarodnom kodeksu upravljanja sigurnošću (International Safety Management Code – ISM Code), dio 8. Pravilnika, sve brodarske kompanije moraju utvrditi odgovarajuće postupke za djelovanje u izvanrednim situacijama te ih prikazati u Sustavu Upravljanja Sigurnošću (SMS ili SUS). Ako u SUS-u nije naznačen način uzbunjivanja, tada će se primjenjivati *Opći sustav uzbune u nuždi* iz SOLAS-a, Glava II-2 Pravilo 12. i Glava III. Pravilo 6.5 i 6.4, (*General Emergency Alarm*¹⁴ - GEA; *Public address systems in passenger ships - PA*).

Spremnost posade za odgovor na izvanredne situacije na brodovima ispituje se vježbama i simulacijama izvanrednih događaja. Posada je spremna na takve vježbe, pravovremeno informirana o njenom početku pa je i uspješnost vježba na brodovima očita i zadovoljavajuća.

Vježbe na putničkom brodu (SOLAS Glava III., Pravilo 19) obično se izvode za lijepog vremena, najčešće u lukama bez mogućnosti praćenja promjene ljudskog ponašanja. Nadalje, putnici i posada broda pravovremeno su informirani o točnom vremenu početka vježbe. Prema (Klupfel i suradnici, 2000.) [41] putnicima i posadi daju se instrukcije da se ne žure kako ne bi došlo do ozljeda. Nepredvidive okolnosti koje su posljedica pomorske nezgode (oštećenje i zapreke) i promjene na strukturi ponašanja svih osoba na brodu nisu uzete u razmatranje. Za primjer, vrijeme napuštanja broda u vrijeme vježba i stvarnih situacija nije jednaka, što je primjer

¹⁴ Opći sustav uzbune u nuždi mora omogućavati čujnost općeg signala za uzbunu koji se sastoji od sedam ili više kratkih zvukova, nakon kojih slijedi jedan dugi zvuk brodske zviždaljke ili sirene, i dodatno električnog zvona, ili drugog jednakovrijednog uređaja za upozoravanje, koji se napaja iz glavnog izvora električne energije i izvora električne energije u nuždi (LSA Code 7.2.1.1.).

pomorske nezgode „St. Malo Catamaran“, gdje je postupak napuštanja broda trajao 1 sat i 17 min, dok je sama vježba u prosjeku trajala 8 min (Lockey i suradnici, 1997. [45]; Hystad i suradnici, 2016) [38]).

Osnovna metoda za upravljanje sustavima napuštanja broda je djelovanje prema postupcima iz rasporeda za uzbunu (*Muster List ili Station Bill*). Sredstvima za spašavanje mora biti omogućeno napustiti brod (*Abandon ship*) u vremenu ne duljem od 30 min (E(*Embarkation*) + L(*Launching*)). Vrijeme potrebno posadi i putnicima da stignu na mjesta za ukrcaj u sredstva za spašavanje propisano je ostatkom vremena od 30 do 50 min prema Smjernici MSC/Circ. 1533. [84]., što ovisi o broju vertikalnih zona¹⁵ na brodu. Vježbama napuštanja broda analizira se spremnost posade u izvanrednim situacijama. Uz vježbe preporuka je IMO-a za analizom uspješnosti napuštanja broda prema smjernici MSC/Circ.1533, koja će se opisati u daljnjem tekstu.

IMO kroz odbor MSC-a donio je više pravila i smjernica kojima brodovi moraju udovoljavati u pogledu sigurnosti kako bi se zaštitili ljudski životi na moru.

Kako bi se povećala sigurnost brodova za prijevoz putnika kontroliranim procesom napuštanja broda, a u vrijeme izvanrednih situacija IMO je 2002. godine donio privremene smjernice IMO MSC/Circ.1033 [82] kako bi se ovjerilo da dizajn putničkog broda u potpunosti odgovara svim sigurnosnim mjerama za napuštanje broda. Izmjene i dopune smjernice nastupile su 2007. godine (IMO MSC/Circ.1238 [83]), te u lipnju 2016. (IMO MSC/Circ.1533). Potpuna analiza sustava napuštanja broda prema smjernicama pokazuje pouzdanost sustava, ali je obično teško izvediva i skupa (Wang i suradnici 2014. [66]). Procjena uspješnosti sustava napuštanja broda provjerava se simulacijskim i kompjutorskim uređajima, prema uputama iz smjernice IMO-a.

Prema spomenutoj smjernici putnici se kreću u isto vrijeme, u većini koristeći se primarnim izlazima, jednolikim kretanjem bez guranja, putnici s poteškoćama u kretanju ne ometaju druge, uz dostupne izlaze, putnici se kreću neometano. Realno, organizacija i brzina napuštanja broda može ovisiti o dinamičkim promjenama na brodu, uključujući valjanje, posrtanje i nagib broda, psihološko i fizičko stanje putnika i posade te učinkovitosti organizacije spašavanja.

Pododbor IMO-a FP¹⁶ na svom 51. zasjedanju u veljači 2007. pozvao je zemlje članice da ulože dodatne napore u provedbu scenarija kako bi se prikupile informacije za poboljšanje smjernice. Tako je EU FP7 projektom SAFEGUARD 2012. dobiveno više podataka za dopunu i poboljšanje modela napuštanja broda (Galea i suradnici, 2013. [32]).

Prema (SOLAS, Dio II/Pravilo 13.3.2.7 [89]) potrebno je napraviti analizu napuštanja broda na novoizgrađenim putničkim brodovima nakon 1. siječnja 2020. i svim RO-RO brodovima od 1. travnja 1999. Državama članicama se preporučuje da podupiru korištenje smjernice IMO MSC/Circ.1533, za nove i postojeće brodove s ciljem utvrđivanja i eliminiranja mjesta zagušenja pri napuštanju broda, koristeći se primjerima neometanog kretanja posade i putnika uz vjerojatnost kretanja posade suprotno kretanju putnika (privitak 7). Nadalje, analizom će se utvrditi da je razmještaj putova bijega dostatan da omogući kretanje ako ostali putovi ili mjesta nisu dostupni zbog nastalih posljedica nezgode.

¹⁵ Mjere sigurnosti za slučaj požara Glava II-2, Dio C, pravilo 9.

¹⁶ Pododbor za protupožarnu zaštitu (Fire Protection – FP).

Maksimalno dopušteno vrijeme prema smjernici IMO-a [84] za napuštanja broda iznosi:

- 60 min za RO-RO brodove,
- 60 min za putničke brodove (do tri vertikalne zone),
- 80 min za putničke brodove (s više od tri vertikalne zone).

Vrijeme napuštanja broda (n) može se odrediti s pomoću danog izraza u smjernici:

$$1,25 (R + T) + 2/3 (E + L) \leq n \quad (1)$$

Vrijednost (1,25) označava sigurnosni koeficijent. Vrijeme potrebno da osobe, ovisno o dobi dana postanu svjesne o situaciji i reagiraju na opasnost označeno je s (R). Vrijeme od 10 min određeno je kao ono u kojem putnik postaje svjestan opasnosti noću, dok je 5 min vremena određeno za putnika koji postaje svjestan opasnosti danju. Vrijeme u kojemu se putnik kreće s jednog mjesta na drugo označen je s (T). Dozvoljeno vrijeme za ukrcaj u sredstva za spašavanje (E) i vrijeme spuštanja sredstava za spašavanje (L) prema SOLAS-u može se prikazati izrazom:

$$(E + L) \leq 30min \quad (2)$$

Smjernicom su dane upute kako se za procjenu sigurnosti ili uspješnosti napuštanja broda valja koristiti određenim analizama.

Za analizu uspješnosti napuštanja broda može se koristiti pojednostavljenom i/ili naprednom analizom (*Simplified and Advanced*). Zbog sve veće različitosti putnika, većeg broja paluba i stubišta, pojednostavljena analiza gubi na značenju, te se pozornost usmjerava na naprednu analizu ove smjernice. Od država članica očekuje se da podupiru analize uspješnosti spašavanja na brodovima u izgradnji prema SOLAS konvenciji Dio II. II-2/Pravilo 13.7.4., koji je stupio na snagu 2002. godine i SOLAS izmjene Dio II. II-2/ Pravilo 13.3.2.7., koji će stupiti na snagu od 1. siječnja 2020.

Osnovni je cilj smjernice da se umjesto simulacije stvarnih situacija, na temelju predstavljenih studija slučaja ispita spremnost broda. Brojčane vrijednosti kretanja ljudi koje se koriste u smjernici dobiveni su (teoretski i matematički) na temelju analiza kretanja iz civilnih zgrada. Stoga je važnost realnih podataka s brodova izrazito bitan segment za dopunu smjernice, i radi boljeg dizajna putova napuštanja, uklanjanja mjesta zagušenja i optimizaciju sustava napuštanja broda.

Preporuke i ciljevi MSC/Circ. 1533 [84] su sljedeći:

- za procjenu uspješnosti napuštanja broda koristiti parametre iz smjernice,
- procijeniti uspješnost koristeći se scenarijima u rezoluciji, a ne simulirati stvarne izvanredne situacije,
- simulirati situacije do najudaljenije moguće točke kada su putnici na zbornim mjestima,
- cilj smjernice za postojeće brodove je identifikacija mjesta zagušenja i drugih mjesta koja su prepreka u brzini spašavanja ljudi,
- analizom uspješnosti napuštanja broda dobiva vrijeme potrebno za napuštanje broda, koje je mjerilo brodarskoj kompaniji za prikladne protumjere (promjena pravila i procedura za izvanredne situacije, spremnost posade broda u izvanrednim situacijama i sl.)

Za analizu se upotrebljavaju četiri scenarija: dan i noć, najudaljenija zona kretanja za scenarije dana i noći s istim demografskim obilježjima putnika. Dodatni scenariji za analizu vremena koji mogu biti uključeni su: analize spašavanja s otvorenih paluba većih od 400 m² ili mogu primiti više od 200 osoba i ukrcaj ljudi u sredstva za spašavanje, ako se radi o brodu koji ima odvojena mjesta za prikupljanje od mjesta s kojih se ukrcavaju u brodice za spašavanje. Dio koji se odnosi na ukrcaj u sredstva za spašavanje određeno je unaprijed (*Prototype test*), pa ga nije potrebno simulirati. Ipak zagušenje ispred ulaza u sredstva za spašavanje potrebno je uzeti kao dio koji se uključuje u vrijeme simulacije.

Prema pojednostavljenoj metodi, putnici i posada počinju se kretati u isto vrijeme, bez pretjecanja i ometanja, brzina kretanja ovisi o gustoći osoba po m², koriste se vrijednosti brzina kretanja prema podacima iz smjernice. Ukupno vrijeme dobiva se prema izrazu (2). Protok ljudi izračunat je koristeći sigurnosnim faktorom vrijednosti 1,25. Vrijeme reagiranja na alarm za dio dana iznosi 5 min, dok je za noć 10 min. Vrijeme za ulazak u brodice (E+L) treba izračunati odvojeno, a njegovo vrijeme ovisi o rezultatima simulacija, testnim podacima s brodova blizanaca i podataka od proizvođača. Ako se utvrdi da je takvo vrijeme kraće od 30 min propisanih SOLAS konvencijom, tada se razlika može pribrojiti ukupnom trajanju putovanja prema odredištima, što u izrazu (1) predstavlja vrijednost (2/3). Zagušenje prolaza odgovara okupljanjem 3,5 osoba/m². Prosječna brzina kretanja kroz prolaze za gustoću 0,5 p/m² iznosi 1,2 m/s, dok za mjesta gdje prevladavaju zagušenja takva brzina opada do 0,10m/s. Uz stubišta takva je brzina 0,8m/s, a niz stubišta je 1.0m/s.

Prema naprednoj metodi osobe se promatraju kao pojedinci različitog spola, različite životne dobi i sposobnosti. Posada je u omjeru 50 % : 50 % žena i muškaraca. Promatraju se četiri scenarija dana i noći. Potrebno je napraviti 500 simulacija, sa 100 različitih populacija ljudi. Scenarij 1. i 3. odnose se na analizu tijekom noći (svi su putnici u kabinama, 2/3 posade u kabinama, 1/3 posade distribuirana na način da je 50 % posade u servisnim prostorijama, 25 % na mjestima raspoređenima za uzbunu i 25 % kreću s mjesta za prikupljanje prema najudaljenijoj kabini putnika suprotno smjeru kretanja putnika), dok su 2. i 4. određeni za dnevni scenarij (75 % putnika u javnim prostorima, 1/3 posade u prostorima putnika, 1/3 posade u kabinama i prostorima za posadu, dok se ostatak 1/3 dijeli na 50 % posade u servisnim prostorima, 25 % na pozicijama predviđenim rasporedom za uzbunu i 25 % na mjestima za prikupljanje) uz kretanje suprotno kretanju putnika prema najudaljenijim kabinama.

Za analizu uspješnosti napuštanja broda predloženi su raznovrsni softverski simulacijski programi. Projektom SAFEGUARD pokušali su se provjeriti podaci koji se koriste u analizama, ali i softverski programi.

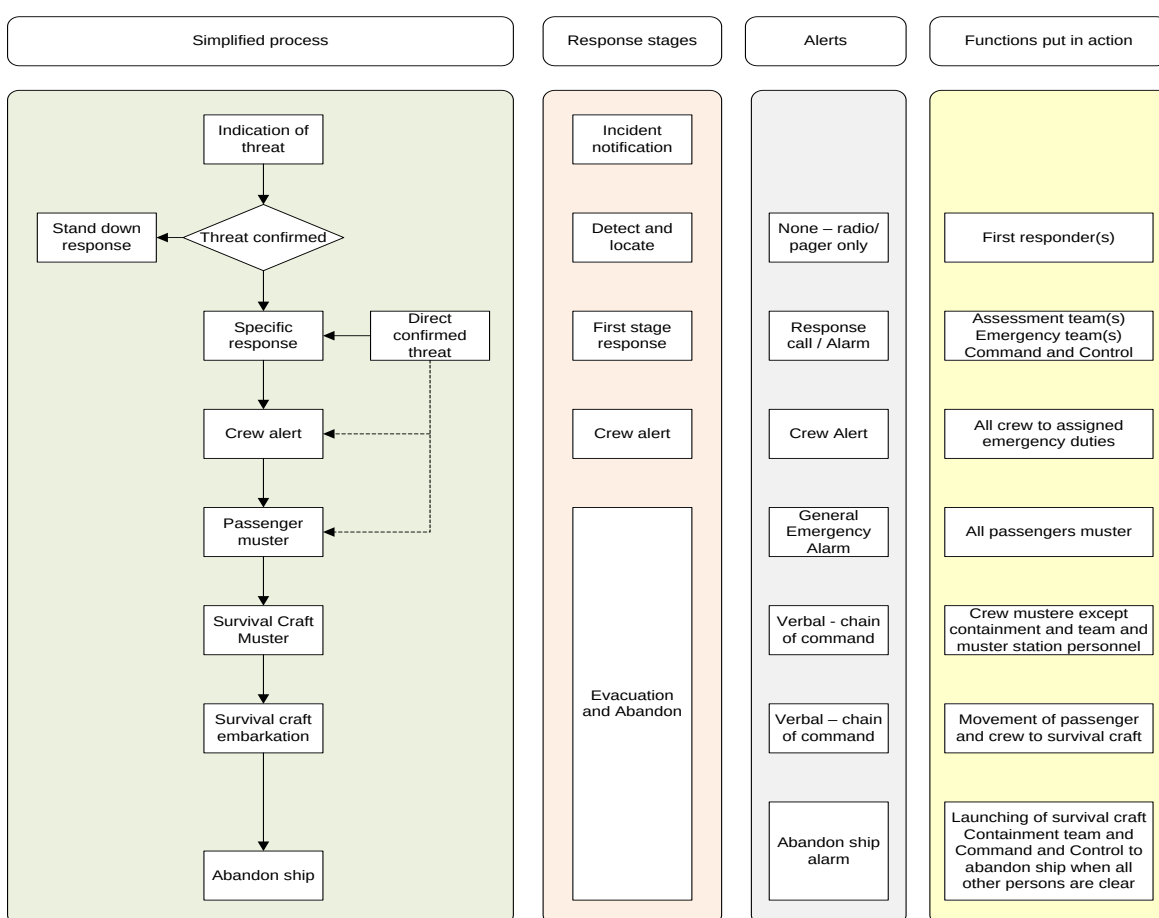
U analizu nisu uvršteni utjecajni čimbenici kao što su: utjecaj dima, topline, produkta izgaranja, ponašanja osoba, gibanje broda, uzdužni i poprečni nagib broda, pa je pretpostavka da se posada nalazi na mjestima prema rasporedu za uzbunu. Za postojeće putničke brodove smjernice se primjenjuju ili na dobrovoljnoj osnovi ili ponekad kao dio odobrenja alternativnih dizajna.

Iskustvo stečeno analizom napuštanja broda ili nesrećama s putničkih brodova, pokazalo je da postojeće dobrovoljne smjernice ne zadovoljavaju praktične uvjete najsuvremenijih putničkih brodova. (Lloyd Register 41/Prosinec 2016. [118]).

2.6. Koncept, djelovanje i tijek informacija tijekom napuštanja broda

Odluku o napuštanju broda donosi zapovjednik na temelju diskrecijske odgovornosti. Nakon izvanrednog događaja i utvrđivanja opasnosti, on donosi odluku za okupljanje putnika i posade na predviđenim mjestima (*muster stations*). Pojedine brodarske kompanije u svojim planovima za odgovor na izvanredne situacije koriste se mjerama koje mogu dati potporu uspješnom spašavanju ljudi na brodu. Takve se mjere upotrebljavaju ako ima vremena i ako nisu utvrđene okolnosti odluke o davanju znakova za opće uzbunjivanje svih ljudi na brodu.

Najvažniji čimbenici koji uvjetuju poduzimanje mjera i donošenje odluka za opće uzbunjivanje su ozbiljnost situacije te veličina i brzina širenja opasnosti.



Shema 4. Postupci i oglašavanje tijekom napuštanja broda

Izvor: Autor prema PCH (Prestige Cruise Holding)

Postupak i oglašavanje u jednom organiziranom sustavu upravljanja izvanrednim okolnostima od početne faze udara do napuštanja broda prikazan je na shemi 4. Postupak se sastoji od:

- elemenata koji upozoravaju na opasnost (senzorski uređaji, alarmi, nadzorne kamere, vizualno otkrivanje),
- odgovornih osoba koje odlaze na mjesto opasnosti i utvrđuju okolnosti i utvrđuju stupanj opasnosti,
- skupine koja je zadužena za upravljanje oštećenjem,
- skupine članova posade ili posade u cijelosti koji odgovaraju na uzbunjivanje što prethodi općem znaku za uzbunjivanje,
- skupine koja usmjerava putnike prema odredištima (*muster stations*),
- skupine koja vodi putnike prema sredstvima za spašavanje,
- članova posade koji odlaze prema krajnjim odredištima (*crew muster stations*),
- napuštanja broda na temelju zapovjednikove odluke.

Odgovornost je zapovjednika broda da su svi članovi posade kvalificirani i uvježbani za odgovor na izvanredne situacije prema rasporedu za uzbunu.

3. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA USPJEŠNOST NAPUŠTANJA BRODA ZA KRUŽNA PUTOVANJA

Nakon što se dogodi pomorska nezgoda koja za posljedicu može imati napuštanje broda, osnovni je cilj zaštita ljudskih života i premještanje ljudi na sigurna mjesta. Stoga, uspješna radnja napuštanja ovisi o općem stanju broda izazvanog nezgodom, stanju brodskih prolaza koji vode prema mjestima za okupljanje putnika i posade, spremnosti putnika i posade, općem stanju sigurnosne opreme, obučenosti posade te dostupnom vremenu za odgovor na izvanredne situacije.

3.1. Vrste prijetnja

U ovom poglavlju opisane su vrste prijetnja koje mogu uzrokovati donošenje odluke o napuštanju broda. Ovisno o vrsti nezgode od velikog je značenja pretpostaviti slijed događaja koji mogu nastupiti. Vrste prijetnja koje mogu uzrokovati donošenje odluke o okupljanju putnika i posade te napuštanje broda javljaju se kao posljedica nekoga izvanrednog događaja.

Pomorska nezgoda može nastupiti zbog pojedinačnih uzroka i njihovom kombinacijom, kako slijedi:

- loših vremenskih uvjeta (jaki vjetrovi, morske struje, magla)
- pogrešne procjene ili ljudske pogreške (*loše planiranje i loša svijest o situaciji*),
- tehničke pogreške (pogreška kormilarskog uređaja i kvar rada stroja),
- drugih uzročnika (teroristička prijetnja i bombaški napad).

Svaka pomorska nezgoda može i ne mora uzrokovati posljedicu napuštanja broda. Nastane li izvanredan događaj ili pomorska nezgoda, glavni zadatak skupine koja upravlja oštećenjem je sprječavanje širenja nezgode. Skupine djeluju prema planu postupanja u izvanrednim okolnostima (*initial action; announcement as appropriate*).

Uobičajeno je da jedna pomorska nezgoda sadržava višestruke događaje, to jest jedna vrsta nezgode slijedi drugu (Zec, 2001. [15]). Primjer broda za kružna putovanja "*Costa Concordia*" u kojem je više pomorskih nezgoda uzrokovao potpuni gubitak broda (nasukavanje, naplavljivanje, prekid rada stroja, nagib broda i gubitak broda). Ovakav događaj svrstan je u skupinu pomorskih nezgoda nasukavanja jer je to bio osnovni događaj.

Na temelju analiza o uzrocima pomorskih nezgoda mijenjaju se i donose nove odredbe i pravila IMO-a (SOLAS, MARPOL, STCW, MLC, ISM, itd.).

Tablica 1. Statistika pomorskih nezgoda na 100 brodova za kružna putovanja od 2013. do 2017.

Pomorska nezgoda	2013.	2014.	2015.	2016.	Ukupno
Značajan/potencionalno značajan požar	87	103	63	73	326
Ostalo	55	183	455	432	741
Sudar	1	0	0	0	1
Udar	7	4	1	4	16
Nasukavanje	0	0	0	2	2
Kvar i potpuni kvar kormilarskog uređaja	9	6	6	10	31
Kvar rada stroja	33	34	22	43	163
Potpuni gubitak napajanja	35	36	25	115	225

Izvor: Osobna komunikacija (ime osobe poznata autoru)

Broj i vrsta pomorskih nezgoda prema podacima vodećih brodarskih kompanija koje imaju više od 100 brodova za kružna putovanja (30 000 BT do 160 000 BT) u razdoblju od 2013. do 2017. godine prikazan je u tablici 1.

Prema izvješću jedne od vodećih svjetskih kompanija koji raspolažu sa preko 100 brodova za kružna putovanja, vidljivo iz tablice 1, broj značajnih požara u 2013. godini iznosio je 87. Za primjer, prema [119] na putničkim brodovima dogodilo se 9 požara u 2013. Prema mišljenju i iskustvu autora stvaran broj pomorskih nezgoda na brodovima za kružna putovanja puno je veći nego što je službeno prijavljen. Zbog toga će se za potrebe disertacije koristiti vjerodostojnijom statistikom pomorskih nezgoda iz tablice 1.

Prema podacima moguće je odrediti godišnju učestalost pomorskih nezgoda koristeći se izrazom prema Vujičić, i suradnici, [64], $Učestalost\ nezgode = \frac{\text{broj nezgoda u određenoj godini}}{\text{broj brodova}}$, gdje je učestalost pojavljivanja određene pomorske nezgode na dotičnoj brodarskoj kompaniji zbroj takvih nezgoda u određenom vremenskom razdoblju u odnosu s ukupnim brojem brodova u njezinoj floti.

shemi 5. Na tijek pomorske nezgode u vremenu uz veličinu i lokaciju nezgode utječe spremnost posade, tehnička podrška i vremenski uvjeti.

3.2. Analiza pomorskih nezgoda s posljedicom napuštanja broda

U sljedećem podpoglavlju opisane su pomorske nezgoda brodova za prijevoz putnika koje su za posljedicu imale i mogle imati napuštanje broda. U analizama pomorskih nezgoda osim opisa nezgoda, uzroka i posljedica analizirana su ponašanja putnika i posade, tamo gdje su podaci dostupni. Analizom pomorskih nezgoda utvrđeni su čimbenici koji su značajni za formiranje ideje, određivanje uvjetnih vjerojatnosti i provedbu istraživanja.

Primjer 1. - *Costa Concordia*¹⁷

Brod za kružna putovanja *Costa Concordia* sa 4 229 ljudi na brodu (3 206 putnika i 1 023 člana posade), 13. siječnja 2012. godine u 21 45 07, udario je pri brzini od 15 čv u podvodni greben "Scole Rocks" nadomak otoku Giglio. (MIT-izvješće [77])

Brod je zbog oštećenja i prodora mora izgubio pogon (*Lost propulsion*) i pretrpio gubitak električne energije (*Black Out*). Kao što je i pravilo, rezervni generator se pokrenuo, ali je sustav upravljanja (kormilo broda) ostao blokiran u desnoj strani. Brod se potpomognut vjetrom i morem nasukao oko 23 00 u blizini otoka, te ostao nagnut 15°. Ozbiljnost pomorske nezgode uočena je tek 16 min nakon nasukavanja, a nakon 40 min more je doseglo do pregradne palube na krmenom djelu broda. Vodonepropusni odjeljci 4, 5, 6, 7 i 8 bili su uključeni u procjenu oštećenja, a radilo se o odjeljcima broda koji sadržavaju glavne pogonske sustave na brodu. Oštećenje koje je pretrpjela *Costa Concordia* izazvalo je gubitak broda.

U 22 54 10 zapovjednik broda izdaje naredbu za napuštanje broda bez prethodnog oglašavanja znaka za opće uzbunjivanje putnika i članova posade. Proteklo je 1 09 03 sati od trenutka udara do trenutka oglašavanja znaka za napuštanje broda. Svi članovi posade uključujući zapovjednika broda su u vrijeme 23 20 napustili zapovjednički most, izuzev jednog časnika koji je nastavio s postupkom i koordinacijom spašavanja. Oko 24 00 brod se nagnuo 40°, što je tijekom operacija spašavanja dostiglo nagib od 80°. U 00 34 zapovjednik je napustio brod. Pojedini putnici su skakali u more kako bi spasili svoje živote. Rezultat pomorske nezgode je 32 izgubljena života (Giustiniano i suradnici 2016. [33]).

Zapovjednik broda nije donio odluku o okupljanju posade i usmjeravanje putnika prema mjestima za prikupljanje iako je bilo sasvim izvjesno potonuće broda. Posada se ipak okupila te postupila u skladu s rasporedom za uzbunu te usmjeravala putnike prema odredištima iako nije bila informirana za radnje i postupke.

¹⁷ Putnički brod 114 47 BT, duljina 247,34 m, širina 35,5 m, gaz 14,18 m

Primjer 2. – *Prevrtanje broda Sewol*¹⁸

Potonuće broda *Sewol* dogodilo se 16. travnja 2014. u 10 25, uz dobru vidljivost, visinu vala do 0,5 m, i vjetar 4-7 m/s (Suk, 2015. [57]). Prema autoru na brodu je bilo 476 putnika i članova posade. Posljedica ove pomorske nezgode bilo je 295 izgubljenih života, 9 nestalih i 172 spašene osobe. Od trenutka okreta i nagiba broda u lijevu stranu do potonuća proteklo je 1 sat i 36 min. Pretpostavlja se da je uzrok nagiba broda i gubitak stabilnosti bio prekrcanost teretom, nepravilno učvršćenje tereta i navigacijska pogreška. Brodska posada nije reagirala na pravilan način zbog neuvježbanosti za odgovor na izvanredne situacije. Upute putnicima da ostanu na svojim mjestima iako je bilo izvjesno da će brod izgubiti stabilnost, bile su pogubne. Razlog pogibije na trajektu *Sewol* je kulturološke prirode (*culture blaming*) (Time [116]). Na temelju analiza zaključeno je da su putnici ostali unutar broda prema uputama iako je bilo sasvim izvjesno da će se brod prevrnuti.

Primjer 3. – Nasukanje i potonuće broda *Sea Diamond*

Putnički brod *Sea Diamond*¹⁹ (5. travnja 2007. u 14 00 sati, uz lijepo vrijeme i mirno more) nasukao se na vulkanski greben u Santoriniju (Floodstand, 2010. [72]). Brod se nagnuo 12° udesno. Na brodu je bilo 1195 putnika, koji su uspješno spašeni u vremenu od 3 sata i 30 min. Posljedice su 2 nestale osobe i 4 ozlijeđene. Dio putnika, uključujući 77 studenata, uspješno su spašeni koristeći se nekadašnjom palubom za ukrcaj vozila, dok su se ostali putnici koristili pomoćnim ljestvama spuštenima s viših paluba broda u sredstva za spašavanje. Brod je u međuvremenu nasukan na stijene kako bi se neutralizirao daljnji nagib. Naknadno su prijavljene dvije nestale osobe, koje su se nalazile na strani nagiba broda, u najnižem dijelu koji je pretrpio naplavljivanje. Te osobe nisu nikad pronađene. Brod je u potpunosti potonuo sljedeći dan, 6. travnja u 7 00 sati. U akciji spašavanja uz brodsku posadu sudjelovali su i brodovi s obale, te zračna i pomorska potpora ratne mornarice.

Izjave putnika nakon pomorske nezgode bile su:

- Koordinacija i brzina spašavanja trajala predugo.
- Prsluci za spašavanje nisu bili pojedinačno podijeljeni, već su bacani među skupine putnika.
- Pojedini putnici smatrali su kako je postojao nedostatak spremnosti posade, te da nisu shvatili ozbiljnost incidenta.
- Jedan je putnik izjavio kako su pojedini članovi posade bili više prestrašeni od putnika, pa su napustili brod prije putnika.
- Stariji su putnici imali velikih poteškoća u spuštanju niz pomoćne ljestve i ulazak u sredstva za spašavanje.
- Jedan putnik je putnik rekao kako članovi posade nisu znali što trebaju učiniti. On nije uspio napustiti brod čak 2 sata i 30 min nakon što je udario u podvodni greben.

¹⁸ RO-RO putnički brod, 6 586 BT, duljina 145,61 m, širina 22 m.

¹⁹ Putnički brod 22 400 BT, duljina 142,95 m, širina 24,70 m, gaz 5,75 m.

- Putnici su izjavili da su početne faze spašavanja bile kaotične. Član posade je trčao kroz hodnike i vikao "Life Jacket" te lupao po vratima kabina. Putnici nisu imali vremena spremati se već su samo krenuli prema izlazima.

Primjer gubitka broda Sea Diamond prikazuje ponašanje putnika i posade u izvanrednim okolnostima te prisutnost paničnog oblika ponašanja.

Primjer 4. – Nasukavanje broda *Star Princess* (NTSB report MAR97/02) [72]

Putnički brod *Star Princess* s 1 568 putnika i 639 članova posade nasukao se u 23. lipnja 1995 u 142 na području Aljaske, 21 Nm sjeverozapadno od Juneau. Vrijeme je bilo oblačno, vjetar od 7 do 10 čv, vidljivost 10 Nm, visina vala od 0,6 do 1,2 m. Brod je pretrpio znatno oštećenje podvodnog dijela trupa broda, a kao glavni uzrok uz loše planiranje pretpostavlja se Apneja (*Sleep Apnea*)²⁰ (Adams, 2006 [1]). Zapovjednik je donio odluku o namjernom nasukavanju broda, ali je dubina u tom području bila veća od brodskog gaza. Brod koji je plovio u blizini informiran je o nezgodi, pa je zamoljen da bude pratnja sve do dolaska u mjesto Auke Bay udaljeno 14 Nm jugoistočno od Pundstone Rock-a. Nakon udara prvotno nije utvrđena veličine štete, ali je ponovljenim postupkom utvrđeno naplavlivanje s desne strane broda u 4 tanka. Brodski pogon, sustav upravljanja i druga oprema bili su neoštećeni. Nakon utvrđivanja održive stabilnosti koristeći se sredstvima za potporu odlučivanju, zapovjednik je donio odluku da se informira samo posada javnim razglasom. Od posade se zatražilo da ne poduzimaju ništa, već da budu tihi i mirni, u stanju spremnosti. Zapovjednik nije izvijestio putnike o situaciji jer bi ih u kasne sate probudio, te ih nije ni uputio prema mjestima za prikupljanje. On je bio mišljenja da je nepotrebno uznemiravati putnike. Brod se sat nakon toga uspješno usidrio u Auke Bayu te se pristupilo detaljnom izvidu veličine oštećenja. Obavijest putnika uslijedila je u 09 18 sati pa je napuštanje broda obavljeno u sljedeća dva dana. Svih 1568 putnika na brodu prebačeno je na obalu koristeći se vlastitim plovilima s broda.

Iz navedenog primjera se zaključuje kako su kasni sati odgodili odluku o napuštanju broda te informiranost o situaciji je nastupila tek u jutarnjim satima.

Primjer 5. – Naplavlivanje broda *Estonia*

Naplavlivanje RO-RO putničkog broda *Estonia*²¹ (27. rujna 1994., u vremenu od 1 15 do 1 48 sati, Baltičko more, jugozapadni vjetar od 50 čv., valovi do 7 m) se dogodilo zbog pogrešnih radnji i propusta članova posade. Zbog prodora vode kroz otvore na pramčanim vratima brod se u jednoj minuti nagnuo do 30°. Nakon 20 min nagnuo se do 90° i u 10 min potonuo. U vrijeme nezgode na brodu je bilo 989 osoba od čega 803 putnika i 186 članova posade. Od ukupnog broja izgubilo ih je 852 život [120,121]. Vrijeme dostupno za spašavanje (trenutak 1 15 do 1 48) bilo je jako kratko, od 10 i 20 min. Nagib broda, uski prolazi, prepreke i zagušenje, izostanak sredstava za spašavanje onemogućili su spašavanje.

²⁰ *Sleep Apnea* je poremećaj u snu (buđenje i do 100 puta) koji se očituje u nepravilnom disanju u vrijeme spavanja pa uzrokuje zamor.

²¹ RO-RO putnički brod, 15 566BT, duljina 155,40 m, širina 24,20 m, gaz 5,6 m

Psiho-fizičko stanje putnika na brodu u vrijeme nesreće bilo je:

- Neki su ljudi pokušavali promijeniti novac dok je brod bio nagnut 30° i bilo je sasvim izvjesno da će potonuti (Survival at Sea for Mariners [78]).
- Neki su bili bez reakcije (nije se moglo razgovarati s njima), putnici su im pokušavali pomoći, vičući na njih, ali bez rezultata. Pojedinci su samo sjedili ne radeći ništa (Leach, 2004 [44]).

Prema [121] svjedoci pomorske nezgode su izjavili sljedeće:

- Većina putnika bila je u panici, vikali su i vrištali, trčali naprijed i natrag tražeći putove bijega, te se sudarali u prolazima.
- Neki su samo stajali mirno u nevjerici, vjerojatno u stanju šoka.
- Putnici nisu razumjeli značenje poruke odaslane javnim razglasom.
- Panika je zavládala i među članovima posade.
- Prisutno pomaganje drugima *helping behaviour* bilo je među putnicima i posadom, samo djelomično.
- Pojedinci nisu razumjeli značenje poruke zbog različitoga jezika, dok drugi nisu čuli alarm zbog vrištanja.
- Dvadesetak putnika bilo je pod utjecajem alkohola, koji su, prema nekim izjavama bili u panici, dok su drugi svjedočili da nisu.
- Jedan član posade govorio je smirenim tonom prema skupini posade koja je neuspješno pokušavala spustiti brodicu za spašavanje.
- Pojedinci su bili pribrani i pokušavali su smirivati skupine ljudi.
- Vođu palube vidjeli su kako ulaže napore da pokuša spasiti putnika i aktivira sredstva za spašavanje.

Od preživjelih samo se manji dio osoba ponašao nerazumno. Reagiranje na uzbunu u većine preživjelih bilo je u najranijoj fazi nesreće. Razlog tome bio je stupanj spremnosti jer su im se zvukovi učinili neuobičajeni. Kada su u potpunosti postali svjesni o situaciji, krenuli su prema izlazima i bili su među prvima koji su spašeni.

Primjer gubitka broda Estonia prikazuje ponašanje putnika i posade u izvanrednim situacijama.

3.3. Promjena u strukturi putnika

Struktura putnika važan su čimbenik u analizi uspješnosti spašavanja na brodovima za kružna putovanja. Demografija putnika, njihovo psihološko i fizičko stanje, kulturološke različitosti i dinamičke promjene na brodskoj strukturi utječu na njihovu spremnost i uspješnost spašavanja.

Tablica 2. Primjer raznolikosti nacionalnosti putnika na brodovima za kružna putovanja

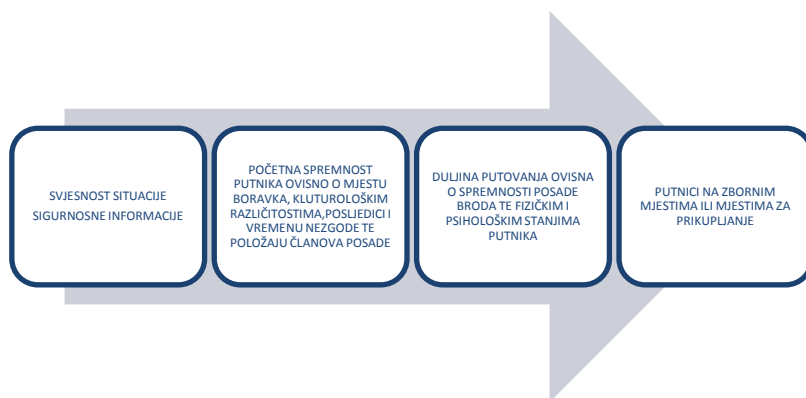
Red. Br.	Kod	Nacionalnost	Spol Putovanje 1		Spol Putovanje 2		Spol Putovanje 3		Spol Putovanje 4	
			M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž
1	AT	AUSTRIA	2	0	1	0			1	0
2	AU	AUSTRALIA	4	4	3	4	7	6	3	4
3	BS	BAHAMAS	0	1						
4	CA	CANADA	12	22	28	34	15	17	28	34
5	CH	SWITZERLAND	2	0	6	6			6	6
6	CN	CHINA	1	2	1	1			1	1
7	DE	GERMANY	1	0	7	9			7	9
8	FR	FRANCE	1	0	8	7			8	7
9	GB	ENGLAND	18	17	43	44	12	10	43	44
10	HK	HONG KONG	1	1						
11	HR	CROATIA	1	0						
12	IE	IRELAND	0	2	0	1	1	0	0	1
13	IN	INDIA	1	0			2	1		
14	IT	ITALY	1	0						
15	NL	NETHERLANDS	1	2	4	3			4	3
16	NZ	NEW ZELAND	4	5	2	3	1	1	2	3
17	TW	TAIWAN	0	1						
18	US	UNITED STATES	250	278	203	230	306	324	203	230
19	CL	CHILE			2	3			2	3
20	ID	INDONESIA			1	1			1	1
21	IL	ISRAEL			1	1			1	1
22	MX	MEXICO			1	1			1	1
23	SE	SWEDEN			1	0	1	0		
24	ES	SPAIN					0	1		
25	GT	GUATEMALA					3	3		
26	PH	PHILIPPINES					7	4		
27	SG	SINGAPORE					2	2		
28	BE	BELGIUM			3	3			3	3
29	BG	BULGARIA			0	1	1	1	0	1
30	BR	BRASIL					1	1		
31	SE	SWEDEN							1	0

Izvor: Osobna komunikacija (ime osobe poznata autoru)

Prema CLIA (*Cruise Travel Report 2018 [122]*) provedeno je istraživanje na 792 putnika različite životne dobi (90 % američkih i 10 % kanadskih državljana) koji plove na brodovima za kružna putovanja. Putnici najčešće putuju u vremenu od 6 do 8 dana i najviše su to bračni parovi ili partneri. Putnici putuju i s djecom mlađom od 18 godina, prijateljima, članovima obitelji, partnerima, djecom starijim od 18 godina u skupinama ili pojedinačno. Najveći razlog njihova putovanja je posjetiti nove zemlje i kulture, pa slijedi odmor i opuštanje.

Podatci o broju putnika s četiri putovanja za razdoblje 2017./2018. godine prikupljeni su s broda za kružna putovanja jednoga od vodećih svjetskih brodara (tablica 2). Primjetan je velik broj različitih državnih pripadnosti na brodovima s naglaskom na veći broj putnika iz Kanade, Sjedinjenih Država i Velike Britanije, te podjednak broj muškaraca i žena.

Utjecajni čimbenici na kretanje putnika u vrijeme nezgode su: vrijeme i lokacija pomorske nezgode, veličina posljedica, spremnost brodske posade, psiho-fizičko stanje putnika, svjesnost situacije, informiranost, obiteljska i kulturološka povezanost (slika 2.) i nisu uzeti pri analizama uspješnosti napuštanja broda.



Slika 2. Opći čimbenici spremnosti putnika na brodu za kružna putovanja

Duljina putovanja iz slike predstavlja udaljenost od početnog položaja do krajnje točke odredišta i ovisi o psihološkim i fizičkim stanjima putnika. Određeni putnici trebaju pomoć pri kretanju a njegovo trajanje utječe na sve putnike na brodu. Putnici se ovisno o vremenu mogu nalaziti u različitim prostorima gdje se uslijed konzumacije alkohola kao i utjecaju stresa mogu otežano kretati te je neophodna pomoć točno određenih članova posade.

Kretanje putnika na brodu u vrijeme vježbi promatra se tako da se putnici kreću neometano, jednoličnim brzinama (*macroscopic*) prema svojim odredištima. Način da se u njihovo kretanje uključe dinamičke promjene (*microscopic*) nisu uzete u razmatranje.

Pri modeliranju spremnosti putnika i njihovoga kretanja prema odredištima, potrebno je uočiti sve čimbenike koji utječu na to.

Ponašanje putnika na brodu u vrijeme oglašavanja općeg znaka uzbunjivanja moguće je podijeliti na:

- aktivno (putnici koji zbog fizičkih karakteristika, prirode posla i iskustva reaguju razumno),
- pasivno (putnici slijede upute),
- panično (pojedinačno i skupno).

U ovom pod poglavlju prikazat će se opće utjecajne varijable na spremnost putnika. U vrijeme pomorske nezgode, na spremnost putnika utječu čimbenici:

- demografija putnika (fizičke karakteristike, spol, godište, dimenzije osobe, broj osoba s poteškoćama u kretanju i njihova brzina kretanja, gustoća putnika po m²),
- srodnost putnika (rodbinske veze, partner, djeca, kultura),
- svijest o sigurnosti (prikadne vježbe, prethodno iskustvo, dob, poznavanje broda, psihološko stanje (*"Cry-Wolf" sindrom ili sindrom lažnog alarma*),
- stanje prolaza i stubišta (zagušenje, nagib, uspinjanje, silaženje, oštećeni prolazi i zapreke),
- vrsta i posljedica nezgode (dim, vatra, toksični plinovi, naplavljivanje, trim, valjanje broda),
- vrijeme i mjesto nezgode (spremnost putnika i posade, valjanje i posrtanje broda, udaljenost od obale),
- informiranost (potreba za informacijama).

Na slici 3 prikazan je preliminarni kvalitativni model spremnosti putnika. Model uključuje utjecajne varijable, kao i varijablu spremnosti posade broda.

Na spremnost putnika općenito utječu varijable (označene zelenom bojom) uvježbanost (*success of passenger safety drill*), vrijeme u kojem putnici postanu svjesni o situaciji (*awareness time delay*) tijekom radnji i akcija (*progress of action*) te duljina putovanja prema odredištima ili mjestima za okupljanje (*traveling time path*) što su ujedno i varijable podmodela.

Na spomenute opće varijable utječe niz drugih čimbenika koji su prikazani u općem modelu. Za primjer kada bi se na brodu nalazili putnici koji su već ranije plovili na istom brodu tada bi uspješnost vježbi bila na najvišoj razini. Ako bi se u trenutku oglašavanja općeg znaka za uzbunjivanje putnici nalazili u blizini mjesta za prikupljanje tada bi vrijeme proteklo do svjesnosti o situaciji bilo najkraće moguće. Ako bi se uz navedeno na brodu nalazile skupine samo jedne kulture, a tijekom informacija od strane zapovijednog centra bio pravovremen, posljedice pomorske nezgode manjih razmjera, tada bi radnje i postupci bile jednolike. Vremensko produljenje putovanja ovisiti će o zagušenju prolaza, spremnosti posade te samoj demografiji putnika. Naposljetku sama duljina putovanja uz prisutnost društvenog zajedništva među putnicima kao i spremnosti posade da se pravovremeno okupi na mjestima koji su naznačeni rasporedom za uzbunu biti će najkraća.

3.4. Stanje i spremnost brodske posade

Članovi posade na brodu za kružna putovanja, prema rasporedu za uzbunu moraju biti upoznati s postupcima i radnjama kao odgovor na izvanredne situacije. Ispitivanje spremnosti posade provodi se temeljem analize provedenih vježba propisanih Rezolucijom 19, SOLAS konvencije (*Training and Drills*) i vježbi prema odredbama sustava upravljanja sigurnošću – SUS (SMS).

Nakon oglašavanja općeg znaka uzbunjivanja članovi posade su dužni postupati prema utvrđenim pravilima iz rasporeda za uzbunu. Na spremnost posade utječe velik broj čimbenika koji su međuzavisni, stoga će se za potrebe disertacije i modeliranja koristiti Bayeovim mrežama koja će se pojasniti u nastavku.

3.4.1. Bayesova logika i Bayeove mreže

Bayesova mreža ili tzv. mreža vjerojatnosti (*BN*) probabilistički je grafički model (Koller i Friedman, 2010[10]), kojim se može prikazati neizvjesnost događaja da bi se smanjile kompleksne računske operacije za više neizvjesnih događaja. Prema Singurdsson i suradnici 2001. [56] modeliranjem Bayesovim mrežama može se analizirati pouzdanost rada nekog sustava. Na temelju Bayesove mreže moguće je izračunati očekivanje (vjerojatnosti) svih nepoznatih varijabla u sustavu na temelju već poznatih varijabla (dokaza) (Charniak, 1991. [110]). BN pomaže u pretpostavci različitih događaja te može služiti kao potpora pri donošenju odluke (Sarshar, 2013. [53]). Bayesovim se mrežama usmjerenim acikličkim grafom (*directed acyclic graph (DAG)*), koji se sastoji od varijabli prikazanih kružnim ili ovalnim oblikom (*nodes*) i bridovima (*arcs*) što povezuju varijable, prikazuje njihova međuzavisnost. Usmjereni aciklički graf je graf koji u sebi ne sadržava ciklus. U takvim grafovima varijable su nezavisne. Prema Nikitović, 2014. [108] uobičajeno je da se varijable ili u terminologiji Bayesovih mreža, čvorovi, definiraju na temelju literaturnih pregleda i mišljenja dobrih poznavatelja područja o kojemu je riječ. Bayesova mreža sastoji se od varijabla koje možemo definirati kao varijabla roditelj ili predak (*parent, predecessor*) i varijabla dijete ili potomak (*child, descendant*), a njihove međuzavisnosti prikazujemo bridovima ili strelicama (Singurdsson i suradnici 2001. [56]). Bayesovim se metodama eksplicitno izračunavaju *a posteriori* vjerojatnosti $P(Y|X)$ promatranog događaja kada su poznate *a priori* vjerojatnost $P(Y)$ njegovih roditelja i uvjetna vjerojatnost temeljena na tablicama združene distribucije vjerojatnosti $P(X/Y)$ (Nikitović, 2014. [108]; Varcellis, 2009. [14]).

Varijable ili čvorovi koji nemaju roditelje nazivaju se krajnje varijable, korijenski vrhovi ili izvorne varijable (*marginal, root nodes*) te se njima pridodaju *a priori* vjerojatnosti (*prior probabilities (PD)*), dok se *a posteriorna* očekivanja varijabla koji imaju roditelje određuju prema pripadnim tablicama združene distribucije vjerojatnosti (*conditional probability table (CPT)*) i preko *a priornih* očekivanja njihovih roditelja. Varijable koje nemaju svoju djecu ili potomke nazivaju se ciljne varijable (*leaves*). (Singurdsson i suradnici 2001. [56]) Sve vrijednosti vjerojatnosti zadanih stanja moraju biti u intervalu od 0 do 1, tako da suma svakog stupca ne prelazi vrijednost 1. Strelice koje imaju svoj početak i kraj prikazuju izravne veze među varijablama.

Kada varijabla ima jednog roditelja, složenost računanja nije velika. Složenost izračuna raste s brojem roditelja pojedine varijable. Ako čvor ima puno roditelja ili ako roditelji mogu poprimiti

velik broj vrijednosti, tablica združene distribucije može biti velika. Veličina tablice distribucije je eksponencijalna s obzirom na broj roditelja.

Kad je određena *a priori* vjerojatnost neke varijable H koja nema roditelja i uvjetna vjerojatnost ishoda varijable E na koju izravno utječe varijabla H, tada se Bayesovim izrazom (3) može dobiti vjerojatnost *a posteriori* ishoda takve varijable $P(H|E)$ (*posterior probability*) (tablica 3).

$$P(E|H) = \frac{P(H|E) \times P(E)}{P(H)} \quad (3)$$

Tablica 3. Apriorna i posteriorna vjerojatnost

<i>a priori</i>	<i>posteriori</i>
$P(H1) = 0.4$	$P(H1) = 0.4; P(H2) = 0.6$
$P(E1 H1) = 0.9; P(E1 H2) = 0.8$	$P(E1) = 0.84; P(E2) = 0.16$

$$P(E1) = P(E1|H1)P(H1) + P(E1|H2)P(H2) \quad (4)$$

Prema Prčela, 2010. [107] Bayesovu mrežu moguće je ručno konstruirati sakupljanjem znanja u interakciji s ekspertima iz domene ili automatskim postupkom strojnog učenja iz dostupnih podataka. Pristup strojnim učenjem posebno je prikladan u medicinskoj domeni gdje je često veoma teško eksplicitno izreći ekspertno znanje dok, s druge strane, već postoji velika količina dostupnih medicinskih skupova podataka koji su sakupljeni za potrebe istraživanja. Prema Nikitović, 2014. [108] pri modeliranju Bayesove mreže potrebno je odrediti varijable ili čvorove od interesa i odrediti njihova stanja, strukturirati graf ili povezati varijable, odrediti parametre i njihove *a priori* vrijednosti te združene distribucije vjerojatnosti ishoda u svakom čvoru ovisno o roditeljima u mreži.

Metodologija izgradnje Bayesove mreže prema Eleye-Datubo i suradnici 2006. [27] sastoji se od:

- prikupljanja dostupnih informacija, podataka o pogreškama svih izvora posebno praktičnih, baze podataka, testiranja, eksperimentiranja, simuliranja, a tamo gdje informacije nisu dostupne koristi se ekspertno mišljenje,
- izrade BN grafičke mreže koja se sastoji od čimbenika, varijabla, čvorova (*nodes*) i njihovih međuzavisnosti,
- dodjeljivanje numeričkih vrijednosti svim apriornim varijablama i tablicama uvjetnih vjerojatnosti (CPT) u mreži.

Modeliranjem Bayesovim mrežama može pomoći pri donošenju odluke, gdje je u realnom vremenu potrebno obuhvatiti u maksimalnom opsegu eksplicitno (riječima, matematički, logički, grafovima) i implicitno znanje (osobne karakteristike pojedinca i iskustvo).

Matematičku disciplinu koja se bavi proučavanjem slučajnih pojava i događaja kojima se ishodi ne dadu strogo definirati, nazivamo teorijom vjerojatnosti. Gledajući kroz povijest teorija vjerojatnosti datira iz vremena prije Krista od indijskih matematičara, u pomorskim osiguranjima i ocjenjivanju različitih čimbenika rizika u trgovini, a tek nakon 1933. godine ruski matematičar Andrej Kolmogorov u svojoj knjizi *Osnove teorije vjerojatnosti* postavio je aksiomatske temelje teoriji vjerojatnosti koja se razvija u matematičku disciplinu (Očevčić, 2015. [104]).

Pojam subjektivne vjerojatnosti koja se uspoređuje s logikom i iskustvom te matematičkim pristupom često nije u skladu sa statističkim podacima.

Osnovna pravila vjerojatnosti mogu se sažeti u nekoliko rečenica prema Mršić, 2011. [106]):

- određeni događaj sigurno će se dogoditi, vjerojatnost je maksimalna (označava se s $P = 1$),
- potpuno je sigurno da se određeni događaj neće dogoditi, vjerojatnosti tog događaja nije nikakva (označava se sa $P=0$),
- vjerojatnost da će se između N događaja koji su jednako vjerojatni, a međusobno su nezavisni, dogoditi jedan određeni među njima je $1/N$,
- vjerojatnost da će se dogoditi bilo koji od nekoliko mogućih nezavisnih događaja suma je vjerojatnosti svakoga pojedinačnog događaja,
- vjerojatnost da će se zajedno dogoditi dva ili više nezavisnih događaja produkt je vjerojatnosti svakog od tih događaja.

Pri određivanju uvjetne vjerojatnosti primijenjena su četiri načina:

- ako varijabla ima jednog roditelja, onda vrijedi da svaka T (*Thru*) vrijednost u tablici uvjetnih vjerojatnosti iznosi $1/1=1$, dok je F (*False*) vrijednost 0. Pritom se može primijeniti pravilo slučajne pogotka 0,9 i slučajne pogreške 0,1 prema (Mayo, 2001. [105]), što će ovisiti o ekspertnoj procjeni autora,
- ako varijabla ima dva roditelja, uvjetna se vjerojatnost određuje tako da svaki T u tablici iznosi $1/2=0,5$ ili $0,9/2=0,45$, dok vrijednost za F iznosi 0,5 ili 0,55,
- ako varijabla ima tri roditelja, uvjetna vjerojatnost za T iznosi $1/3=0,33$ ili $0,9/3=0,3$, odnosno za F 0,64 ili 0,7,
- ako varijabla ima četiri roditelja uvjetna vjerojatnost za T iznosi $1/4 =0,25$ ili $0,9/4=0,225$, odnosno za F 0.75 ili 0.775.

U doktorskoj disertaciji upotrijebljen je alat za uređivanje Bayesovih mreža GeNIe (*Graphical Network Interface*, <http://genie.sis.pitt.edu/>) razvijen u Pittsburgu (*Decision Systems Laboratory, University of Pittsburgh*) koji pruža grafičko korisničko sučelje za jednostavniju izgradnju i evaluaciju Bayesovih mreža. GeNIe-m je moguće stvoriti mrežu utjecajnih čimbenika modela, i dodijeliti stanja i vjerojatnosti ishoda svim poznatim varijablama modela. Za varijable koje imaju nepoznate ishode, vjerojatnosti ishoda *a posteriori* odredit će se na temelju dodjeljivanja uvjetnih vjerojatnosti koristeći se tablicom združene distribucije vjerojatnosti i *a priori* vjerojatnosti svih njezinih roditelja. Pri odabiru alata za uređenje Bayesovih mreža presudila je laka dostupnost GeNI-a i mogućnost dodjeljivanja naziva varijablama, jednostavnost uporabe kao i brza analiza osjetljivosti modela koristeći se funkcijom za analizu osjetljivosti „*Tornado*“.

Svim čimbenicima modela dodijeljeni su nazivi i stanja. Acikličkim grafom prikazani su utjecaji na sve nepoznate čimbenike modela. Čimbenicima koji predstavljaju krajnje varijable što nemaju svoje roditelje dodijeljena su stanja i određene apriorne vjerojatnosti događaja temeljene na dostupnim statističkim podacima, a tamo gdje to nije bilo moguće korišteno je ekspertno mišljenje autora. Varijablama koje su pod utjecajem krajnjih čimbenika dodijeljene su uvjetne vjerojatnosti prema tablicama združene distribucije vjerojatnosti i apriornih vrijednosti svih njezinih roditelja. Na temelju Bayesovog teorema izračunate su vrijednosti posteriornih vjerojatnosti svih nepoznatih varijabla modela. Svi čimbenici i varijable opisat će se u sljedećim odlomcima.

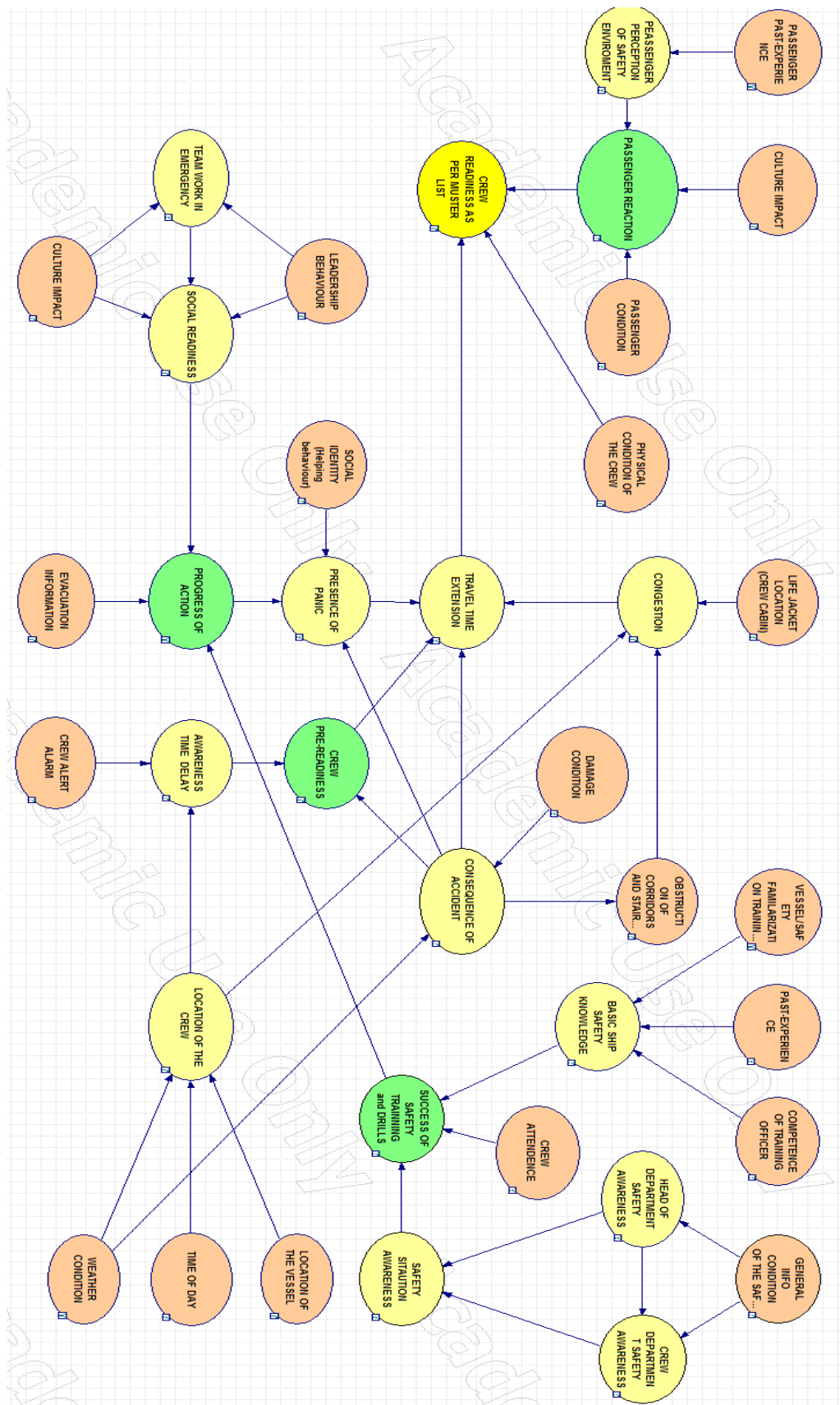


Slika 4. Opći čimbenici spremnosti posade broda za kružna putovanja

Model spremnosti brodske posade i varijable utjecaja razmatrat će se prema redoslijedu prikazanome na slici 4.

Trajanje putovanja iz slike odnosi se na duljinu trajanja putovanja uslijed psiholoških i društvenih promjena, odnosno paničnog oblika ponašanja, neadekvatne pomoći ostalih članova posade, zagušenja prolaza uslijed posljedica nezgode. Početna spremnost članova posade koja ovisi o pravovremenoj informiranosti može također usporiti kretanje.

Opći kvalitativni model spremnosti posade prikazan je na slici 5. Model spremnosti brodske posade valja promatrati kao skup pod modela s utjecajnim čimbenicima koji dobivaju svoje apriorne i posteriorne vrijednosti.



Slika 5. Opći kvalitativni model spremnosti posade

4. MODEL NAPUŠTANJA BRODA

4.1. Opći opis modela

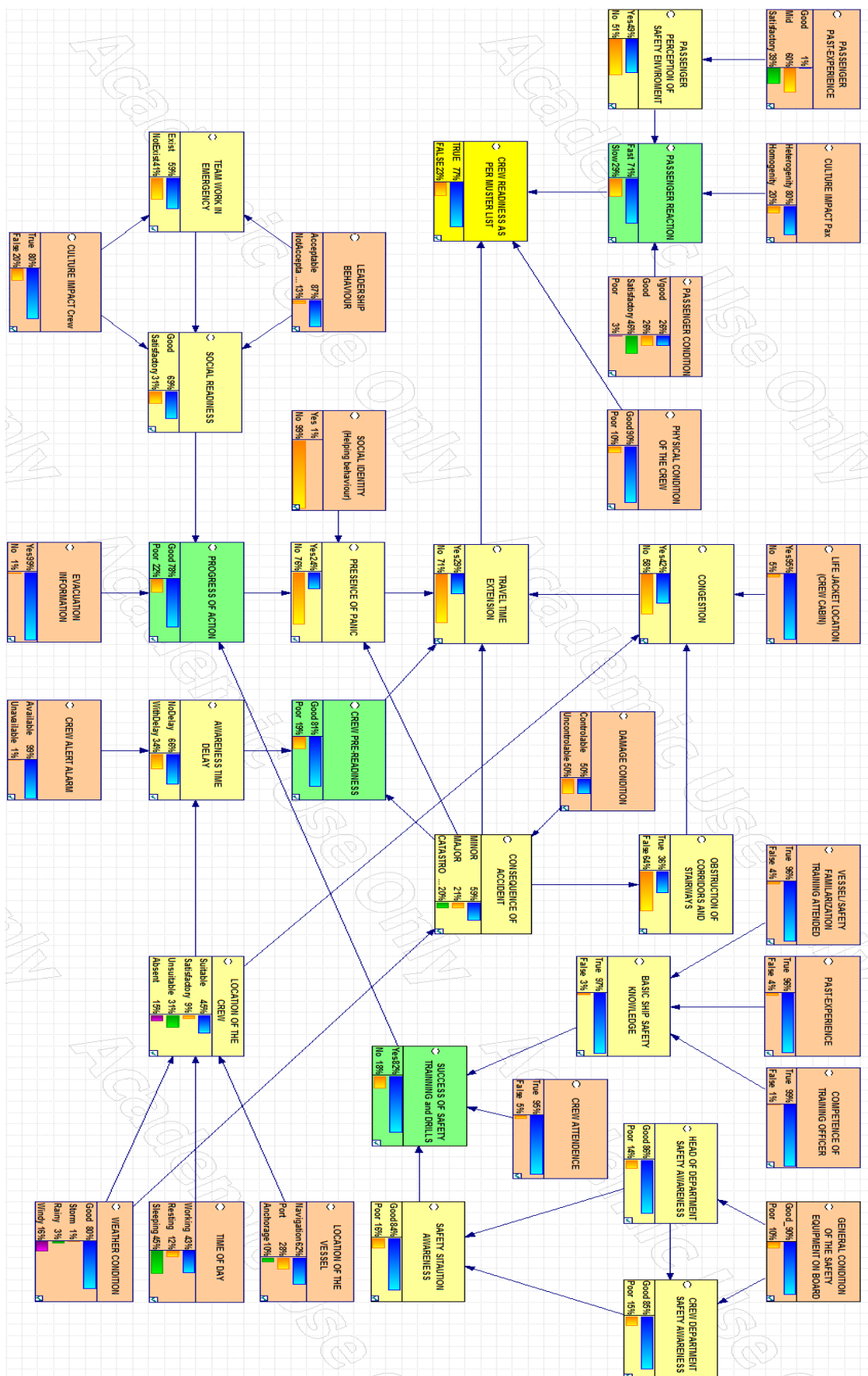
Postupak napuštanja broda za kružna putovanja može se podijeliti na elemente kojima je za cilj uspješnost spašavanja svih osoba na brodu. Soga se sam postupak napuštanja broda sastoji od elemenata upravljačkog tima (*command and control*), tehničkog tima (*technical control*) i tima koji je zadužen za upravljanje ljudima (*evacuation team*) u širem smislu, te spremnosti posade pri procesu donošenja odluke i provedbi spašavanja u užem smislu.

Za potrebe disertacije predstavljen je kvantitativni model spremnosti posade prikazan na slici 6 i u privitku 1, koji ujedno predstavlja najvažniji element u spašavanju ljudi na brodovima. Sam model može se raščlaniti na podmodele osjenčane zelenom bojom.

Osnovni čimbenici modela koji ujedno predstavljaju i podmodele su: uspješnost vježbanja, trenutni smještaj posade, početna spremnost, tijek procesa, produljenje vremena putovanja, brzina reagiranja putnika i fizička spremnost posade.

Svi navedeni čimbenici ujedno predstavljaju i podmodele koji se mogu zasebno analizirati. Stanja nepoznatih varijabla modela ovise o vjerojatnosti ishoda početnih varijabla modela.

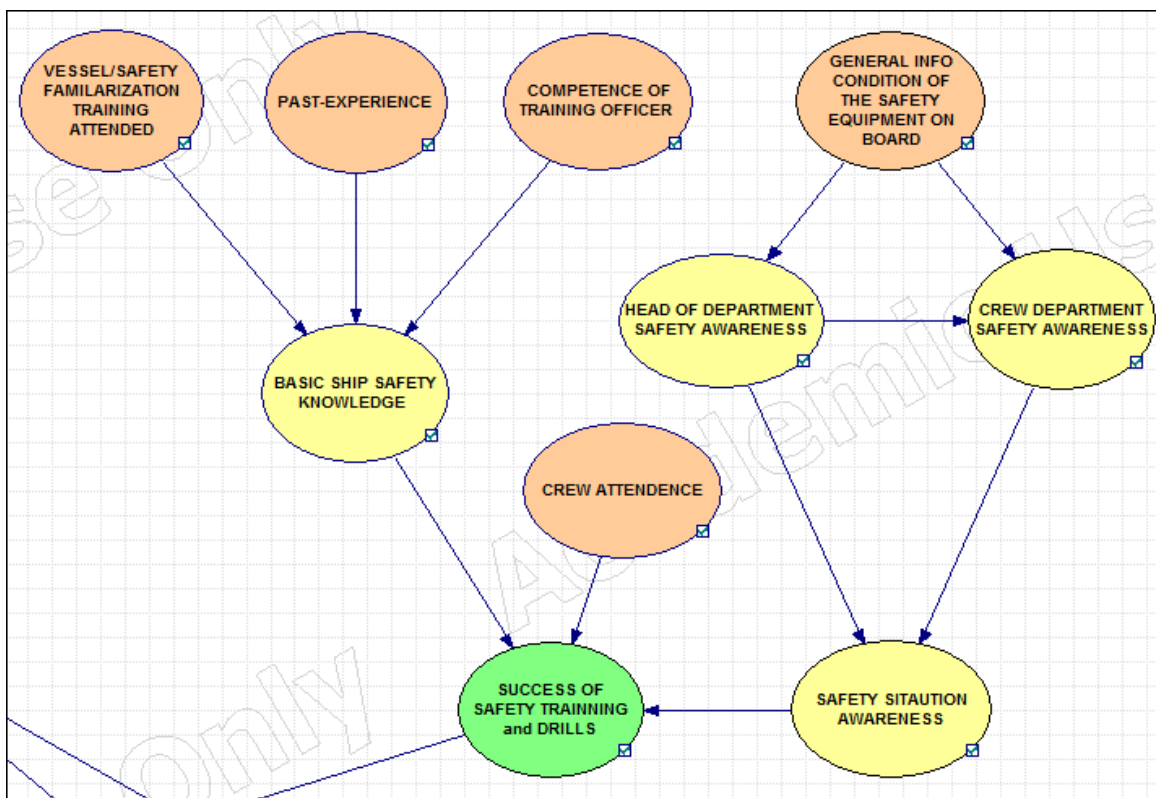
U ovom poglavlju opisani su utjecajni čimbenici modela spremnosti posade broda, dodijeljena stanja i numeričke vrijednosti. Čimbenicima koji nemaju svoje roditelje dodijeljene su apriorne vjerojatnosti. Za čimbenike koji imaju roditelje posteriorne vjerojatnosti izračunate su dodjeljivanjem uvjetnih vjerojatnosti u tablicama združene distribucije vjerojatnosti i apriornih očekivanja njenih početnih varijabla.



Slika 6. Kvantitativni model spremnosti posade

4.1.1. Uspješnost vježbi o sigurnosti

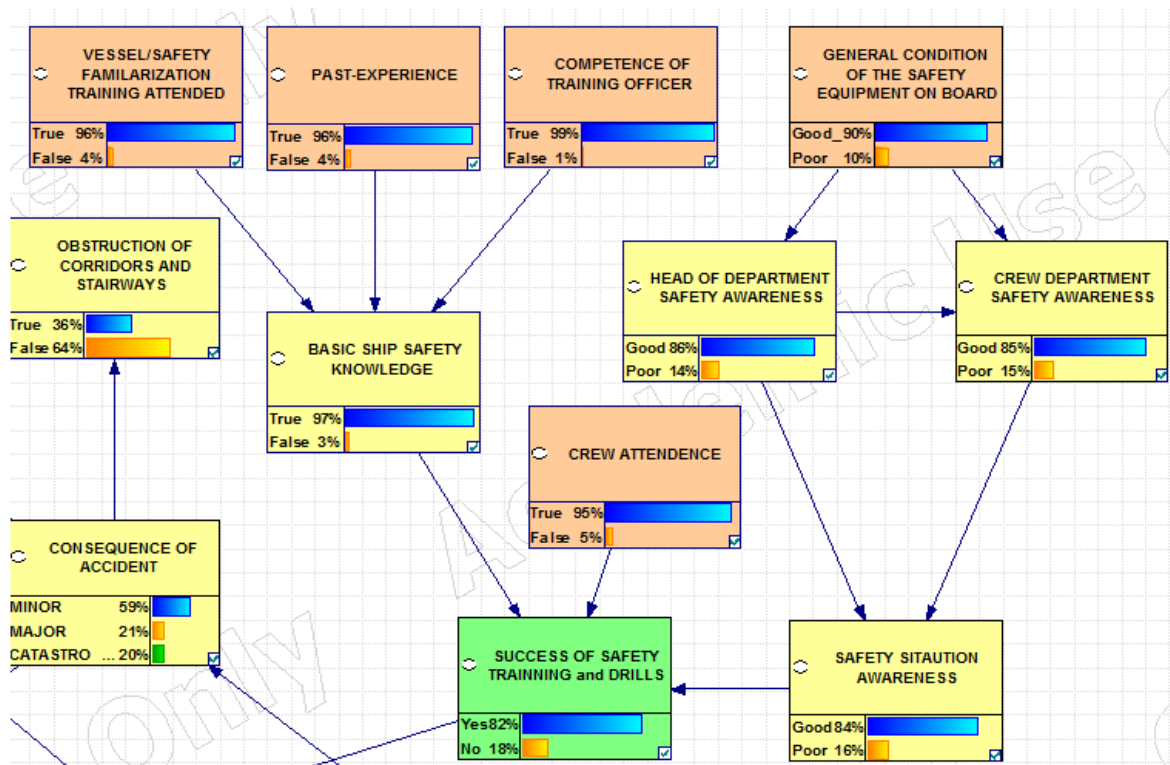
Na brodovima za kružna putovanja provode se vježbe kako bi se brodska posada upoznala s organizacijskim i procesnim aspektom sustava napuštanja broda. Članovi posade dobivaju informacije o načinu upotrebe brodskih sigurnosnih sustava te dužnostima i načinu djelovanja u izvanrednim okolnostima. Na zajedničkim se vježbama procjenjuje spremnost za izvanredne situacije koje su propisane planom rasporeda za uzbunu.



Slika 7. Prikaz kvalitativnog pod modela uspješnosti provedenih vježba

Krajnjim čimbenicima (smeđa boja) određena su stanja i vjerojatnosti ishoda, koje su apriorne jer ti čimbenici nemaju svoje "roditelje". Za metodu dodjeljivanja uvjetnih vjerojatnosti varijablama "djeteta" (žuta i zelena boja) koristi se tablica združene distribucije vjerojatnosti i apriornim stanjima svih njezinih "roditelja".

Temeljem poznatih ishoda krajnjih varijabla i dodijeljenih uvjetnih vjerojatnosti na temelju ekspertnog mišljenja autora određen je posteriorni ishod ili uspješnost svih nepoznatih varijabla u modelu. Suma vrijednosti uvjetnih vjerojatnosti ne smije iznositi više od 1 u svakom stupcu tablice uvjetne vjerojatnosti.



Slika 8. Prikaz kvantitativnog pod modela uspješnosti provedenih vježbi

Razvidno iz modela (slike 7. i 8.), temeljem ekspertnog mišljenja autora na uspješnost vježba sigurnosti (*Success of Safety Training and Drills*) utječu varijable (čvor): opće znanje o osnovnim sigurnosnim mjerama na brodu (*Basic Ship Safety Knowledge*), opća svijest o sigurnosti (*Safety Situation Awareness*) i nazočnost posade vježbama (*Crew Attendance*).

Na opće znanje o sigurnosnim mjerama na brodu (*Basic Safety Knowledge*) utječu familiarizacija s brodom i sigurnosnim postupcima na njemu (*Vessel/Safety Familiarization Training*), prethodno plovidbeno iskustvo (*Crew Past-experience*) i kompetencija časnika koji izvodi vježbe (*Competence of Training Officer*). Varijable utjecaja ujedno su i krajnje varijable pod modela jer nemaju svoje "roditelje".

Na varijablu svijest o sigurnosti (*Safety Situation Awareness*) utječu varijable svijesti o sigurnosti vodstva određenog odjela (*Head of Department Safety Awareness*) i svijest o sigurnosti članova posade određenog odjela (*Crew Department Safety Awareness*) što ujedno određuju "roditelje". Varijable svijesti o sigurnosti vođe odjela (*Head of Departement Safety Awareness*) i varijabla svijest o sigurnosti članova posade određenog odjela (*Crew Department Safety Awareness*) pod utjecajem su "roditelja" opće informiranosti o stanju sigurnosne opreme na brodu (*General Information about Condition of the Safety Equipment on board*), koja je ujedno i krajnja varijabla.

4.1.1.1. Familiarizacija ili pobliža upoznatost s brodom i sigurnosnim postupcima na brodu

Engleska riječ *familiarization*, prema Buljas, 2008. [68] označava pobliže upoznavanje. IMO u svojim propisima i preporukama iz SOLAS-a, STCW-a, MARPOL-a, ISM-a, ISPS-a obvezuje brodare da provode vježbe povezane sa sigurnošću na brodu, sigurnosnoj zaštiti i zaštiti okoliša, te

obavljaju kontrolu svjedodžaba koje svaki član posade mora imati pri ukrcaju na brod. Kao uvjet povećanja sigurnosti na brodovima za kružna putovanja uključene su i udruge *CLIA i OHSAS*, koje imaju dodatne odredbe i zahtjeve za pojedine vježbe na brodu. Konvencija STCW u odjeljku A-VI/1 "Pravila postupanja u slučaju situacija u nuždi, sigurnosti i sigurnosne zaštite, medicinskoj njezi i načinu preživljavanja na moru", nalaže da svaki član posade mora dobiti informacije ili biti upoznat po ukrcaju na brod, to jest prije početka obavljanja radnih aktivnosti sa sigurnosnim postupcima i upotrebom sredstava za preživljavanje na moru (*Vessel/Safety Familiarization Training Attended - VSF*). Posebna vrsta vježba koja sačinjava način korištenja sredstava za spašavanje, kao i opreme za gašenje požara mora se provest tijekom prva dva tjedna (SOLAS, Glava III, Pravilo 19.4), što je u praksi po jedna vježba gašenja požara i napuštanja broda.

Apriorna vjerojatnost varijable i njezine uspješne provedbe provest će se tako da se odredi ukupan broj uvjeta koji zadovoljava svaki član posade. Uvjeti se dokazuju:

- 1) provjerom svjedodžaba i ovlaštenja svakog člana posade zasebno, gdje se dokazuje da je on dobio osnovno znanje o temeljnoj sigurnosti i zaštiti na brodu (25 %),
- 2) dokazom o nazočnosti člana posade vježbama koje su propisane odredbama konvencije, ili iz SUS-a broda (25 %),
- 3) provjerom znanja članova posade o osnovnim mjerama sigurnosti i sigurnosnoj opremi na brodu jednom od metoda (*safety exam*) (25 %),
- 4) određivanjem spremnosti člana posade nakon dva tjedna (25 %).

Apriorna vjerojatnost ove varijable određuje se kvantificiranjem broja članova posade koji su prošli vježbe propisane odredbama. Vjerodostojni podatci mogu se prikupiti na brodovima, a za potrebe disertacije će se procijeniti:

- ako je član posade zadovoljio sva četiri uvjeta, smatrat će se da je njegovo znanje o brodu i sigurnosti na najvišoj razini (100 %),
- za članove posade koji su tjedan dana na brodu, znanje o sigurnosnim mjerama bit će polovično (50 %) zbog neispunjenja uvjeta provjere znanja i nesudjelovanja u posebnoj vrsti vježba u dva tjedna.

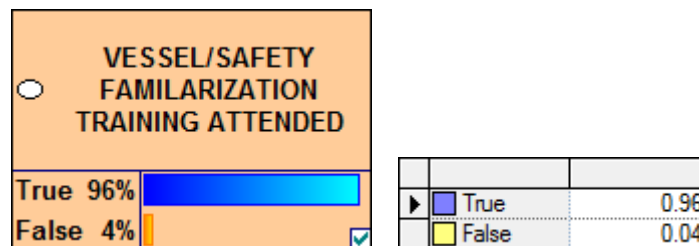
Kvantificiranje ukupnog broja posade (N) koji su prošli program osnovnog upoznavanja na brodu odredit će se prema izrazima (5. i 6.):

$$Nf = \frac{n_{1234} \times 4 \{100\% \} + n_{123} \times 3 \{75\% \} + n_{12} \times 2 \{50\% \} + n_1 \times 1 \{25\% \}}{nu} \quad (1)$$

$$VSF (\%) = \frac{Nf}{N \text{ uvjeti}} \quad (2)$$

gdje n_{1234} znači broj članova brodske posade koji su zadovoljili sva četiri uvjeta, n_{123} je broj članova prva tri uvjeta, n_{12} su oni koji zadovoljavaju prva dva uvjeta, i n_1 zadovoljuju samo prvi uvjet.

Vrijednost apriorne vjerojatnosti za čimbenik (VSF) dobivena je iz izraza (6), gdje broj u brojniku označava vrijednost iz (5), a broj u nazivniku ukupan broj zadanih uvjeta.



**Slika 9. Varijabla VSF i granična raspodjela apriorne vjerojatnosti
(marginal probability distribution)**

Na slici 9. prikazana je varijabla s apriornim vjerojatnostima i granična raspodjela vjerojatnosti programa *GeNle*.

Za potrebe doktorske disertacije vrijednosti apriorne varijable VSF dodijeljene su na temelju osobnog mišljenja. Za primjer je uzet slučaj tako da je od ukupnog broja 1000 članova posade njih 950 nazočilo svim spomenutim vježbama, dakle ako su zadovoljili sva četiri uvjeta, dok 50 članova posade ima zadovoljen jedan uvjet osnovnih svjedodžaba.

Prema izrazu (5) i (6) dobiva se:

$$N = \frac{(950 \times 4) + (50 \times 1)}{1000} = \frac{3850}{1000} = 3,85 ; VSF(\%) = \frac{3,85}{4} = 0,96$$

Apriorna vjerojatnost ili uspješnost varijable familiarizacija s brodom i sigurnosnim postupcima na brodu (VSF) istinita je (*true*) 0.96, dok nije istinita (*false*) 0,04.

4.1.1.2. Prethodno plovidbeno iskustvo rada na brodu

Prethodno iskustvo (*Crew Past-Experience* - PE) definira se kao pojam onoga što je pojedinac prethodno doživio, životno iskusio, pretrpio ili saznao (Buljas, 2008. [68]). Za potrebe disertacije plovidbeno iskustvo označava iskustvo člana posade u radu na brodu s naglaskom na vjerojatnost nazočnosti sličnih vježba ranije na brodovima, ali i djela znanja koje je takav član posade stekao prije ukrcaja na brod.

Prethodno plovidbeno iskustvo važan je element jer utječe na znanje o brodu i sigurnosnim postupcima. Kad se točno utvrdi plovidbeno iskustvo posade, kvantifikacija naznačene varijable može se provesti tako da se za članove posade koji su već prije bili na brodu jednake klase i brodarske kompanije uspješnost ocijeni kao najviša moguća vrijednost. Apriorna vjerojatnost krajnje varijable prethodnog plovidbenog iskustva pritom se definira:

- nAc - član posade ima plovidbenog iskustva na istom brodu iste kompanije (100 %),
- nBc - član posade ima plovidbenog iskustva na istoj kompaniji, ali druga klasa broda (75 %),
- nCc - član posade nije plovio na brodu za kružna putovanja, ali ima plovidbenog iskustva s druge vrste brodova (50 %),
- cDc - član posade prvi je put na brodu i nema plovidbeno iskustvo (25 %).

Vrijednost apriorne vjerojatnosti od 25 % ili 0,25 odnosi se na sve osobe koje su samo stekle vještine temeljne sigurnosti pri stjecanju osnovnih znanja o sigurnosti rada na brodu i postupanju s ljudima. Razina plovidbenog iskustva od 25 % odnosi se na saznanja o načinu postupanja na brodu na temelju teoretskih spoznaja koje je takav član posade primio prije ukrcaja na brod. Dodatne vježbe mjera sigurnosti na putničkom brodu prema STCW-u, dio A, odjeljak V/2, uz temeljnu sigurnost A-VI/1, minimum je zahtjeva konvencije za rad na brodu za kružna putovanja. Takvu vrstu vježba moguće je odraditi i na određenim brodovima, što će ovisiti o menadžmentu brodarske kompanije. S pretpostavkom da svi članovi posade imaju navedene svjedodžbe po ukrcaju na brodu njihovo iskustvo određeno je u vrijednosti od 25 %.

Ovoj vrijednosti pridonose pomorska učilišta i slične institucije koji provode programe izobrazbe za pomorce. Predavači bi trebali slijediti smjernice iz djela B-I/6 STCW konvencije kako bi na što bolji mogući način uvježbali buduće članove posade broda za kružna putovanja.

Način određivanja apriorne vjerojatnosti izračunava se prema izrazu :

$$N_{pi} = \frac{n_{Ac} \times 4 \{100\ \% \} + n_{Bc} \times 3 \{75\ \% \} + n_{Cc} \times 2 \{50\ \% \} + n_{Dc} \times 1 \{25\ \% \}}{n_u} \quad (3)$$

$$PE(\%) = \frac{N_{pi}}{N_{uvjeti}} \quad (4)$$

Pritom je n_1 broj ljudi A, n_2 broj ljudi B, n_3 broj ljudi C, n_4 broj ljudi od D. Vrijednost apriorne vjerojatnosti varijable prethodnog plovidbenog iskustva (PE) određuje se prema (8), gdje se N izračunava s pomoću izraza (7), a N_u je broj ukupnih uvjeta.



Slika 10. Varijabla PE i apriorna vjerojatnost

U grafikonu na slici 10. je primjer u kojemu su vrijednosti čimbenika prethodnoga plovidbenog iskustva prikazane na temelju studije slučaja. Pretpostavimo da od ukupno 1000 članova posade, njih 950 ima iskustva rada na istom brodu iste brodarske kompanije u istom svojstvu, dok njih 50 nije nikada bilo na brodu. Dio članova posade koji nema plovidbeno iskustvo ima svjedodžbe što ih je izdala ovlaštena organizacija.

Prema izrazu (5) i (6) dobiva se:

$$N = \frac{(950 \times 4) + (50 \times 1)}{1000} = \frac{3850}{1000} = 3,85 ; PE(\%) = \frac{3,85}{4} = 0,96$$

Apriorna vjerojatnost ili uspješnost varijable prethodnoga plovidbenog iskustva PE je istinita (*true*) 0,96, dok nije istinita (*false*) 0,04.

4.1.1.3. Sposobnost osobe koja provodi vježbe sigurnosti na brodu

Prema Buljas, 2008. [68] riječ *Competency* ima značenje: nadležnost, sposobnost, stručnost, ovlaštenost, dovoljnost, kompetencija, te će se za potrebe disertacije i značenje ove varijable koristiti nazivom sposobnost.

Sposobnost časnika (*Competence of Safety Training Officer* - CTO) koji provodi sigurnosne vježbe na brodu stječe se na temelju dugogodišnjeg iskustva, znanja o sigurnosti i potrebnih ovlaštenja (*Certificate of Competency*) koje je stekao temeljem STCW konvencije [90]. Takvu odgovornost u praksi brodarske kompanije dodjeljuju časniku s takvim ovlaštenjem i na temelju njegova plovidbenog iskustva, specifičnog ovlaštenja (*Train the Trainers*), te prethodnih preporuka zapovjednika broda (*Appraisal form*).

Osnovni zajednički uvjet dokazivanja sposobnosti je ovlaštenje prema uvjetima STCW konvencije. Svaki časnik svoju sposobnost dokazuje valjanom svjedodžbom propisanom odredbama ove konvencije, a odnosi se na znanje, razumijevanje i vještinu (*Knowledge, Understanding, Proficiency*). Uz takvo ovlaštenje, sposobnost časnika za pravilnu provedbu odgovarajućih vježba na brodu mjeri se prethodnim plovidbenim iskustvom te općim i ujednačenim znanjem za rad na toj odgovornoj poziciji na brodu.

Sposobnost se dokazuje plovidbenim iskustvom na istoj dužnosti, programom primopredaje i posjedovanjem posebnog ovlaštenja brodarske kompanije. Ti elementi važni su čimbenici koji karakteriziraju vjerojatnost sposobnosti časnika koji provodi vježbe na brodovima.

Izmjenama i dopunama STCW konvencije iz 2010. godine, elementi vodstva i timskog rada postali su sastavni dio ovlaštenja, stoga se neće uzimati zasebno kod procjene sposobnosti.

Spomenutoj varijabli odredit će se apriorna vjerojatnost tako da se postavi broj temeljnih uvjeta prema kojima će se odrediti razine sposobnosti časnika koji provodi vježbe na brodu, i to:

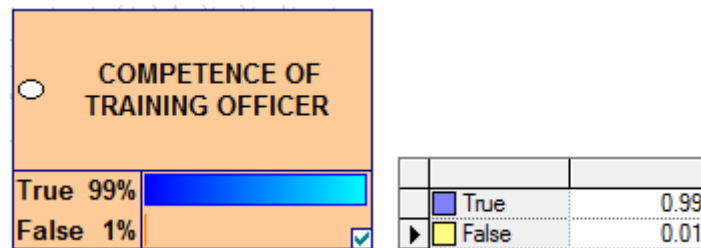
- osobi koja ima ovlaštenje što ga je izdala ovlaštena organizacija, uključena u razvojni program kompanije (*situational leadership*) te ima posebno ovlaštenje kompanije (*train the trainner*). Na razvoj sposobnosti utječe i prethodno plovidbeno iskustvo na istom brodu iste brodarske kompanije u jednakom svojstvu (poželjno iskustvo ili rad u kriznim situacijama) te pravilan i dulji program primopredaje. Ovakvoj osobi dodijelit će se najviša apriorna vrijednost sposobnosti od 100 % ili 1,0,
- osobi koja se nalazi prvi put u spomenutom svojstvu, i pritom je prethodno uključena u razvojni program kompanije, ima dodatno ovlaštenje administracije i posebno specifično ovlaštenje kompanije, imala je dostatno vremena za primopredaju i preuzimanje odgovornosti, upoznata je s načinom rada na brodu zbog dugogodišnjeg iskustva na istom brodu iste brodarske kompanije u svojstvu časnika, dodijelit će se ukupna apriorna vrijednost iznosi 80 % ili 0,80,
- za osobu koja je na ovu dužnost preuzela na temelju ovlaštenja STCW konvencije što ih je izdala administracija, a brodarska kompanija nije zahtijevala dodatno specifično usavršavanje iako je takva osoba imala više ugovora u svojstvu časnika na istom brodu pa

je tako izravno ili neizravno imala razvojni program i program primopredaje. Apriorna vrijednost takvih kompetencija ocijenit će se s 60 % ili 0,6.

- osobi koja se nalazi na spomenutoj dužnosti na temelju osnovnog ovlaštenja, uz plovidbeno iskustvo u istom svojstvu na drugom brodu, bez specifičnog ovlaštenja brodarske kompanije i nije imala adekvatan program primopredaje vrijednost sposobnosti, daje se 40 % ili 0,4.
- osobi koja se nalazi na toj dužnosti jedino na temelju ovlaštenja i rada na drugim vrstama brodova, vrijednost sposobnosti procijenit će se na 20 % ili 0,2. Takav časnik nema iskustva rada sa većim skupinama ljudi, ne poznaje sustav rada, umanjene su mu komunikacijske vještine, ne poznaje rad s određenim sredstvima za spašavanje. Sposobnost časnika mijenja se u vremenu.

Apriorna vjerojatnost (CTO) definira se prema izrazu (9), gdje je ΣU suma zadovoljenih uvjeta, bez obzira na važnost, dok je ΣU_k broj zadanih uvjeta.

$$(CTO \%) = \frac{\Sigma U}{N \text{ uvjeti}} \quad (5)$$



Slika 11. Varijabla CTO i apriorna vjerojatnost

Odgovornom časniku, kojega je odabrala brodarska kompanija za provedbu vježba sigurnosti na brodu, a ima generičke i specifične kompetencije, kao što su osnovno ovlaštenje i ovlaštenje brodarske kompanije, te je plovio na istom brodu na istoj dužnosti dodijeljena je najviša vrijednost. Temeljem toga takva osoba ima sposobnost rada u višekulturalnim sredinama, sposobnost komuniciranja, stručnoga i praktičnog znanja temeljem iskustva na istim položajima, osnovni element uspješnog vođenja, specifičnu osposobljenost za provedbu vježbi, te je pobliže upoznata ili familijariziran s brodom i ima opću svijest o sigurnosti na najvišoj razini.

Prema statističkim uzorcima inspekcijskih nalaza država luka u 2015²² i 2016²³ godini među nedostacima uočenim na putničkim brodovima izdvajaju se primjedbe pronađene na vježbama gašenja požara (10 nedostataka) i na vježbama napuštanja broda (6 nedostataka). Časnik sigurnosti uvježbava posadu za navedene vježbe te je uz zapovjednika i njegovog zamjenika odgovaran za njenu uspješnost.

Zbog većih inspekcijskih nadzora u pogledu sigurnosti na putničkim brodovima brodarske kompanije se ne odlučuju za velike kadrovske promjene. Časnici sigurnosti koji imaju visoke

²² Paris MoU Annual Report 2015.

²³ Paris MoU Annual report 2016.

kompetencije ostaju dulje vremena u istom svojstvu na istim brodovima, posebno na onim koji su svojim redom plovidbe izloženi većim i detaljnijim inspekcijama (*US Coast Guard*). Za potrebe disertacije apriorna vjerojatnost je procijenjena.

Apriorna vjerojatnost ili uspješnost varijable (CTO) je istinita (*true*) 0.99, dok nije istinita (*false*) 0.01. (Slika 11)

Sposobnost časnika koji provodi vježbe na brodu valja nadopuniti koristeći smjernice iz djela B-I/6 STCW konvencije. Za prenošenje znanja na članove posade različitih kultura, uz znanje i stručnost važan je i stav časnika koji je istaknut izmjenama i dopunama STCW konvencije iz 2010. godine.

4.1.1.4. Osnovno znanje o sigurnosti

Prethodno opisane varijable (*Vessel Safety Familiarization, Crew Past-experience, Competence of Training Officer*) utječu na osnovno znanje o sigurnosti na brodu (*Basic Ship Safety Knowledge - BSK*), ali se važnost ipak mora pridodati kako nazočnosti broju vježba, tako i samom načinu uvježbavanja članova posade. Kompetencija sastoji se od znanja, sposobnosti, vještina i iskustva, i temelj su uspješnoj provedbi vježba na brodu. Neujednačenost vježbanja i nepoštovanje plana i rasporeda vježbi od časnika koji je provodi može rezultirati neujednačenošću znanja o sigurnosti. Prethodno plovidbeno iskustvo pridonosi boljem općem stanju o sigurnosti, ali bez vježbi i sposobnosti osobe koja je provodi takvo je stanje na niskim granicama.

Potrebno je naglasiti praksu na brodovima za kružna putovanja, gdje 1. časnik za sigurnost ne provodi uvijek vježbe, već delegira svoje zamjenike. Ipak, delegiranje se odnosi na časnike koji su stekli dovoljno, znanja iskustva i prakse na brodu te se vjerojatnost pogrešnih prenošenja znanja zanemaruje i neće se dodatno analizirati u disertaciji. Ovakav časnik je dio *train the trainer* programa i obavlja pripremu za preuzimanje veće dužnosti na brodu.

Posteriorsna vjerojatnost za varijablu (BSK) odredit će se na temelju postavljenih uvjetovanih vjerojatnosti uz pomoć tablice združene distribucije vjerojatnosti i apriornih očekivanja svih njezinih već spomenutih "roditelja" (tablica 4.).

Tablica 4. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti osnovnog znanja o sigurnosti (BSK)

COMPETENC...	True				False			
VESSEL/SAFE...	True		False		True		False	
PAST-EXPERI...	True	False	True	False	True	False	True	False
► True	1	0.75	0.5	0.25	0.9	0.56	0.225	0.1
False	0	0.25	0.5	0.75	0.1	0.44	0.775	0.9

Ako je član posade prošao obvezne vježbe pri ukrcaju na brod, to jest ako je do dva tjedna od njegova ukrcaja bio nazočan barem jednoj praktičnoj izvedbi svojih dužnosti koja mu je dodijeljena, i usto ima plovidbenog iskustva na istom brodu ili brodu blizancu iste brodarske kompanije, te ga je podučavao više osposobljen časnik, tada je njegovo znanje o brodu na najvišoj razini, pa će mu se u tablici združene vjerojatnosti dodijeliti vrijednost *true* - 1.

Za novo ukrcanog člana posade koji nema iskustvo rada na brodu, bez značenja je sposobnost časnika koji provodi vježbe jer takva osoba ima osnovno znanje o brodu na niskoj razini od 0,25, i odnosi se na vještine stečene nakon obavljene temeljne sigurnosti (STCW, A-VI/1).



Slika 12. Varijabla BSK i posteriorna vjerojatnost

Krajnje posteriorne vrijednosti izračunate programom *GeNIe* (Bayesovim izrazom), temelje se na uvjetnim i apriornih vjerojatnostima (slika 12.).

4.1.1.5. Stanje sigurnosne opreme na brodu

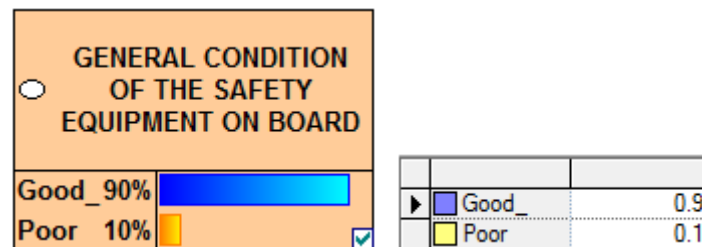
Sigurnosna oprema, posebno ona koja izravno utječe na sustav spašavanja ljudi na brodu za kružna putovanja, podvrgnuta je strogim unutarnjim kontrolama i pregledima na brodu prema SUS i SOLAS konvenciji. Ispravnost takve opreme kontroliraju i klasifikacijska društva te inspekcije država luka (*Port State Control*). Zbog dotrajalosti, nepravilnog rukovanja, neodržavanja, nedostatnih i neadekvatnih pregleda sigurnosna oprema može zakazati. Svaki nedostatak na njoj može rezultirati nizom događaja koji mogu prouzročiti razvoj nezgode (*swiss cheese model*, NATO [78]). Opće stanje sigurnosne opreme na brodu (*General Condition of Safety Equipment on board - GIC*) utječe na svijest o sigurnosti cijele brodske posade. Nedostatci na brodskoj sigurnosnoj opremi najviše su uočljivi u odjelu palube i stroja zbog prirode posla koji obavljaju, prijašnjeg iskustva, te njihova svakodnevnog nadzora i pregleda, te održavanja i rukovanja takvom opremom. Članovi posade dužni su prijaviti vidljive nedostatke i nepravilnosti. Nadalje, zapažanja onoga što dovodi, ili je moglo dovesti u opasnost ljude, brod i okoliš, moraju biti prijavljeni jednim od načina, kao što su izvještaji, analize nezgode prema ISM-u.

Prema *Safe Working Practice* 13.1. [76] svaka osoba na brodu odgovorna je za sigurnost. Kompanija odgovara za sigurnost broda i organizaciju i koordinaciju sigurnosti na brodu, a zapovjednik je na dnevnoj razini zadužen za opću sigurnost na brodu.

Međunarodni pravilnik upravljanja sigurnošću (*ISM Code*) nalaže da sustav upravljanja sigurnošću (SUS) mora obuhvatiti postupke kojima se jamči da su nesukladnosti (*non-conformities*), nezgode (*accidents*) i opasne situacije (*hazardous situations*) prijavljene kompaniji, te da su ispitane i analizirane radi poboljšanja sigurnosti. Kompanija mora utvrditi postupke za primjenu popravnih postupaka.

Vrijednosti apriorne vjerojatnosti procijenjene su na temelju statističkih podataka godišnjih izvješća Pariškog Memoranduma (*Paris MoU*) iz 2015. i 2016. Godine (Slika13.). Prema navedenim izvješćima ukupno je provedeno 623 pregleda na 496 putnička broda. ukupno je pronađeno je 338 nedostataka. Za potrebe dodjeljivanja apriorne vjerojatnosti navedene varijable preuzeti su podatci sa službenih stranica Memoranduma u dijelu opreme za spašavanje (*life saving*

appliances)²⁴, gdje ukupni zbroj nedostataka na opremi u dvije godine iznosi 100. Podatci iz 2017. god. govore da je pronađeno 37 takvih nedostataka.



Slika 13. Varijabla GIC i apriorna vjerojatnost

4.1.1.6. Svijest o sigurnosti voditelja odjela

Svaki vođa odjela odgovoran je za zdravlje i sigurnost njegovih članova (*Code of safe working practice*, 13.1.1, 2017. [76]). Na svijest o sigurnosti vođa odjela (*Head of Department Safety Awareness - HDSA*) utječe pravilno i redovito održavanje sjednica brodskog odbora za sigurnost, prema (*Safety committee meeting, Safe working practice* 13.3.4; MLC, Pravilo 4.3[81]):

- informiranje vođa odjela i članova posade o pronalaženju nedostataka inspekcija, provedenim korektivnim radnjama s posebnim naglaskom na odgovorne osobe, radi ispravaka pogrešnih postupaka (*no blame culture*),
- analiza zapaženih pogrešnih radnji koje su mogle dovesti do posljedica po sigurnost,
- informiranje i edukacija predstavnika za sigurnost (*safety representative*), vođa odjela i njihovih pomoćnika o sigurnosnim standardima, primjene i dopune novih pravila, informiranje o novonastalim problemima vezanih za sigurnost te primjena korektivnih radnji,
- slobodno iznošenje mišljenja drugih kako bi informacija bila potpuna radi ispravne analize i izbjegavanja ponavljanja slične situacije (asertivnost),
- analiza bilo koje situacije i odstupanja što su na bilo koji način mogle utjecati na sigurnost broda.

Spoznaja o općem stanju sigurnosti na brodu i mogućih rizika te pravilna analiza osoba odgovornih za sigurnost bitan su čimbenik koji utječe na svijest svih ljudi na brodu. Ne iznošenje analiza provedenih vježba i svako skrivanje problema u sustavu može prouzrokovati određene posljedice po sigurnost, kao i na svijesti o sigurnosti vođa odjela, što na taj način izravno utječe i na svijest brodske posade u odjelima (tablica 5).

- Ako su informacije o nedostacima transparentne i jasno predočene, kako je prethodno prikazano, svijest o sigurnosti vođe određenog odjela 90 % je dobra. Vrijednost 0,9 temelji se zbog vjerojatnih propusta te nedovoljne svjesnosti o sigurnosti vođa odjela. Ovisno o odjelu i prirodi posla, velik broj članova posade, posebno vođa postavlja prioritete svog

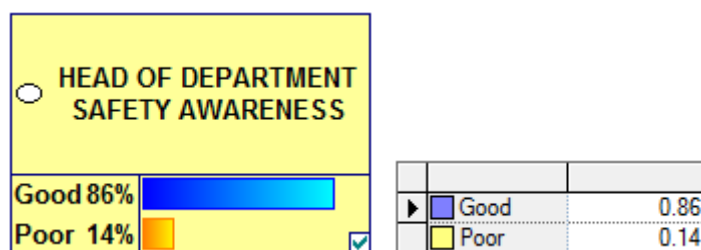
²⁴ www.parismou.org/inspection-search/inspection-results-deficiencies

posla s obzirom na sigurnost. Pritom je riječ o osobi i njezinu osobnom stavu prema sigurnosti bez obzira na varijablu utjecaja. Uvjetovana vjerojatnost varira u granicama slučajne pogreške (0,9) kao najbolje i slučajnog pogotka (0.1) za najlošije stanje.

- Ako informacije nisu predočene, tada vođa ima 50 % umjerenu svijest o situaciji, potaknut vjerojatnim prijašnjim dugogodišnjim iskustvom rada na brodu, vlastitim opažanjima, osobnom odgovornošću, prema sigurnosti, posebno u izvanrednim okolnostima i vježbama na brodu te iz izobrazbe ili tečajeva koji moraju biti odrađeni prije ukrcaja na brod za kružna putovanja prema STCW konvenciji (*Basic Safety; Crowd and Crisis management*).

Tablica 5. CPT Tablica uvjetne vjerojatnosti svijesti o sigurnosti vodstva odjela (HDSA)

GENERAL CO...	Good_	Poor
► Good	0.9	0.5
Poor	0.1	0.5



Slika 14. Varijabla HDSA i posteriorna vjerojatnost

Nedostupnost informacija povezanih sa sigurnošću broda za vođe odjela, utječe na njihovu opću svijest o sigurnosti. Transparentnost informacija vrlo je bitan čimbenik svijesti o sigurnosti na brodu. Ako bi se analizirali svi nedostaci na brodu i jasno isticali rizici određenih radnja i postupaka zasigurno bi svijest vođa odijela bila veća.

Velik broj primjera pokazuje da vođe odjela ne nazoče vježbama zbog svojeg višegodišnjeg iskustva rada na istim pozicijama i istom brodu. Očito, takvo iskustvo nalaže vjerovanje da su njihove sposobnosti rada na najvišoj razini, ali ujedno uzrokuje i nisku svijest o sigurnosti drugih članova posade. Svaka osoba na brodu dužna je biti na minimalnom broju vježba prvenstveno propisanih konvencijom, ali i broju vježbi propisanih SUS-om. Ako vođa nije nazočan, ujedno i ne aktivan na vježbama, tada se dio posade kojoj on pripada ponaša nezainteresirano jer prati radnje svog nadređenoga. Posada će nazočiti vježbama, ali će imati umanjenu svijest o sigurnosti.

4.1.1.7. Svijest o sigurnosti posade odjela

Prema *Code of Safe Working Practice* 13.1.1 2017.[76], svaki član posade je odgovoran za osobnu sigurnost i zdravlje, ali i propuste i postupke kojima se ugrožava sigurnost drugih osoba.

Na svijest o sigurnosti člana posade na brodu (*Crew Department Safety Awareness - CDSA*) utječe priroda posla koji takav član posade obavlja ili dio odjela kojem pripada. Uz to utječe i kultura te prekovremeni rad ili umor, koji nisu uključeni u ovaj dio pod modela. Dobra je praksa, iako teško

provediva, usuglasiti točno vrijeme kada će takav član posade biti najspremniji za izvođenje vježbe propisane SUS-om.

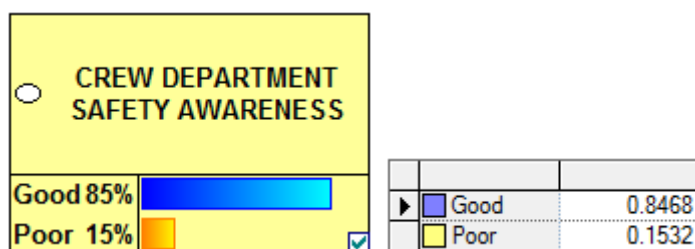
Evidencija o nazočnosti i uzrocima izostanaka s vježba više govori o svijesti o sigurnosti samog vođe pojedinog odjela, nego samih članova posade. Vježbe su obvezne na brodovima, ali ima primjera kad se zbog prirode posla koja takva posada obavlja traži izostanak s vježba. Svijest člana posade ovisi i o postupcima vođe odjela i njegova odnosa prema sigurnosti. Razina svijesti o sigurnosti vođe određenog odjela utječe na razinu svijesti njegove posade jer će ona pratiti njegovo ponašanje (*What I do they will do*). Međutim dio posade može biti osviješten i bez potpore vođe odjela, kao i da mu nisu poznate informacije o nedostacima na brodu, jer je potaknut prijašnjim iskustvom i kulturom.

Zbog kulturoloških značajka i prethodnoga plovidbenog te životnog iskustva određeni broj članova posade može zadržati osobnu svijest o sigurnosti, pa je nemoguće utjecati na njezinu promjenu svijesti. Stoga će se za potrebe disertacije pri dodjeljivanju uvjetne vjerojatnosti koristiti graničnim vrijednostima istine 0,9 kada, bez obzira na ishode "roditelja", pojedini članovi posade nisu u potpunosti svjesni sigurnosti zbog kulturoloških značajka, kao i stereotipnog razmišljanja "*It will never happen to me*" (Conrad, 2003. [69]). Ovakav stereotipni način razmišljanja može imati bilo koji član posade. Granična je vrijednost slučajnog pogotka od 0,1 kada su vrijednosti "roditelja" nepovoljne.

Tablica 6. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti svijesti o sigurnosti posade odjeljenja (CDSA)

GENERAL CONDITION OF THE SAFETY EQUIPMENT ON BOARD		☐ Good		☐ Poor	
HEAD OF DEPARTMENT SAFETY AWARENESS		Good	Poor	Good	Poor
▶ Good		0.9	0.67	0.7	0.45
☐ Poor		0.1	0.33	0.3	0.55

Ako je posada upoznata sa nedostacima, dodatno upozorena i informirana od nadređenih na obveznu nazočnost vježbama, član posade ima visoku svijest o sigurnosti, koja odgovara vrijednosti uvjetne vjerojatnosti (0,9). Slučajna pogreška odnosi se na članove posade koji su uključeni u vježbe u vrijeme odmora. Posada dobiva osjećaj neprofesionalnosti i neorganiziranosti te nevoljno odlazi na vježbe.



Slika 15. Varijabla CDSA i posteriorna vjerojatnost

Vježbe i treninzi na brodovima moraju se održavati sukladno pravilima iz SUS-a (SMS-a). Vrijeme odmora za članove posade mora se poštovati, stoga vremena održavanja vježba moraju biti pravilno usuglašena. Svi članovi posade moraju proći sve vježbe prema planu i programu, ali se vremena održavanja vježbi moraju pravilno uskladiti.

4.1.1.8. Opća svijest o sigurnosti

Varijabla opća svijest o sigurnosti (*Safety Situation Awareness* - SSA) ima dva roditelja. Određivanje stanja opće svijesti o sigurnosti temelji se na tablici združene distribucije vjerojatnosti i apriornih očekivanja njenih "roditelja" (tablica 6).

U ovom dijelu svijest posade na brodu može se povećavati ako je svijest vođe na najvišoj razini. Učestalost ponovljenih radnja koje ugrožavaju sigurnost (odlaganje predmeta, poput radnih kolica po prolazima, zaglavljivanje protupožarnih vrata i dr.) mjerilo su opće svijesti o sigurnosti u određenom odjeljenju. Osim korektivnih radnji potrebno je poduzeti podučavanje i dodatne vježbe u samom odjeljenju.

Vođe odjela imaju utjecaj na svijest o sigurnosti posade broda jer ona slijedi svog vođu i prati njegove radnje i postupke. Ako je svijest vođe loša, tada i svijest određenog odjela nije dobra. Osviješten vođa, potaknut iskustvom treba pratiti pogrešne radnje svojih podređenih pa ih ispravljati na održanim sastancima, ističući rizike kojima se izlaže brod i posada. Na taj način vođa odjela izravno utječe na svijest o sigurnosti cijelog odjeljenja kao i na opću svijest o sigurnosti na brodu.

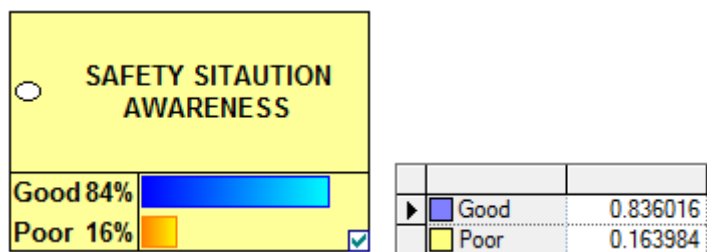
Na brodovima za kružna putovanja postoji određeni broj posade koji bez obzira na nedostatak svjesnosti o sigurnosti, a temeljem dugogodišnjeg iskustva i vježbi imaju svijest o sigurnosti. U slučaju da se radi o potpuno novom brodu i novoj posadi broda što su izrazito rijetki slučajevi postoji svjesnost o sigurnosti na temelju osnovnih tečajeva koji svaki član posade mora imati prije ukrcaja na brod kao i osnovnih tečajeva mjera sigurnosti stečenih na samom brodu po ukrcaju na brod.

Dokaz navedenom je nesreća broda Costa Concordia gdje objektivno nije stradao veliki broj ljudi, a članovi posade su se okupili i usmjeravali putnike prema izlazima.

Tablica 7. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti opće svijesti o sigurnosti (SSA)

CREW DEPARTMENT SAFETY AWARENESS		☐ Good		☐ Poor	
HEAD OF DEPARTMENT SAFETY AWARENESS		Good	Poor	Good	Poor
▶ Good		0.9	0.67	0.7	0.45
☐ Poor		0.1	0.33	0.3	0.55

Krajnje vrijednosti dobivene nakon određivanja uvjetnih vjerojatnosti prikazane su na slici 16.



Slika 16. Varijabla SSA i posteriorna vjerojatnost

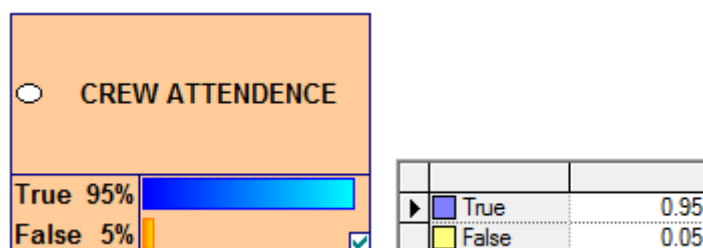
Svijest o sigurnosti na brodu treba svakodnevno poticati. Obim posla često postavlja sigurnost u drugi plan, a to je nedopustivo na moru. Sigurnost ljudi i broda uvijek je na prvom mjestu (*Safety First*). Prema *Code of safe working practice* 13.3.3.[76] na svakom brodu koji ima više od pet članova posade mora se delegirati *Safety Representatives* od strane kompanije. Na brodu za kružna putovanja takvim osobama (vođama odjeljenja) dodijeljene su dužnosti provedbe vježba opće sigurnosti unutar svog odjela, uz nadzor odgovornog časnika za sigurnost (*Safety Officer*).

4.1.1.9. Nazočnost posade vježbama

Nazočnost posade (*Crew Attendance* - CA) i njezino sudjelovanje u razvoju i tijeku vježbe preduvjet je uspješnosti izvršenih vježba. Vrlo je važno da svaki član posade koji rukuje sigurnosnom opremom bude upoznat s njenim pravilnim rukovanjem (MSC.1/Circ.1578 [86]). Vježbe na brodovima za određene skupine ili dužnosti najavljene su na rasporedu mjesečnih aktivnosti i minimalno 24 sata prije, a vježbe u kojoj sudjeluje cjelokupna posada su obznanjene i mjesec dana prije njih. Usto moraju biti redovite, praktične i raznolike.

Svi članovi posade prema SOLAS-u, Glava III, Pravilo 19.3.2, moraju biti nazočni barem po jednoj vježbi gašenja požara i napuštanja broda mjesečno te su dužni nazočiti ostalim vježbama na brodovima propisanim SUS-om. Vođe odjela zaprimiti će pismenu obavijest o obvezi članova posade koji su dužni nazočiti određenim pojedinačnim ili skupnim vježbama, a oni mogu dostaviti pismenu ispričnicu o odsutnosti za točan broj članova posade u određenom vremenu. Uobičajena praksa vođa pojedinih odjela je ispričati određeni broj članova posade, te na taj način direktno utjecati na uspješnost vježba.

Prema mišljenju autora nakon pomorske nezgode *Coste Concordije*, potaknuta je svijest o sigurnosti vođa odjela kao i važnost pravilnog održavanja vježba. Iz navedenog razloga, a za potrebe disertacije nazočnost vježba biti će na visokoj vrijednosti (slika 17.). O vremenu održavanja zajedničkih vježba (*Abandon Drill*), putnici će biti pravovremeno informirani putem razglasa. Određene radne aktivnosti na brodu se moraju obavljati, stoga će određeni broj članova posade biti primoran izostati s vježba (npr. osobe koje su zadužene za nadzor ulaska i izlaska s broda, dio osoblja koji se nalazi s putnicima i sl.).



Slika 17. Varijabla CA i apriorna vjerojatnosti

Uspješnost vježbi o sigurnosti

Čimbenik uspješnosti vježba o sigurnosti (*Success of Safety Training and Drills* - SSTD) krajnji je čimbenik ovog pod modela. Nakon određivanja ishoda svih utjecajnih varijabla sljedeći je korak određivanje vrijednosti uvjetne vjerojatnosti prema već spomenutoj tablici združene distribucije vjerojatnosti i apriornih očekivanja njezinih "roditelja" (tablica 8).

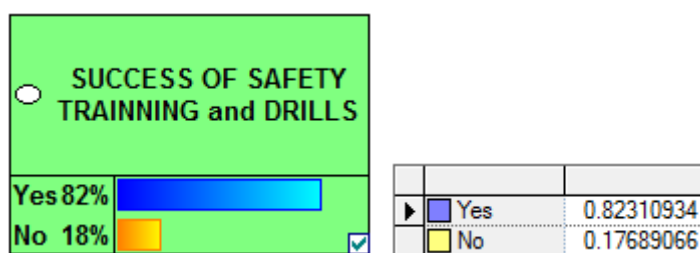
Ako je posada nazočna vježbama, ima opće znanje i svijest o sigurnosti na visokoj razini, tada je i uspješnost samih vježba na brodu ima visoku vrijednost. Uvjetna vjerojatnost ishoda ove varijable također će poprimiti vrijednosti slučajne pogreške od 0,9 za najvišu i slučajnog pogotka od 0,1 za najnižu vrijednost zbog toga što, bez obzira na najviše vrijednosti utjecajnih varijabla, uspješnost vježbi nije najbolji pokazatelj pravog stanja spremnosti, jer je uvjetovana različitim dinamičkim promjenama posade u vrijeme stvarnih situacija, kao i nemogućnosti određivanja stvarnog ishoda ove varijable.

Ako posada nije nazočna vježbama, osnovno je znanje o sigurnosti loše, bez svijesti o sigurnosti i tada je i uspješnost tog čimbenika u najnižim granicama i njezina uspješnost vježbe temelji se na iskustvu i kulturi pojedinih članova posade.

Tablica 8. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti za uspješnosti provedenih vježba na brodu (SSTD)

		Good				Poor			
		True		False		True		False	
		True	False	True	False	True	False	True	False
►	Yes	0.9	0.8	0.68	0.56	0.5	0.44	0.33	0.225
	No	0.1	0.2	0.32	0.44	0.5	0.56	0.67	0.775

Posteriorna vrijednost dobivena nakon određivanja uvjetnih vjerojatnosti prikazana je na grafikonu slike 18.



Slika 18. Varijabla SSTD i posteriorna vjerojatnost

Prema podacima sa službenih stranica Pariškog Memoranduma²⁵, za razdoblje od 2015. do 2018. god. zabilježeno je ukupno 13 nedostataka u dijelu (*Fire Drill*) i 10 nedostataka u dijelu (*Abandon Drill*).

Na brodovima za kružna putovanja nemoguće je simulirati stvarne situacije, ali je moguće odrađivati vježbe nenajavljeno (*Touch Drill*), koje imaju svoje pozitivne i negativne karakteristike. Na taj način moguće je ispitati brzinu i spremnost posade broda, povećati pozornost i svjesnost o sigurnosti, ali i negativno utjecati posebno na vrijeme odmora posade.

Ujedno, potrebno je što više poticati putnike na suradnju tijekom vježbi, što je u praksi dosta teško izvedivo. Analize i rezultati najavljenih i nenajavljenih vježbi mogu dati korisne informacije u prednostima i nedostacima sustava organizacije spašavanja na brodu.

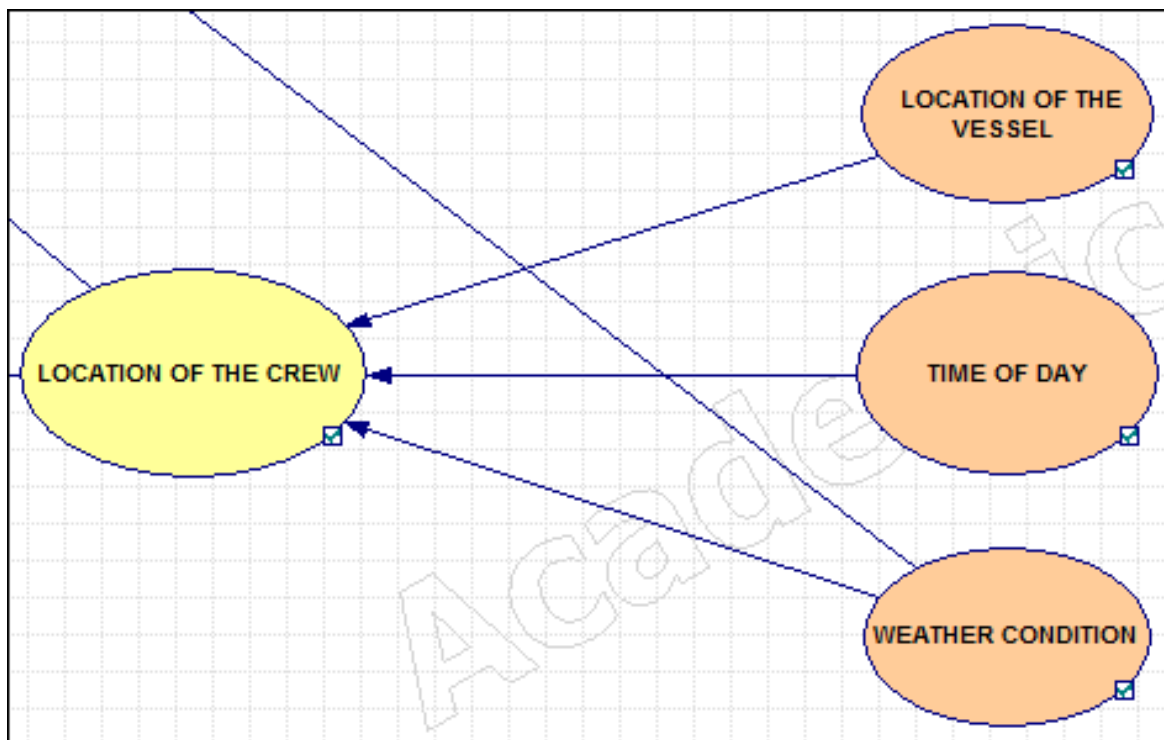
²⁵ <https://www.parismou.org/inspection-search/inspection-results-deficiencies>

U konačnici, krajnja varijabla pod modela SSTD ima svoje "potomke ili djecu" te će se njen utjecaj i vrijednost koristiti u razvoju ovog modela.

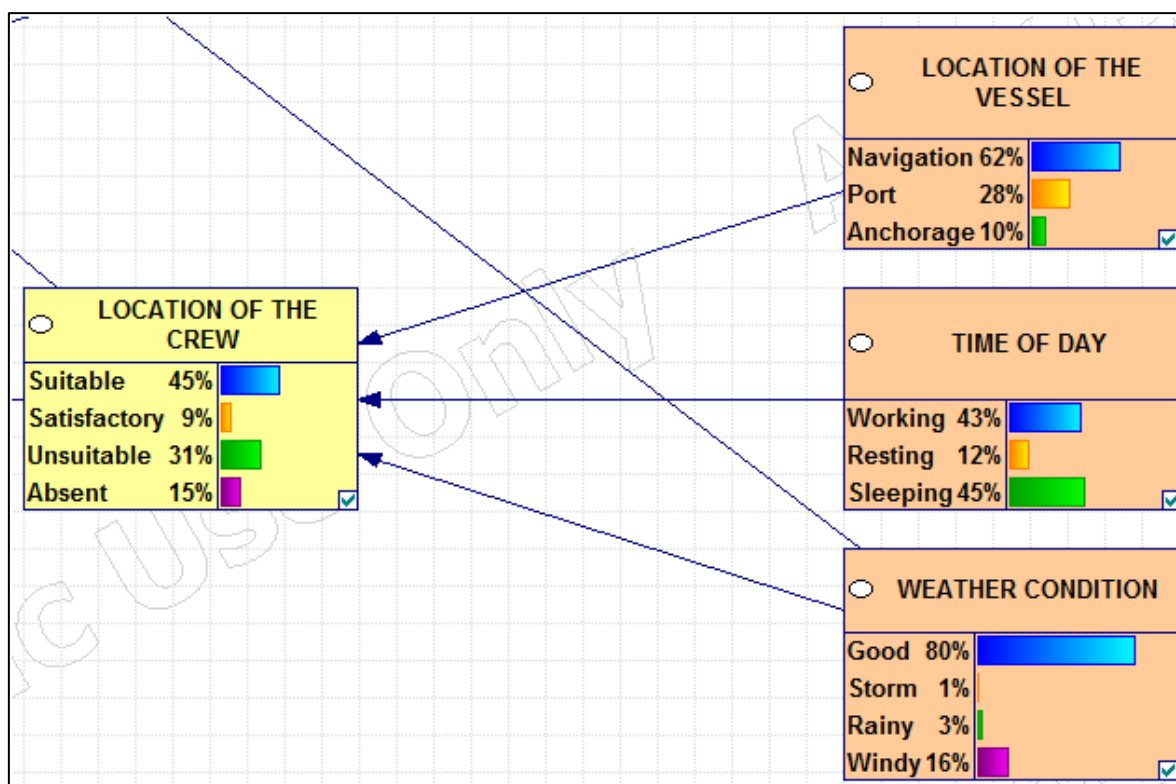
4.1.2. Smještaj brodske posade

Na varijablu smještaj posade broda za kružna putovanja (*Location of the Crew*) utječu: položaj broda (*Location of the Vessel*), dio dana (*Time of Day*) i vremenski uvjeti (*Weather Condition*).

Stanja koja naznačena varijabla može poprimiti su: pogodno (*suitable*), zadovoljavajuće (*satisfactory*), ne pogodno (*unsuitable*) i stanje odsutnosti (*absent*). Na slici 19. prikazan je kvalitativni pod model smještaja posade, a na slici 20. kvantitativni oblik s apriornim i posteriornim vrijednostima.



Slika 19. Prikaz kvalitativnog pod modela smještaja posade



Slika 20. Prikaz kvantitativnog pod modela smještaja posade

U nastavku teksta opisat će se spomenute varijable, način dodjeljivanja apriornih vjerojatnosti, dok će se za varijablu smještaja posade odrediti uvjetne vjerojatnosti.

4.1.2.1. Položaj broda

Brod za kružna putovanja može se nalaziti u različitim stanjima ili položajima na moru, u različitim vremenskim uvjetima i u doba dana ili noći. Smještaj posade ovisi o trenutnom položaju broda (*Location of the Vessel* - LV). Dok brod plovi tada posada obavlja svoje radne aktivnosti prema utvrđenom radnom rasporedu člana posade, ali i potrebama putnika. Brod se može nalaziti u lukama, u plovidbi prilazima luka i sidrišta, kanalima i tjesnacima te na otvorenome moru.

Za potrebe disertacije i kvantificiranja ove varijable brod se može nalaziti u tri stanja: u plovidbi, na sidrištima i vezan u lukama.

Apriorna vjerojatnost ove varijable, za stanje broda u plovidbi procijenjena je na temelju statističke analize tri broda za kružna putovanja i njihovog godišnjeg rasporeda (*ship itinerary*²⁶). Za potrebe disertacije preuzeti su podaci s brodova koji plove gotovo svim svjetskim plovidbenim područjima tijekom cijele godine. Prema podacima dobivene su sljedeće vrijednosti:

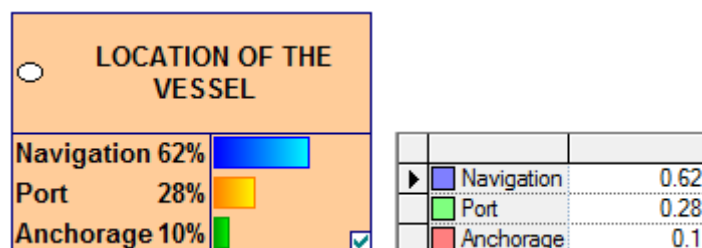
- Brod A²⁷ - plovidba 6059 sati u godini - 69.1 %, u lukama i na sidrištima 2701 sati u godini – 30.9 %;

²⁶ <http://crew-center.com/itinerarys>

²⁷ Putnički brod 42289 BT, duljina 202.00 m, širina 28.0, putnika 1266 – 1300, posade 418.

- Brod B²⁸ - plovidba 4362 sati u godini – 49.8 %, u lukama i na sidrištima 4398 sati u godini – 50.2 %;
- Brod C²⁹ - plovidba 4362 sati u godini – 67.9 %, u lukama i na sidrištima 2812 sati u godini – 32.1 %;

$$LV \text{ u plovidbi}(\%) = \frac{69.1 \% + 49.8 \% + 67.9 \%}{3} = 62.2\%; \quad (6)$$



Slika 21. Varijabla LV i apriorna vjerojatnost

Kako govorimo o opasnosti pri spašavanju ljudi s brodova (putnika i posade), tada mislimo na upotrebu zajedničkih sredstava za spašavanje bez koordinacije i pomoći obalnih služba spašavanja. Položaj broda u luci nalaže da se spašavanje ljudi s broda obavi na najbrži mogući način koristeći se glavnim izlazima s broda bez potrebe da se putnici prethodno upućuju prema mjestima za prikupljanje, čime bi se znatno produljilo tijek akcije spašavanja. Kod brodova na sidrištu određen broj članova posade i putnika biti će izvan broda pa će se tablica uvjetne vjerojatnosti razlikovati od prethodnih tablica u dijelu kada određeni broj članova posade nije na brodu (DNV, 2003 [71]). Zajedničko je da u svim situacijama spašavanja, u bilo kojim položajima broda posada mora biti spremna.

Na brodu u svakom trenutku mora biti minimalni broj članova posade koji su spremni odgovoriti na izvanredne situacije (*Minimum Safe Manning. Glava V, Pravilo 14, SOLAS-a*). U lukama kao i na sidrištima određene su dužnosti za pojedine skupine članova posade prema rasporedu za uzbunu. Takav dio posade mora ostati na brodu, kako bi odgovorio na izvanredne okolnosti.

Dok je brod u plovidbi, osobito otvorenim morem uspješnost napuštanja broda ima najviši rizik, zbog nemogućnosti pomoći obalnih služba spašavanja. Za boravak broda na sidrištu, u lukama i prilazima luka, vjerojatnost uspješnog spašavanja je veća (manji rizik) zbog mogućnosti pomoći obalnih služba što su pokazale veće pomorske nesreće brodova za kružna putovanja (*Sea Diamond, Costa Concordia*).

4.1.2.2. Dio dana

Dio dana (*Time of Day - TD*) važan je utjecajni čimbenik jer izravno utječe na radno vrijeme velikog broja posade, a time i na smještaj posade. Ako je posada na radnome mjestu, vrijeme potrebno da posada postane svjesna o situaciji kraće je od stanja posade kad ona spava. Vrijeme rada članova

²⁸ Putnički brod 66084 BT, duljina 251.00 m, širina 32.0, putnika 1258 – 1447, posade 800.

²⁹ Putnički brod 68870 BT, duljina 250.00 m, širina 32.0, putnika 1090 – 1254, posade 635.

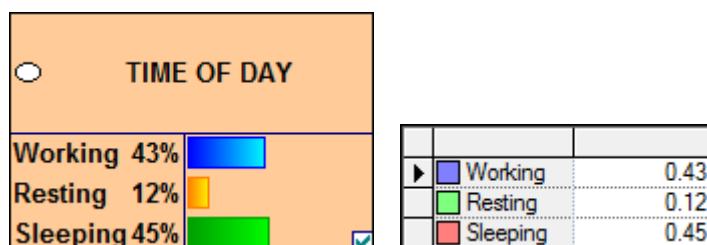
posade ovisi o njihovu propisanom radnom vremenu, rasporedu dnevnih aktivnosti na brodu i aktivnosti putnika, ovisno o njihovoj smještaju. Ako se varijabla vremena podijeli na stanja:

- vrijeme rada,
- vrijeme odmora,
- vrijeme spavanja,

i utvrdi točan broj članova posade raspoređen prema navedenim stanjima, može se odrediti i točna apriorna vjerojatnost ove varijable.

Konvencija MLC [81]u svojoj rezoluciji 2.3. definira sate rada i sate odmora na brodu. Ti sati rada moraju biti: najviše sati rada ne smije biti veći od 14 tijekom bilo koja 24 sata i 72 sata tijekom bilo kojih sedam dana, i najmanji broj sati odmora ne smije biti manji od 10 sati tijekom bilo koja 24 sata i 77 sati tijekom bilo kojih sedam dana. Sati odmora mogu se podijeliti u najviše dva dijela, od kojih jedan mora trajati najmanje 6 sati, a razmak između uzastopnih razdoblja odmora ne smije biti veći od 14 sati.

MLC konvencija nalaže da svaki član posade broda ne radi dulje od 72 sata tijekom bilo kojih 7 dana i da ima 11 sati (45,8 %) odmora svaki dan u 7 dana, temeljem odredbe od 77 sati odmora. Zbog toga, dio dana od 24 sata podijeljen je tako da član posade ne radi dulje od 10,28 sati (42,8 %) dnevno. Ostatak od 19 sati ili 2,72 sata (11.4 %) dnevno odnosi se na vrijeme za odmor. Dostupni podatci o radnim vremenima članova posade su različiti, stoga će se za primjer modela koristiti vrijednostima iz slike 22.



Slika 22. Varijabla TD i apriorna vjerojatnost

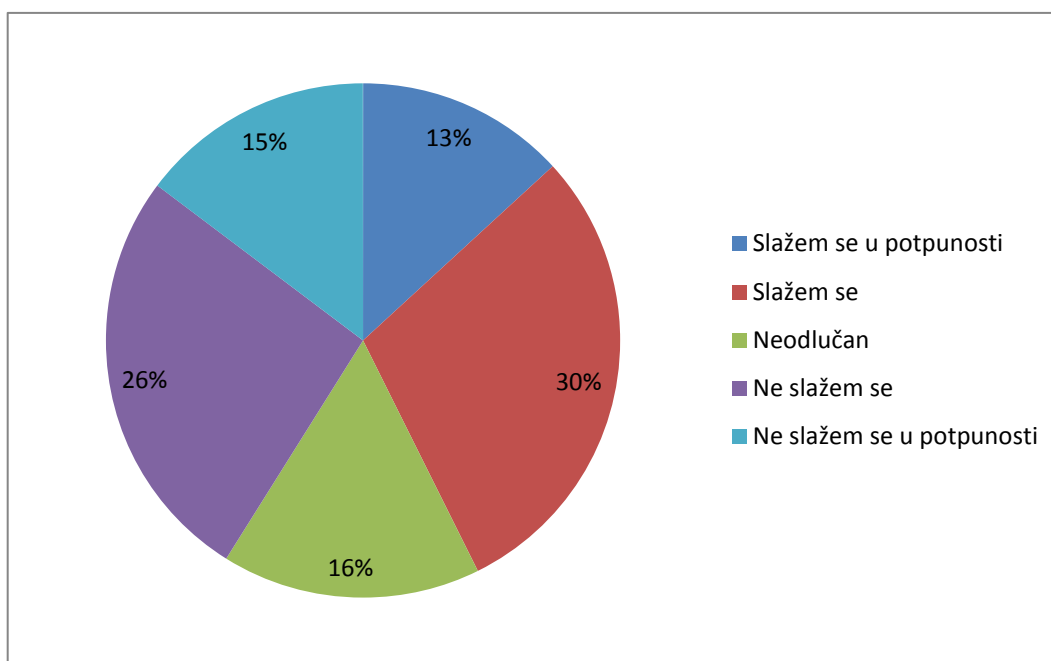
Određivanje apriorne vjerojatnosti varijable dio dana razlikuje se od prethodnih načina kojima se određuju vjerojatnosti varijabli. Iako MLC konvencija propisuje sate rada i odmora, stvarna slika radnih sati na brodu može biti različita, što ovisi o opsegu posla i organizaciji rada. Vjerodostojni statistički podatci mogu se dobiti na brodovima u svakom trenutku.

Na Sveučilištu u Dubrovniku od studenog 2017. godine provodi se trajni međunarodni anketni upitnik s naslovom „*Importance of leadership qualities on board vessels*“ kako bi se istraživala mišljenja o provedbi pravilne funkcije upravljanja u izvanrednim situacijama na brodovima. Podaci se temelje na provedenom istraživanju pod stručnim timom Vujičić i suradnici Cilj je istraživanja utvrđivanje primjena stilova vodstva na različitim brodovima nakon amandmana STCW konvencije iz 2010. godine.

U provedbu istraživanja uključeni su djelatnici tehničkih odjeljenja broda te je do danas provedena analiza nad 131 zapovjednika, upravitelja i časnika odjela palube i stroja.

Prema anketnom upitniku jedno od postavljenih pitanja glasilo je: *Do you agree that periods of work and rest onboard a vessel are complied at all times and truthfully filled in?* (Please rate from 1 to 5 whereas 1=strongly agree; 2=agree; 3=neutral; 4=disagree; 5=strongly disagree). U odgovorima je korištena Likertova skala.³⁰

Grafikon 1: Poštivanje sati rada i odmora na brodovima



Izvor: Anketni upitnik, Vujičić i suradnici

Prema grafikonu 1., sati rada i odmora na brodovima se ne poštuju i ne ispunjavaju u potpunosti, što je pokazatelj podjednaki omjer odgovora ispitanika.

4.1.2.3. Vremenski uvjeti

Na smještaj posade utječe varijabla vremena (*Weather Condition* - WC). Posada može biti u različitom psihofizičkom stanju zbog različitih vremenskih uvjeta. Za potrebe disertacije varijabli vremenskih uvjeta dodijeljena su vremenska stanja koja mogu utjecati na promjenu smještaja posade na brodu. U lošim vremenskim uvjetima dok je brod u plovidbi, vjerojatnost smještaja posade na mjestima kao što su niže palube i kabine je veća, nego što bi to bilo za lijepog vremena. Potrebno je istaknuti da će smještaju posade prethoditi i smještaj putnika koji se nalaze u sličnom psihofizičkom stanju. Sasvim je izvjesno da će se putnici iz mjesta zabave premještati u kabine, a time će izravno utjecati na smanjenje broja članova posade na uobičajenim radnim mjestima u

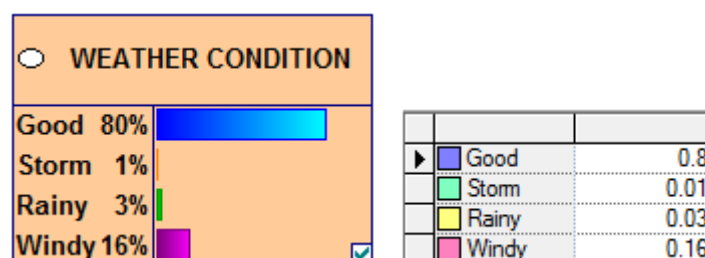
³⁰ Likertova skala prema Wikipediji je vrsta skale stavova koja se sastoji od niza tvrdnji posvećenih različitim aspektima nekog stava. Ona se daje ispitaniku sa zadatkom da za svaku pojedinu tvrdnju izrazi stupanj svog slaganja ili neslaganja, po pravilu, na peto stupanjskoj skali. Pogodna je za obradu faktorskom analizom, što predstavlja prednost ovog tipa skale.

tom dijelu dana. Nemogućnost obavljanja radnih aktivnosti, posebno onog broja posade zaduženoga za spremanje kabina, ili posluživanja u restoranima, uvjetuje premještanje članova posade prema nižim palubama nerijetko i kabinama. Vođe odjela takvu situaciju iskorištavaju za odmor svoje posade.

Uvjeti koji će odrediti apriorne vrijednosti varijable razmatraju se:

- povoljni vremenski uvjeti definiraju vedro i sunčano vrijeme, s višim temperatura što je karakteristično za ljetna razdoblja pa ni na jedan način ne ometaju aktivnosti putnika na brodu, a time i aktivnosti posade,
- nepovoljni vremenski uvjeti definiraju kad stanje mora i jakost vjetra znatno utječe na valjanje i posrtanje broda, često popraćeno kišnim razdobljima. Većina se putnika nalazi u karakterističnim psihofizičkim stanjima kao i veći dio posade. Vjerojatnost premještanja putnika u prostorije nižih paluba i kabina je izvjesna,
- kišni vremenski uvjeti popraćeni su pljuskovima i grmljavinom, bez znatnih promjena na stanje broda. Ovakva razdoblja, ako nije prisutno valovito more, ne ometa znatno posadu u obavljanju radnih aktivnosti,
- vjetrovito vrijeme definira se kad je popraćeno olujnim udarima vjetra. Ovo vrijeme ovisno o položaju broda često ima olujno more, a time i pojavu valjanja broda, te djelomično zatvaranje otvorenih paluba i paluba s bazenima radi sigurnosti putnika.

Brodarske kompanije u svojim planovima putovanja (*world cruise itinerary*) nastoje izbjeći područja plovidbe gdje se u određenim dijelovima godine statistički javljaju lošiji vremenski uvjeti i niske temperature. Veća ponuda brodova na tržištima uvjetuje potražnju brodarskih kompanija za atraktivnijim područjima plovidbe za putnike (*Cape Horn, Chilean fjords, North cape i sl.*). Zapovjednici brodova nastoje izbjeći plovidbene pravce gdje su područja s niskim tlakom. Iako je danas loše vremenske uvjete moguće predvidjeti, utjecaj brodarskih kompanija i menadžmenta na zapovjednikove odluke često izlaže brod nepotrebnim rizicima. Vjerojatnost pojave loših vremenskih uvjeta uobičajeno je na svim plovidbenim rutama, posebno na otvorenim morima i oceanima.



Slika 23. Varijabla WC i apriorna vjerojatnost

Apriorna vjerojatnost naveden varijable dijelom je preuzeta iz studije procijene rizika za putničke brodove *Det Norske Veritas* (DNV) iz 2003 [71]. (slika 23.).

Dio vrijednosti koji se odnose na maglu ne predstavljaju značajan utjecaj na smještaj putnika i posade na brodu. U vrijeme plovidbe najveći postotak putnika nalazi se na otvorenim, najvišim palubama, gdje se provode raznolike zabavne aktivnosti za njih. S pojavom kiše putnici napuštaju takva mjesta te se sklanjaju u unutrašnjost broda. U vrijeme plovidbe otvorenim morem časnici koji upravljaju brodom, promjenom kursa plovidbe nastoje izbjegavati plovidbu ispod kišnih oblaka.

Kao potvrda važnosti otvorenih prostora na brodu smjernica IMO-a MSC/Circ.1533, naglašava da jednu od analiza uspješnosti spašavanja treba provjeravati kad se putnici nalaze na otvorenim palubama.

Smještaj posade broda

Nakon procijene apriorne vjerojatnosti korijenskih vrhova varijable smještaja posade sljedeći je korak dodjela uvjetne vjerojatnosti koristeći se pripadajućim tablicama združene distribucije vjerojatnosti i apriornim očekivanjima "roditelja". Pod model smještaja članova posade na brodu za kružna putovanja ovisi o utjecajnim varijablama prikazanim na slikama 19. i 20. Posada se može nalaziti na pogodnim, zadovoljavajućim, nepogodnim lokacijama i u stanju odsutnosti³¹:

- smještaj posade je pogodan (*suitable*) za posadu koja je na radnim mjestima. Psiho-fizičko stanje posade je dobro, svjesniji su situacije jer se nalaze na radnim mjestima,
- smještaj posade je zadovoljavajuća (*satisfactory*) za dio posade koji se odmara na jednom od mjesta za obitavanje posade u slobodno vrijeme,
- smještaj posade nije pogodan (*unsuitable*) za posadu koja spava u svojim kabinama,
- smještaj posade koja se zbog položaja ili stanja broda (sidrište ili u lukama) može nalaziti van broda prikazati će se stanjem odsutnosti (*absent*).

U nastavku teksta opisat će se način dodjeljivanja uvjetnih vjerojatnosti u tablice združene distribucije vjerojatnosti za sva tri moguća stanja lokacije posade kad je brod u plovidbi za lijepog vremena u određenim dijelovima dana, a koje je definirano uvjetnom vjerojatnošću koristeći se tablicom združene distribucije vjerojatnosti (tablica 9.).

Primjer 1. Brod u stanju plovidbe za vrijeme povoljnih vremenskih uvjeta, radni je dio dana za 89 % posade na brodu, tada se tih 89 % posade nalazi na pogodnom mjestu. Na zadovoljavajućoj lokaciji broda koju karakterizira kretanje posade po različitim mjestima po brodu nalazi se 1 % članova posade, dok za 10 % smještaj nije pogodan zbog odrađenoga noćnog rada i vjerojatnosti smještaja u kabinama. Stanje *absent* ili odsutnost nije primjenjivo i nema vrijednost zbog položaja broda u plovidbi.

Primjer 2. Povoljni vremenski uvjeti, brod u plovidbi, dio dana određen je za odmor 70 % posade na brodu; tad je smještaj posade za 70 % posade zadovoljavajuća. Na pogodnom mjestu nalazi se

³¹ Prema Rezoluciji A.1047(27)[99] brod mora biti u svako vrijeme u stanju ljudske spremnosti da odgovori na izvanredne okolnosti. Svaki brod za kružna putovanja kroz SMS je prilagodio IPM za svoj brod te su dužnosti svakog člana posade u slučajevima izvanrednih okolnosti raspodijeljene na dužnosti člana posade dok je brod u plovidbi i dužnosti člana posade dok je brod na sidrištu ili je vezan.

20 % njih koji rade u vrijeme odmora zbog specifičnih poslova na uslugama putnicima. Ostatak od 10 % članova posade nalazi se na nepogodnom mjestu zbog noćnog radnog vremena posade, te je nalaze u kabinama. Stanje odsutnosti (*absent*) nema vrijednosti zbog položaja broda u plovidbi.

Primjer 3. Kad je brod u plovidbi po lijepom vremenu, a dio je dana kada je najveći postotak članova posade (89 %) u svojim kabinama. U to vrijeme položaj posade nije pogodan za 89 % njih, a od toga za 1 % članova je zadovoljavajuće jer zbog različitih stanja posada uvijek ne spava, pa ostatak od 10 % ima povoljan položaj jer su na poslu, dio odsutnosti nema vrijednosti zbog stanja broda u plovidbi.

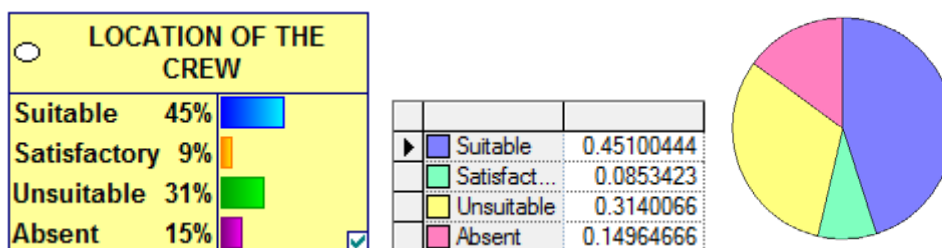
Vrijednosti položaja posade se mijenjaju ovisno o radnom vremenu posade prema stanju ili položaju broda i vremenskim uvjetima. Ako su vremenski uvjeti nepovoljni, a brod je u luci, tad vremenski uvjeti utječu na položaj članova posade, koja koristi vrijeme odmora za izlazak u luke, stoga će dio njih slobodan dan iskoristiti izvan broda, što vrijedi i za dio posade koji ima dnevni odmor. U dijelu dana koji je određen za spavanje, dio će posade iskoristiti za izlazak. Sljedeća tablica prikazuje vrijednosti uvjetnih vjerojatnosti varijable lokacije posade.

Tablica 9. CPT Tablica uvjetne vjerojatnosti smještaja ili položaja posade (LC)

WEATHER CO. ☐												Storm ☐											
LOCATION O. ☐												Storm ☐											
NAVIGATION ☐												NAVIGATION ☐											
PORT ☐												PORT ☐											
ANCHORAGE ☐												ANCHORAGE ☐											
TIME OF DAY	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping
Suitable	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.69	0.1	0.05	0.85	0.25	0.15	0.87	0.25	0.15	0.87	0.25	0.15	0.87	0.25
Satisfactory	0.01	0.7	0.01	0	0.1	0.1	0.01	0.6	0.1	0.01	0.1	0.05	0.01	0.61	0.01	0.01	0.63	0.05	0.01	0.63	0.05	0.01	0.63
Unsuitable	0.1	0.1	0.89	0.05	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	0.3	0.8	0.9	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	0.8	0.1	0.8
Absent	0	0	0	0.06	0.6	0.7	0.05	0.15	0.7	0	0	0	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02	0	0.02	0.02	0	0.02	0

Rainy ☐												Windy ☐											
NAVIGATION ☐												NAVIGATION ☐											
PORT ☐												PORT ☐											
ANCHORAGE ☐												ANCHORAGE ☐											
TIME OF DAY	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping	Working	Resting	Sleeping
Suitable	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2	0.1	0.89	0.2
Satisfactory	0.01	0.7	0.01	0	0.1	0.1	0.01	0.6	0.1	0.01	0.1	0.05	0.01	0.61	0.01	0.01	0.63	0.05	0.01	0.63	0.05	0.01	0.63
Unsuitable	0.1	0.1	0.89	0.05	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.89	0.05	0.1	0.1	0.89	0.05	0.1	0.1	0.1	0.89	0.05	0.1
Absent	0	0	0	0.06	0.6	0.7	0.05	0.15	0.7	0	0	0	0.06	0.6	0.7	0.05	0.15	0.7	0	0	0	0.06	0.6

Krajnje vrijednosti dobivene nakon određivanja uvjetnih vjerojatnosti prikazana je u grafikonu na slici 24.

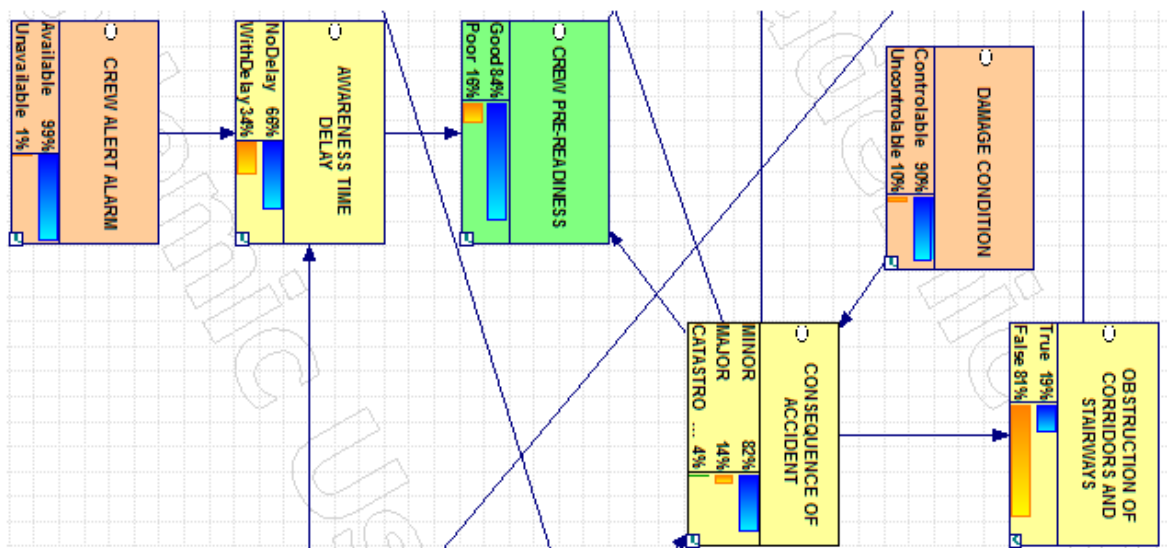


Slika 24. Varijable LC i posteriorne vjerojatnost

Ova varijabla kao i mnoge druge mogu imati dokaz (*evidence*), koju možemo koristiti u modelu kada postoji točno provjerena vrijednost. Točne vrijednosti broja posade uvjetuju točnije vrijednosti uvjetnih vjerojatnosti iz tablice. Podaci o točnim vrijednostima posade koja radi u određenom trenutku ovisi o odjelu kojem pripada. Vjerodostojni podaci se mogu prikupiti na brodovima, te se vrijednosti u tablici mogu prilagoditi ili mijenjati u manjoj mjeri. Točan broj posade koji je izvan broda strogo se kontrolira na brodskim službenim izlazima.

4.1.3. Početna spremnost posade

Na varijablu početne spremnosti posade (*Crew Pre-Readiness*) utječe uočljivost posljedica pomorske nezgode i vrijeme proteklo otkada posada postaje svjesna situacije do trenutka kada krene prema odredištima. Na vrijeme svjesnosti situacije utječe znak uzbunjivanja i položaj posade opisan u odjeljku 4.1.2. Kvantitativni prikaz apriornih i posteriornih vrijednosti pod modela početne spremnosti posade je na slici 25.



Slika 25. Prikaz kvantitativnog pod modela početne spremnosti posade

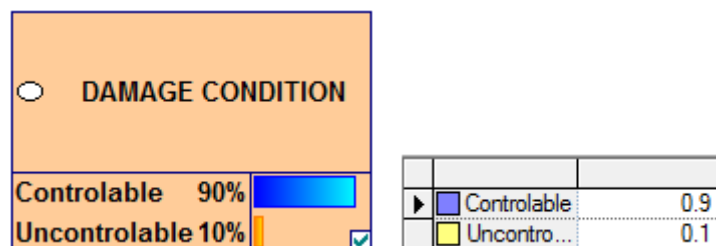
U daljnjem tekstu opisan će se varijable utjecaja, krajnjim čvorovima dodijeliti će se apriorne vjerojatnosti, a čvorovima koji imaju svoje "roditelje" uvjetne će se vjerojatnosti odrediti prema tablicama združene tablice distribucije vjerojatnosti i apriornih očekivanjima "roditelja".

4.1.3.1. Stanje pomorske nezgode

Pomorska nezgoda opisana je u pod poglavlju 3.1., a okarakterizirat će se u dva stanja:

- Kontrolirano stanje označava vrstu pomorske nezgodCAAe koja zbog svoje prirode i brzine razvijanja izravno ne ugrožava stabilnost broda, te veličina posljedica ne predstavlja opasnost za ljudske živote. Takvim pomorskim nezgodama svojstvena je manja veličina posljedica koja se nalazi pod kontrolom konstrukcijske zaštite broda (*fire screen door, watertight door*) i skupina koje upravljaju oštećenjima na brodu (*damage and fire teams*). Sve dok se takva prijetnja ili priroda opasnosti može držati kao kontrolirana, njen utjecaj na posadu je manji. U kontrolirane pomorske nezgode, a u kojima postoji vjerojatnost aktiviranja općeg znaka uzbunjivanja, ubrajaju se teroristička prijetnja, manji (*minor*) požar i manje oštećenje podvodnog dijela broda i broskog trupa. Primjer kontrolirane pomorske je oštećenja podvodnog broskog trupa broda *Star Princess* nasukavanjem, u kojima se nije zahtijevalo hitno napuštanje broda (*Star Princess* (NTSB report MAR97/02 [72])).

- Nekontrolirano stanje pomorske nezgode karakterizira vrstu nezgode koja utječe, ili može utjecati, na stabilnost broda, a veličina posljedica je primjetna i ugrožava ljudske živote. Timovi ili skupine koje upravljaju oštećenjem informirat će zapovjednički most o veličini nezgode i trenutnom stanju broda. U takve pomorske nezgode ubrajaju se nezgode: sudara, nasukavanja, požara, oštećenja trupa i mnoge druge. Uz nekontrolirani oblik pomorske nezgode javljaju se i opasne posljedice koje otežavaju postupak spašavanja (dim, nagib broda, naplavljivanje i sl.).



Slika 26. Varijabla DC i apriorna vjerojatnost

A priorna vjerojatnost ove varijable (*Damage Condition* - DC) procijenjena je na temelju statističkih podataka iz godišnjih izvješća Pariškog Memoranduma. Najveće primjedbe u dijelu (*Fire Safety*) odnose se na protupožarna vrata koja odjeljuju brod u slučaju požara. Od 2015. do 2017. god. zabilježeno je 76 takvih primjedbi. U dijelu zaštite od naplavljivanja primjetan je ukupan broj od 21 primjedbe na zatvaranje vodonepropusnih vrata. Vrsta i veličina pomorske nezgode uvjetuju i razvoj nezgode. Na brodovima postoje mjere zaštite od širenja nezgode. Temeljem dostupnih podataka i analize pomorske nezgode *Coste Concordije* dokazano je da takve zaštitne mjere nisu najbolje moguće, stoga će za navedenu varijablu vjerojatnost biti procijenjena (Slika 26).

4.1.3.2. Posljedice pomorske nezgode

Na veličinu i razvoj posljedica pomorske nezgode (*Consequence of Accident* - CA) u vremenu utječu veličina oštećenja uzrokovana trenutnim stanjem pomorske nezgode, opisanim u pod poglavlju 3.1, gdje je i prikazan uzročno posljedični razvoj događaja (slici 5). Stanje pomorske nezgode (nasukavanje, sudar, udar, eksplozija, teroristički napad, gubitak pogona) može izazvati razvoj posljedica koje mogu pogoršati nepovoljni vremenski uvjeti (odjeljak 4.1.2.3.) Posljedice u određenim mjestima na brodu mogu biti vidljive za članove posade i putnike. Veličina i razvoj posljedica uzrokovane su brzinom širenja nezgode i vrstom pomorske nezgode. Razvoj nezgode može ići u smjeru naplavljivanja, nagiba broda i gubljenja stabilnosti, širenja vatre, dima i dr.

Na razvoj posljedica pomorske nezgode utječe i spremnost posade koja izravno (izravnim djelovanjem) i neizravno (preko sustava za upravljanjem oštećenjem na zapovjedničkom mostu) upravlja oštećenjem, te se u disertaciji neće dodatno analizirati.

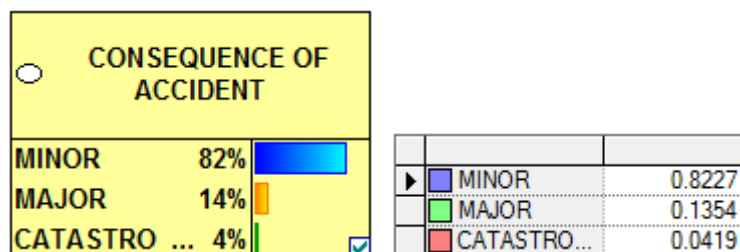
Veličina posljedica pomorske nezgode koja utječe na spremnost posade može biti manjih, većih i katastrofalnih razmjera:

- manja (*minor*) oštećenja odnose se na posljedice koje nisu zamjetne za posadu broda kao teroristička prijetnja brodu, naplavljivanje broda u prostorima dvodna uslijed nasukavanja, vatra u dijelovima broda u prostorima koji nisu dostupni članovima posade, oštećenja na konstrukciji broda, (akcija spašavanja po potrebi),
- veća (*major*) oštećenja zapažena su od članova posade, a odnose se na pojavu dima, neuobičajeni nagib broda uzrokovan promjenom stanja stabilnosti broda, trenutni prekid napajanja, promjene na ponašanju članova posade koji upravljaju brodom i brodskim postrojenjem, (akcija spašavanja poželjna),
- oštećenja ili posljedice velikih razmjera (*catastrophic*) izravno utječu na brodsku posadu kao vidljive lokacije udara, eksplozije, vatre, osjetne vibracije i čujnost udara s posljedicama naplavljivanja broda, povećanje nagiba broda, (akcija spašavanja nužna i hitna).

Tablica 10. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti posljedice nezgode (CA)

DAMAGE CONDI...	Controlable				Uncontrolable			
	Good	Storm	Rainy	Windy	Good	Storm	Rainy	Windy
► MINOR	0.9	0.6	0.9	0.8	0.3	0.1	0.3	0.3
MAJOR	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3
CATASTROPHIC	0	0.2	0	0	0.4	0.5	0.4	0.4

Za primjer, ako je teroristička prijetnja i vremenski uvjeti dobri, posljedice nisu primjetne (0,9), ili su primjetne u manjoj mjeri (0,1). (tablica 10) Ako je oštećenje nekontrolirano u nepovoljnim vremenskim uvjetima, tad je velika vjerojatnost pojave većih posljedica pomorske nezgode (0,5). Širenje posljedica može se umanjiti aktivno (skupina koja upravlja oštećenjem) i pasivno (vodonepropusna vrata, vertikalne zone i dr.).



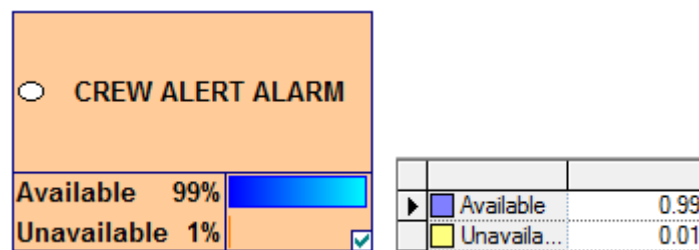
Slika 27. Varijabla CA i posteriorna vjerojatnost

4.1.3.3. Znak za uzbunjivanje brodske posade

Uzbunjivanje ili upozoravajuće sredstvo (*Crew Alert Alarm - CAA*), način komuniciranja i sadržaj poruke uz ton glasa utječu na ponašanje pojedinca (Di Nenno i suradnici 2002.[70]). U studiji vježbe spašavanja u podzemnim željeznicama, autori Proulx i suradnici 1991.[50] su prikazali da korištenje uputa razglasom, kao i alarmom uzbunjivanja ubrzava reakciju pojedinca, a time i sam proces spašavanja. Pregled literature, prema Di Nenno P. J. 2002.[70] pokazuje da verbalne upute imaju više učinka u brzini uzbunjivanja od zvučne vrste uzbunjivanja zbog skeptičnosti prema vjerodostojnosti uzbunjivanja. Da bi se izbjegla skeptičnost (*is the alarm merely a system test or drill?*), potrebno je i verbalno uputiti poziv članovima posade.

Sustav javnog razglasa prema (LSA Code, Ch V., 7.2.2.1. [80]) mora se sastojati od zvučnika koji moraju omogućiti emitiranje poruka sa zapovjedničkog mosta u mjesta gdje su smješteni članovi posade ili putnici. Sustavom se omogućuje prijenos poruka hitnosti koji može biti preteča znaku općeg sustava uzbune (LSA Code, Ch V., 7.2.1.1.). Sustav mora biti zaštićen od neovlaštene upotrebe. Polazeći od činjenice da je takva vrsta uzbunjivanja sastavni dio radnja u izvanrednih okolnosti prema SMS-u, te da postoji adekvatno vrijeme za primjenu, određene su apriorne vjerojatnosti ove varijable:

- dostupan (*available*),
- nedostupan (*unavailable*).



Slika 28. Varijabla CAA i apriorna vjerojatnosti

Za potrebe doktorske disertacije stanja apriorne vjerojatnosti ove varijable ocijenjena je kao većim djelom dostupna i primjenjiva (slika 28.). Na temelju izvješća sa službenih stranica pariškog memoranduma dana je primjedba u dijelu alarma na putničkim brodovima (*General & Fire alarm*). Nadalje, iz analize pomorske nezgode *Coste Concordije* primjetno je da znak za opće uzbunjivanje nije aktiviran od strane posade broda.

Svrha zvučnog alarma je upozorenje. Ako posada nije upoznata sa značenjem alarma ili je takav alarm često aktivan bez razloga, tad će posada biti skeptična u reagiranju. Tri ili više lažnih alarma u šest mjeseci može se tretirati kao velik broj alarma (Di Nenno i suradnici, 2002.[70]) te može usporiti reakciju posade i putnika.

4.1.3.4. Vrijeme reagiranja na znak uzbunjivanja

Vrijeme do spremnosti (*Awareness Time Delay - ATD*) označava trenutak kad će posada postati svjesna opasnosti i ne može se sa sigurnošću odrediti. U vrijeme vježba napuštanja broda takvo se vrijeme zanemaruje, jer posada unaprijed zna točno vrijeme vježbe, pa stoga procjena vremena spašavanja nije pouzdana.

U vrijeme dok je brod u plovidbi, posada se nalazi u različitim vremenima na različitim mjestima po brodu. Stoga, ovisno o svojim dužnostima, kao i dijelu dana, ona se nalazi u različitim psiho-fizičkim stanjima. Vrijeme potrebno da osoba reagira na uzbunjivanje mjerilo se iz vježba napuštanja zgrada i metodom intervjuiranja osoba koje su sudjelovale u vježbama (Di Nenno i suradnici, 2002.[70]). Rezultati su pokazivali različite vrijednosti, a ovisili su o čujnosti alarma u prostorijama gdje se boravi. Ispitanici su odgovarali i na pitanja što su činili u trenucima dok nisu krenuli prema izlazima. Odgovori su bili da su se odijevali, uzimali osnovne stvari, izlazili na terase, zvali nadređene i sl. Zanimljivo je znati da je u više provedenih vježba određen broj osoba odbilo otvoriti vrata i krenuti prema odredištima, osobito tijekom noći. Istraživanjima prema Di Nenno i

suradnici, 2002 [70] dokazano je da osobe sporije reagiraju samo na uzbunjivanje alarmom bez verbalnih uputa (vrijeme čekanja do 5 min). Ako se takvo uzbunjivanje dogodi u noći, tad se vrijeme od 10 min pokazalo potrebnim da osobe reagiraju na novonastalu situaciju. Ove vrijednosti vremena se prema IMO-u koriste u analizama spašavanja (MSC. Circ.1533.).

Vrijeme reagiranja općenito ovisi o karakteristikama osoba i njihovoj spremnosti. Autori spominju različite brzine reagiranja ovisno o položaju gdje se one nalaze misleći na stambene zgrade i poslovne zgrade, te mjesta gdje postoje vizualni kontakti prema drugima (kino-dvorane). Slijedom toga vrijeme reagiranja bit će manje za osobe koje rade skupa danju ili su smještene u zajedničkim prostorima dok one u kabinama ovise prvenstveno o sebi samima i donošenje je odluke nešto dulje. Za osobe koje rade skupa vrijeme reagiranja bit će kraće jer su u blizini drugih osoba, prikladno odjenuti, budni i trenutačno upozoreni.

Vrijeme na svjesnost situacije može se definirati prema MSC. Circ. 1238, 1533 [83,84], gdje je ova varijabla vrijeme koje je potrebno da ljudi reagiraju na situaciju. Takvo vrijeme počinje u trenutku oglašavanja alarma ili znaka za uzbunjivanje i završava kada ljudi postanu svjesni i prihvate novonastalu situaciju te se počinju kretati prema odredištima. Uz znak za uzbunjivanje na takvo vrijeme utječe i smještaj ljudi. Prema navedenoj smjernici IMO-a vrijeme do spremnosti određeno je prema scenarijima noću od 10 min i po danu od 5 minuta vremena.

Tablica uvjetne vjerojatnosti određena je na temelju stanja varijabla utjecaja, a stanja varijable vremena do spremnosti određena je na sljedeći način:

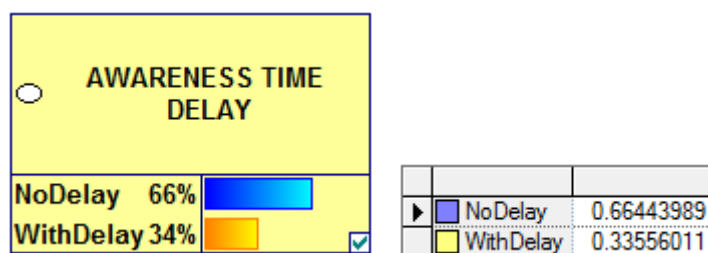
- Ako je znak uzbunjivanja oglašen, a posada je na radnim mjestima vrijeme do stanja svjesnosti je kraće (*no delay*).
- Ako je znak uzbunjivanja oglašen, a posada spava, tad je vrijeme do svjesnosti dulje (*with delay*).

Tablica uvjetne vjerojatnosti (tablica 11.) postavljena je prema očekivanjima svih njezinih "roditelja". U tablici, stupac *absent* nije primjenjivo jer se dio brodske posade u lukama ili sidrištima nalazi izvan broda, te na njih spremnost nije primjenjiva .

Navedene uvjetne vjerojatnosti za stanje broda u plovidbi, na sidrištu i lukama su jednake. Dio članova posade koji se nalazi na brodu u vrijeme boravka broda u lukama ili sidrištima, raspodijelio je dužnosti prema rasporedu za uzbunu. Vjerojatnosti su jednake vrijednosti za postotak posade koji se nalazi na brodu.

Tablica 11. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti vremena do spremnosti (ATD)

CREW ALERT...	Available				Unavailable			
LOCATION OF...	Suitable	Satisfactory	Unsuitable	Absent	Suitable	Satisfactory	Unsuitable	Absent
► NoDelay	0.9	0.55	0.2	1	0.8	0.45	0.1	1
WithDelay	0.1	0.45	0.8	0	0.2	0.55	0.9	0



Slika 29. Varijabla ATD i posteriorna vjerojatnost

Početna spremnost posade

Varijabli početne spremnosti članova posade (*Crew Pre-Readiness - CPR*) dodijeliti će se stanja, kako slijedi:

- Dobra razina početne spremnosti članova posade definira najveći stupanj spremnosti, budući su članovi posade reagirali na najbrži mogući način, svjesni situacije i značenja znaka uzbunjivanja. Posada se pritom nalazi na pogodnim mjestima na koje ne utječu posljedice pomorske nezgode.
- Niska razina je najniži stupanj spremnosti članova posade jer se ona nalazi na nepovoljnim lokacijama, gdje je duljina vremena spremnosti dulja, a posljedice su katastrofalne. Otežavajuće psiho-fizičke okolnosti koje mogu nastupiti uzrokuju nisku razinu spremnosti.

Uvjetna vjerojatnost (tablica 12.) ove varijable dobiva se tako da se početna spremnost članova posade ocijeni uspješnom (0,9) ako je vrijeme do spremnosti kraće, a posljedice nezgode male ili neznatne.

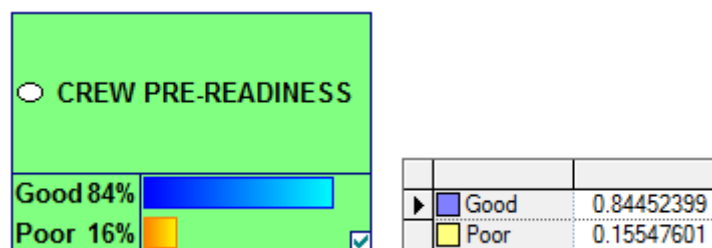
Kada je posada u kabinama gdje je vrijeme do spremnosti dvostruko dulje, a vidljive su katastrofalne posljedice, uvjetna vjerojatnost spremnosti posade procijenjena je (0,6). Ipak postoji vjerojatnost da će vidljive posljedice utjecati na ponašanje dijela članova posade koji su u blizinama nezgode tako da će žurno reagirati.

Tablica 12. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti početne spremnosti posade (CPR)

AWARENESS TIME DELAY	NoDelay			WithDelay		
	MINOR	MAJOR	CATASTRO...	MINOR	MAJOR	CATASTRO...
▶ Good	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6
Poor	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4

Krajnje vrijednosti dobivene nakon određivanja uvjetnih vjerojatnosti prikazane su u grafikonu (slika 30.) Na brodovima za kružna putovanja brodska odjeljenja su odvojena vratima koji služe za zaštitu od požara (*Fire screen doors*). Ujedno na određenim brodovima postoje i sustavi koji služe za opdstranjivanje dima iz određenih prostora (*smoke extraction, overpressure system*). Na taj način se omogućuje kretanje članova posade i punika kroz navedene hodnike i prolaze u nuždi. Iz

navedenog razloga, te obučenosti posade vjerojatnost početne spremnosti posade u najnepovoljnijem slučaju je procijenjena na 60 %.



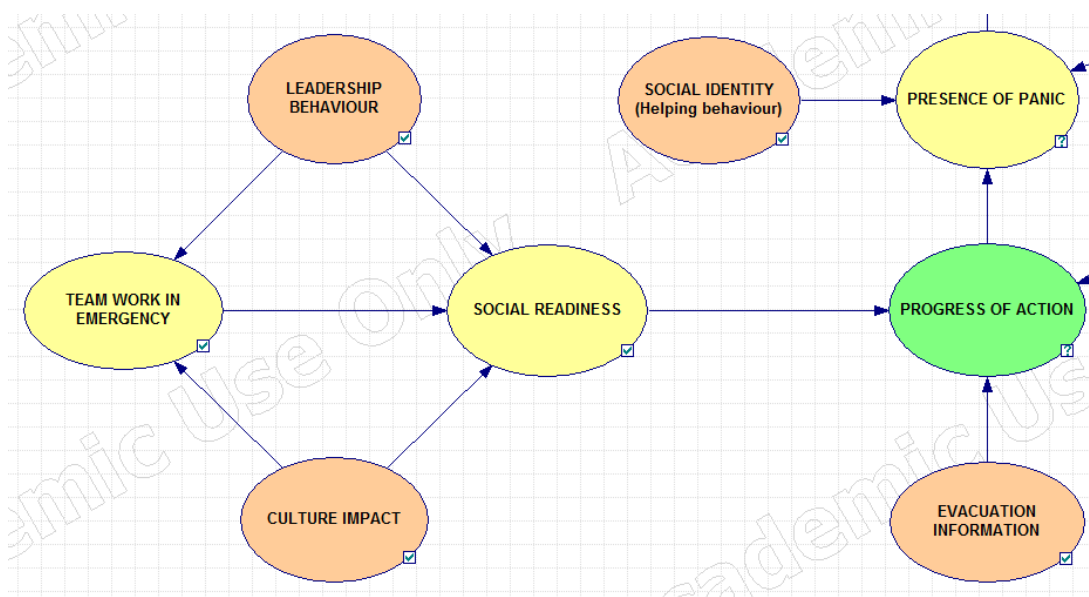
Slika 30. Varijabla CPR i posteriorna vjerojatnost

Na brzinu spremnosti članova posade može utjecati i njihova udaljenost od pomorske nezgode. Na taj način, za onaj dio posade koji se nalazi u neposrednoj blizini vidljive opasnosti, brzina će reakcije ovisiti o više drugih čimbenika, poput stresa, panike, ukočenosti i nedefiniranog oblika ponašanja. Vrijeme svjesnosti u stvarnim situacijama puno je kraće nego u vrijeme vježba, jer će znakovi posljedica upozoriti i neizravno potaknuti osobe da odgovore na novonastalu situaciju (Di Nenno i suradnici 2002. [70]).

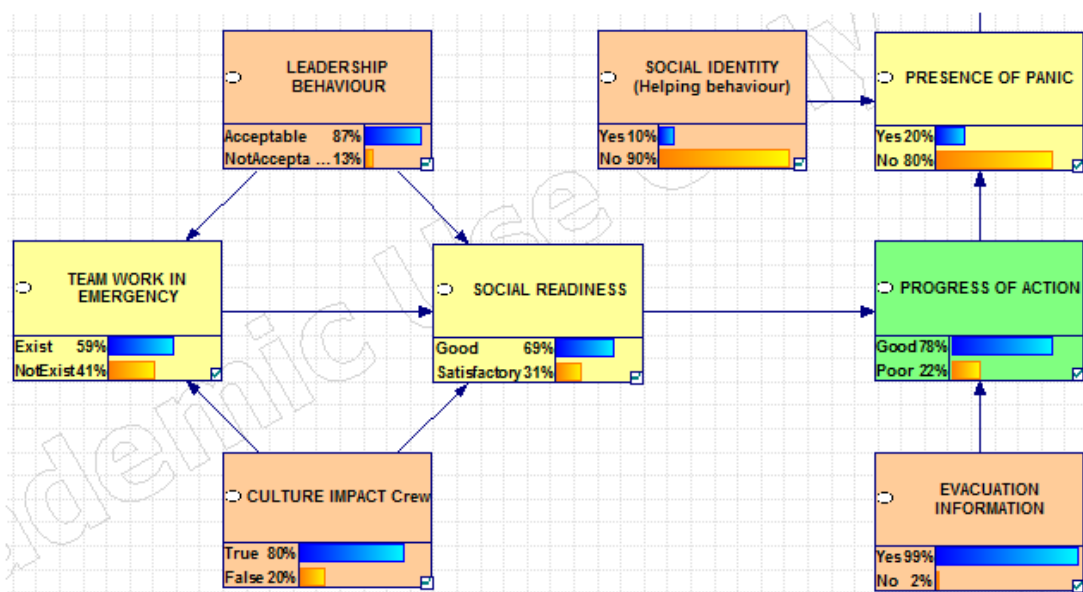
4.1.4. Tijek radnji i procesa

Na varijablu tijeka radnja i postupaka utječu varijable uspješnost vježba na brodu što je opisano u odjeljku 4.1.1., dostupnost informacija o tijeku spašavanja i varijabla društvenog zajedništva.

Varijabla kulture, vodstva i timskog rada ili rad u skupinama utječu na društvene procese. Na razvoj timskog rada u izvanrednim okolnostima utječu varijable vodstva i kulture koje su i korijenski vrhovi. Kvalitativni i kvantitativni prikaz pod modela s pripadajućim varijablama utjecaja je na slikama 31. i 32.



Slika 31. Prikaz kvalitativnog pod modela društvenog zajedništva



Slika 32. Prikaz kvantitativnog pod modela društvenog zajedništva

U nastavku će se prikazati svaka varijabla posebno, kao u prethodnim odjeljcima, dodijeliti će se apriorne vjerojatnosti za krajnje varijable, te uvjetne vjerojatnosti koristeći tablice združene distribucije vjerojatnosti i apriornih očekivanja roditelja.

4.1.4.1. Sposobnost upravljanja

Upravljanje brodskim skupinama u izvanrednim okolnostima zahtjevna su zadaća za vođu svih odjela, a posebno zapovjednika broda. Nemoguće je biti spreman za sve krizne situacije (Clarke, 1999. [4]).

Brodarske kompanije sve više prebacuju upravljanje izvanrednim okolnostima s brodova na „krizne timove“ koji tehničkim i pravnim savjetima utječu na upravljački tim na brodu. Zapovjedniku se ostavlja uloga *Ship manager* kojemu je osnovni zadatak upravljati brodskom posadom (Bielić, 2003. [102]). Iako su prisutni navedeni utjecaji, za potrebe disertacije neće se uzimati u obzir, već zapovjednikova tradicionalna zaduženja (donošenje odluke), zajamčena diskrecijskim pravom iz SOLAS-a, Glava V.

Boin i suradnici 2013. [19]. su definirali osnovne čimbenike djelovanja vodstva u kriznim situacijama, a to su donošenje odluke, zajedništvo, komunikacija i održavanje vježba.

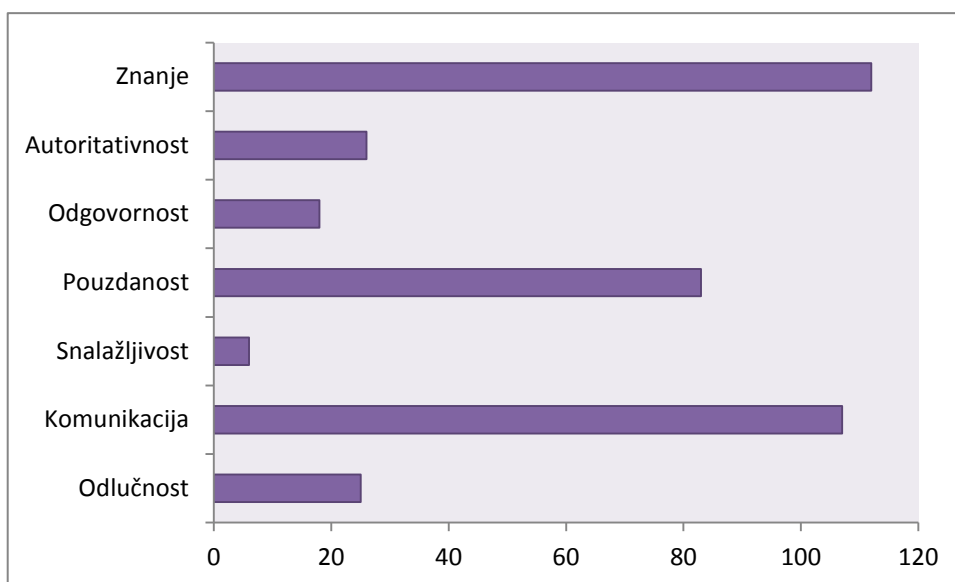
Broj definicija vodstva je onoliko koliko je i ljudi koji su ga pokušali definirati (Northouse, 2010 [11]). Jedna od osnovnih definicija vodstva glasi: „Vodstvo je proces u kojem pojedinac utječe na grupu u svrhu postizanja zajedničkog cilja“. Drugim riječima, vodstvo je transakcijski događaj između vođe i sljedbenika, gdje ih vođa usmjerava prema zajedničkom ostvarenju cilja. U terminologiji vodstva često se spominje i pojam upravljanja. Prema Kotter, 1990. [43] upravljanje je red i dosljednost, dok vodstvo izaziva promjenu i preokret. Bennis i suradnici 1985. [109] pojam upravljanja pojašnjava kao vladanje rutinom i izvršavanjem aktivnosti, dok je vođenje utjecaj na druge i stvaranje vizije. Zajedničko za terminologije vodstva i upravljanja je utjecaj i rad s ljudima

za uspješno ostvarenje cilja. Početci proučavanja vodstva sežu u davna vremena, dok se pojam upravljanja pojavljuje na prijelazu u 20. st. (Northouse, 2010. [11]). Osnovne funkcije upravljanja ljudima na brodovima je planiranje, organiziranje, bavljenje zaposlenicima, njihovo razvijanje i nadzor. Stoga će se za potrebe disertacije koristiti pojam upravljanje. Pravilan način upravljanja tijekom redovitih radnih aktivnosti, jedan je od osnovnih čimbenika uspješnosti djelovanja u različitim izvanrednim okolnostima.

Varijabla sposobnosti upravljanja (*Leadership Behaviour* - LB) odnosi se na dio upravljanja u kriznim ili izvanrednim situacijama, koje primjenjuje zapovjednik, kao i osobe koje upravljaju različitim brodskim odjelima. U kriznim situacijama zajedništvo svih članova je temelj uspjeha, što se prvenstveno stječe pravilnim upravljanjem. Uspješno upravljanje utječe na društvene procese i razvoj timskog rada na brodu. Teorija upravljanja u izvanrednim situacijama promatrat će se s gledišta načina upravljanja svojim osobljem. Od velike je važnosti u vrijeme spašavanja ljudi na brodu pravilno upravljati skupinama i društvenim zajednicama, koristeći se svim ključnim elementima upravljanja. Nepoznavanje i način primjene različitih stilova vodstva u kontekstu osobe koja upravlja može pridonijeti nepovoljnom ishodu. Osnove teorija vodstva odslušali su svi zapovjednici i časnici nakon izmjene STCW konvencije iz 2010. godine, dok to nije obvezno za slučaj drugih vođa odjeljenja.

Iz analize upitnika opisanog u odjeljku disertacije 4.1.2.2. jedno od pitanja je glasilo: *In your opinion, which are 3 most important leadership qualities in crisis situations? (abandon vessel, evacuation, fire, oil spill, etc.)* te je ispitanicima pružena mogućnost tri odgovora na postavljeno pitanje. Rezultati vidljivi iz grafikona 2. prikazuju da su znanje, komunikacijske vještine i pouzdanost najvažnija tri elementa uspješnoga vođenja u kriznim situacijama. Stavke odlučnosti i hijerarhijskog stila vođenja bili su odabir više od 20 % ispitanika.

Grafikon 2: Karakteristične osobine upravljanja u kriznim situacijama

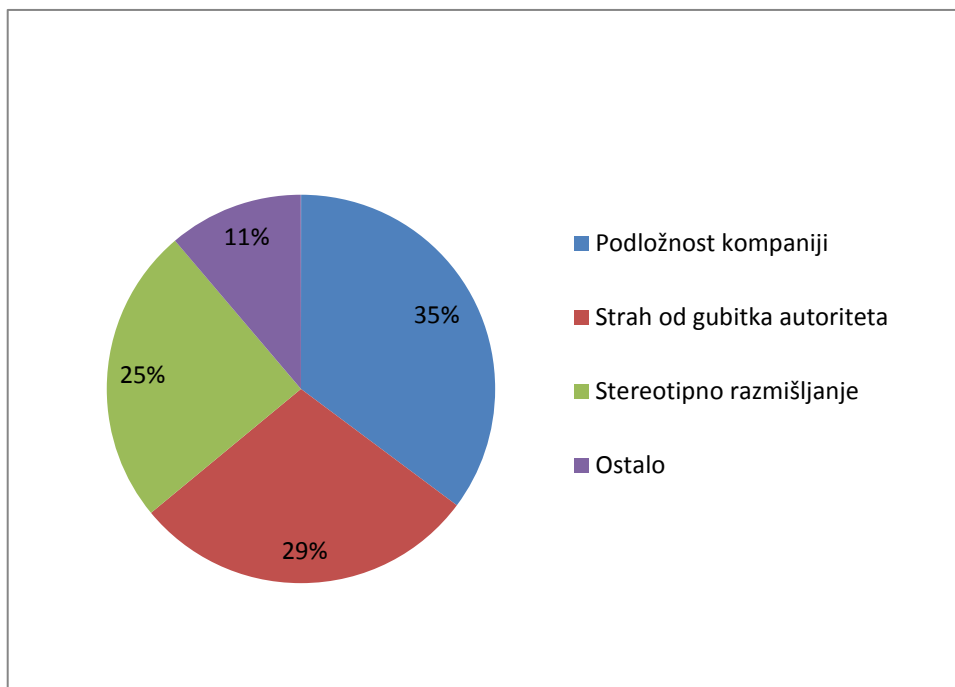


Izvor: anketni upitnik, Vujičić i suradnici

Ovakva opažanja od svojih nadređenih brodsko posada steže tijekom cijelog vremena trajanja ugovora.

Nadalje, uočena su tri područja koja uvjetuju dominaciju osobe koja upravlja timom ili skupinom.

Grafikon 3. Glavni uzroci hijerarhijskog oblika upravljanja vodstva



Izvor: anketni upitnik, Vujičić i suradnici

Prema Bielić, 2003.[102] iz analize uzroka i posljedica pomorskih nezgoda uočena su tri područja što utječu na sigurnost i način upravljanja, a to su: negativan utjecaj brodarske kompanije, negativni utjecaj vodstva, negativan utjecaj superiornosti.

Analizom anketiranih ispitanika potvrđeni su navedeni uzroci u pitanju: *In your opinion what is the main reason for creation of hierarchy/autocratic leadership?* (grafikon 3.)

- negativni utjecaj brodarske kompanije (*company pressure*),
- strah od gubitka autoriteta (*fear of losing authority*),
- stereotipno razmišljanje (*stereotype thinking*).

Analizom pomorske nezgode broda za kružna putovanja opisane u poglavlje 3.4. *Costa Concordie* utvrđena je pasivnost posade zbog stila vođenja zapovjednika broda. Na pomorskoj nesreći *Sewoll* putnici i članovi posade iste kulture čekali su na odluke zapovjednika broda iako su nekoliko metara bili udaljeni od stubišta koje vodi prema izlazima.

Kada vođe planiraju, organiziraju, brinu se o osoblju tada su uključeni u funkciju upravljanja. Stoga, za potrebe napuštanja broda svaki vođa ili zapovjednik treba imati potrebne funkcije uspješnog upravljača, s elementima vodstva. Prema Kotter, 1990. [43] funkcije upravljanja su:

- planiranje (određivanje plana, određivanje rokova, raspodjela resursa),

- organiziranje (strukturiranje, raspodjela zadatka, određivanje pravila i postupaka),
- nadzor i rješavanje problema (razvoj poticaja, stvaranje kreativnih rješenja, korektivni postupci).

Elementi vodstva su:

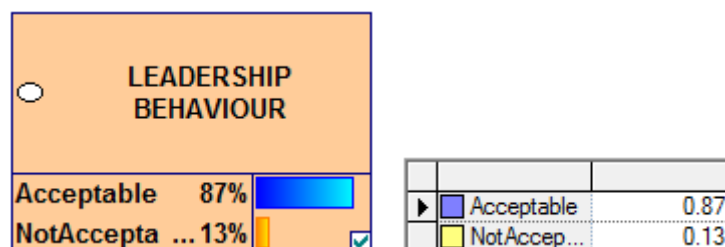
- određivanje smjera (vizija, strategija),
- usmjeravanje ljudi (ciljevi i timski rad),
- motiviranje (uspješno delegiranje, poticanje i podupiranje).

Elemente vodstva, dakle sposobnosti osobe koja upravlja skupinama ljudi različitih kultura važan je čimbenik što djeluje na timsko upravljanje i društvene procese. Način određivanja sposobnosti određuje se metodom mjerenja i ocjenjivanja, koja je u skladu s idejom da „*ne možeš upravljati onim što ne možeš mjeriti*“ (Cardona, 2009. [3]). Nakon što se utvrdi kazalo elemenata sposobnosti upravljanja, slijedi njegovo mjerenje i ocjenjivanje:

- unutarnja kontrola ili jednostavno, samo ocjenjivanje,
- vanjska kontrola od nadređenih,
- kontrola od podređenih.

Budući se radi o visoko pozicioniranoj osobi u sustavu (zapovjednik broda), samokritičnost u unutarnjoj kontroli bitna je sastavnica građenja vlastite sposobnosti. Pri određivanju vlastite sposobnosti potrebno je da svaka osoba koja upravlja poznaje i primjenjuje ključne osobine upravljanja, temeljne vještine upravljanja, primjenu određenog stila upravljanja, situacijski model upravljanja, transformacijsko i timsko upravljanje te način upravljanja osobljem različitih kultura. Uz to je potrebno poznavati vještine komuniciranja, te imati tehničko i stručno znanje.

Za potrebe disertacije, apriorne vjerojatnosti varijable ponašanja vođe procijenjene su na temelju baze podataka iz MAIB-a³² [111] od 2010. do 2016. godine. Prema statističkim podacima dogodilo se 146 pomorskih nezgoda od kojih je njih 19 bio uzrok neodgovarajuće vođenje, timski rad i loši međuljudski odnosi. Stoga će se varijabli pridodati vrijednost od 13% za neprihvatljivo ponašanje vođe, dok će ostatak od 87% biti prihvatljivo (slika 33).



Slika 33. Varijabla LB i apriorna vjerojatnost

U nastavku će se dati prikaz temeljnih elemenata upravljanja.

³² Marine Accident Investigation Branch

Pristup temeljenu na osobinama karakterizira: inteligenciju, samopouzdanje, odlučnost, poštenje i društvenost.

Pristup temeljen na vještinama odnosi se na tehničke i međuljudske te vještine apstraktnog mišljenja. Niže razine upravljanja odnose se na tehničke i međuljudske vještine, srednja razina na sve tri vještine, dok se viša razina odnosi na međuljudske i vještine apstraktnog mišljenja.

Pristup temeljen na stilu označava stil vodstva koji je usmjeren prema zadacima i odnosima, te je prikazan mrežom s dvije osi, a oslikava pet temeljnih stilova vodstva.

Situacijskim pristupom vođa određuje razvojnu razinu sljedbenika i to je temeljni pristup vođenja za organizacijske skupine. Osnovni su elementi usmjeravanje (ponašanje usmjereno na zadatak) i podržavanje (ponašanje usmjereno na odnose) s obzirom na motivaciju i vještine sljedbenika koji se mijenjaju u vremenu. Takav oblik vođenja omogućuje da sljedbenici nauče nove vještine i postanu samopouzdana u obavljanju posla. Iako je široka primjena ovakva stila vođenja, on ima i više kritika, prema kojima još nije u potpunosti istražen. (Northouse 2010. [11]).

Teorija puta do cilja proizlazi od očekivanja prema kojem će sljedbenici biti motivirani ako misle da će uspjeti ispuniti zadatak, tj. ako vjeruju u pozitivan ishod. Povećanje motivacije sljedbenika može se poistovjetiti s prikladnim stilom vođenja, kao što je usmjeravajući, podržavajući i surađujući.

Transformacijski stil vođenja uključuje emociju, vrijednosti, etiku, norme i dugoročne ciljeve kao i procjenu motiva sljedbenika te zadovoljenje njihovih potreba. Učiniti više za posadu, značajnije promjene, a ne samo obećanja mogu se okarakterizirati transformacijskim stilom vođenja (primjer Mahatma Gandhi, Ryan White, Terry Fox). Osnovni čimbenik transformacijskog vodstva je karizma ili idealiziran utjecaj. Vođe su sljedbenicima uzori, pa ih oni oponašaju, imaju duboko poštovanje prema njima te mnogo povjerenja (primjer. Nelson Mandela).

Timsko vodstvo u organizacijskim skupinama postalo je jedno od najpopularnijih područja istraživanja i jako se brzo razvija. Uspješnost napuštanja broda ovisi o timskom radu, te o vođi koji podupire i primjenjuje ovakav stil vođenja. U vježbama napuštanja broda, kao i pojedinačnim vježbama skupine u kojima delegirane osobe od zapovjednika broda preuzimaju funkciju vodstva, moraju primijeniti prikladan način upravljanja skupinama u ovom stilu vođenja. Vrijeme i način intervencije usmjerene na zadatak ili odnose među pripadnicima skupina, te na unutarnju ili vanjsku razinu glavni su zadaci vođe. (Northouse, 2010 [11]).

Motiviranost vođe da se suoči s velikim problemima, tj. njegova volja za dobivanje novoga radnog iskustva može se prema Mumford i suradnici [48] steći izazovnim radnim zadacima, mentorstvom, prikladnim vježbama, izravnim iskustvom u rješavanju novih i neobičnih problema. Na uradak vođe mogu utjecati čimbenici koji su izvan sposobnosti, obilježja i iskustva vođe. Zastario i neodržavan brod koji nema suvremenu tehnologiju može imati ključni utjecaj na prirodu aktivnosti u rješavanju problema. Uz tehnologiju važan čimbenik ima i razina vještina podređenih ili sljedbenika.

Mnogi znanstvenici prema (Northouse, 2010. [11]) tvrde da je spol slabo ili nimalo povezan sa stilom i uspješnošću vodstva pa su utvrdili da su žene u vodstvu demokratičnije od muškaraca, a

kada su pokušale provoditi autoritativni stil vođenja, manje su vrednovane od muškaraca. Žene su zastupljene na brodovima i na najvišim položajima, kao zapovjednici na brodovima za kružna

putovanja. Ipak postoji nevidljiva prepreka koja sprječava žene u bavljenju takvim poslom, iako su pokazale zavidne rezultate. Predrasude i diskriminacija žena u ulozi vođe još je prepreka i uz manju zastupljenost na brodovima, i često se naziva prepreka staklenog stropa.

Poznavanje i primjena stilova upravljanja posebno za rad s osobljem u multikulturalnim sredinama temelj su suradnje, boljih rezultata i unaprjeđenje međuljudskih odnosa, timskog rada, ali i povjerenja u pravovremene odluke u izvanrednim situacijama. Posadi je potreban osjećaj povjerenja u osobu koja upravlja sustavom.

Kultura i njezina obilježja bitan su čimbenik koji utječu na vodstvo. Upravo je to razlog poticanja vođa da budu multikulturalno osviješteni. Etički stil u pogledu poštovanja sljedbenika, pravičnost i iskrenost imaju ključnu, jednako važnu ulogu u uspješnom načinu vođenja. Prema (Bielić, 2003.[102]) model socijalnog ujedinjavanja, prema horizontalnom i posebno vertikalnom, u izvanrednim je okolnostima najuspješniji oblik upravljanja, gdje se ispituje učinkovitost komuniciranja. Zapovjednikovo sinergično upravljanje omogućeno je njegovom potpuno otvorenom komunikacijom i prihvaćanjem od članova tima kao osobe u čije se sposobnosti i prosuđivanje ima potpuno povjerenje (Bielić, 2003, str.76 [102]). Velik broj čimbenika utječe na sposobnost vođe da odgovori na zadaće i posljedice koje donose izvanredne situacije ili pomorske nezgode. Vođa mora imati kompetencije koje se očituju u sposobnosti primjene upravljačke funkcije, samopouzdanja, inteligencije i odlučnosti, savjesnosti; on može posjedovati tehničke vještine, vještine za upravljanje međuljudskim odnosima, vještine rješavanja problema i socijalne prosudbe, znanje, radno iskustvo i motivaciju.

Ako je vođa prikazao zavidne kvalitete tijekom trajanja ugovora u pogledu navedenih karakteristika i sposobnosti, te podupirao razvoj timskog rada, posebno u obliku socijalnog ujedinjavanja tada u kriznim situacijama takav vođa može unijeti povjerenje među članove posade, a takva posada u kojoj vođa postaje karizmatičan i uzoran, najbolje će odgovoriti na izvanredne situacije. Ovakvo povjerenje članova posade u njegove odluke vođa treba steći tijekom cijelog trajanja ugovora. Vođa se za trajanja ugovora treba koristiti ne samo timskim nego i situacijskim načinom upravljanja (*Situational Leadership*). Na taj način njegove informacije i odluke smatraju se pravilnima i slijede se njegove upute. Ako je vođa provodio hijerarhijski oblik upravljanja pa je posada nevoljno ispunjavala njegove upute, timski rad neće biti primjenjiv, a informacije će se uzimati s rezervom.

Donošenje odluke zapovjednika koji se služi hijerarhijskim oblikom upravljanja smatrat će se subjektivnom odlukom, bez koordinacije zbog komunikacijske barijere između njega i tima. Ovakav oblik upravljanja za neke kulture može biti i pravilan ako se radi o istočnjacima, gdje je moć nadređenih veća (*power distance index*) nego u zapadnjačkim kulturama (Hofstede-Insights [114]). Kulture koje imaju veliku udaljenost od moći očekuju od svojih nadređenih jasne upute i smjernice u kriznim situacijama. Pojam udaljenosti od moći pojasniti će se u sljedećem odlomku.

4.1.4.2. Utjecaj kulture

Varijabla kultura (*Culture Impact* - CI) dobiva na značenju pojavom globalizacije, dakle sve većom povezanošću i ovisnošću među narodima. Globalizacijom je potaknuta potreba razumijevanja kako kulturološke različitosti djeluju na uspješnost timskog rada i društvene procese na brodu, koji su

postali osnovni elementi uspješnosti. Uz pojam kulture često se spominje multikulturalnost i raznolikost. Vještine rada u multikulturalnim sredinama stječu se temeljem poznavanja kulturoloških različitosti diljem svijeta, različitih stajališta i trendova, načina pravilnog komuniciranja u multikulturalnim zajednicama, što je definitivno obilježje broda za kružna putovanja današnjice.

Pojam kultura apstraktni je pojam i označava skup naučenih vjerovanja, vrijednosti, pravila, norma, simbola i običaja koji su zajednički skupini ljudi (Northouse, 2010. [11]). Isti autor u svojoj knjizi citira Gudykunst, W.B. i Ting-Toomey, S. 1988.[5] gdje je kultura je način života, skup običaja i navika skupina ljudi koji se dinamički prenosi na druge. Za potrebe disertacije kultura se promatra u pogledu multikulturalnosti i raznolikosti. Prema Northouse, 2010.[11], pojam multikulturalnosti podrazumijeva pristup koji uzima u obzir više od jedne kulture, a pojam raznolikosti odnosi se na postojanje različitih kultura ili narodnosti u jednoj skupini ili organizaciji. Tako razlikujemo afričku, američku, azijsku, europsku i srednjoistočnu kulturu. Uz pojam kulture povezan je i pojam etnocentrizam (predodžba da je vlastita kultura bolja i prirodnija od drugih kultura) i predrasuda (stav, emocija ili vjerovanje koju pojedinac ima prema nekom drugom, a temelji se na nepotpunim informacijama, podacima, prethodnim iskustvima). Predrasude se očituju u pogledu na rasu, seksizma, dobne predrasude i sl. Iako postoje pozitivni stavovi, često govorimo u kontekstu negativnih predrasuda.

Pojam kulture proučavalo je velik broj znanstvenika, od kojih je potrebno izdvojiti Hall, E.T. 1976.[6], koji je uočio individualističke i kolektivističke kulture. Trompenaars, F. 1994. [13] je organizacijske kulture svrstao u egalitarističku³³ nasuprot hijerarhijskoj kategoriji, tj. podjelu moći naprema hijerarhiji moći.

Svi znanstvenici koji su istraživali utjecaje kulture citirali su Hofsteda, G. 2001.[8], koji je na temelju analiza više od 100 000 sudionika u 50 zemalja, uočio bitna zajednička obilježja prema kojima se kulture razlikuju: udaljenost od moći, izbjegavanje nesigurnosti, individualizam/kolektivizam, muževnost/ženstvenost i dugoročna/kratkoročna usmjerenost.

Istraživanje GLOBE³⁴ daje najveći broj rezultata. Trajnim programom na kojem je sudjelovalo više od 160 istraživača kvantitativnim su metodama na uzorcima od 17 000 menadžera iz više od 950 tvrtki u 62 različite zemlje svijeta utvrdili devet kulturnih obilježja: izbjegavanje nesigurnosti, udaljenost od moći, institucionalni kolektivizam, kolektivizam vlastite skupine, ravnopravnost spolova, prodornost, usmjerenost na budućnost, usmjerenost na uradak i usmjerenost na

³³Egalitarizam je politička ideologija ili etička teorija prema kojem svi ljudi trebaju biti tretirani kao jednaki.

³⁴*Global Leadership and Organizational Behaviour Effectiveness*; Globalno vodstvo i uspješnost organizacijskog ponašanja

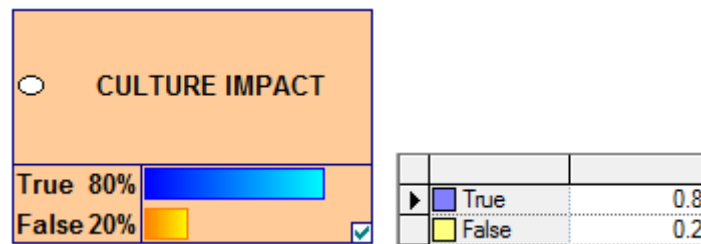
čovječnost. Prema Nothouse, 2010. [11], svijet je podijeljen u 10 regija (Anglosaska, latinska Europa, nordijska Europa, germanska Europa, istočna Europa, Latinska Amerika, Srednji Istok, sup saharska Afrika, Južna Azija i konfucijska Azija). Svaka regija ima točan naziv zemalja koje pripadaju regiji temeljenim na zajedničkim jezikom, vjerovanjima, povijesnim činjenicama i sl. Skupine regija s visokim rezultatima i niskim rezultatima s obzirom na devet kulturnih obilježja dobivene su iz projekta GLOBE. Iako se ne smije isključiti ni jedan od obilježja u analizama određene radne organizacije, za potrebe disertacije pozornost će se usmjeriti na dimenzije kulture koje utječu na razvoj timskog rada i na društvene procese.

Ako je na brodu posada različitih kultura tada je to važan čimbenik koji utječe na radnje spašavanja ljudi na brodu, dakle na spremnost brodske posade. Različite kulture različito reagiraju u izvanrednim okolnostima. Potrebno je utvrditi koliki broj članova posade pripada individualnom i grupnom načinu reagiranja u izvanrednim okolnostima. Važan čimbenik je izbjegavanje nesigurnosti (skupina se oslanja na društvene norme, rituale i postupke kako bi izbjegli nesigurnost), udaljenost od moći (*Power Distance Index* - PDI, prema kojem se kulture slažu ili ne slažu da moć treba biti nejednako raspodijeljena) i ravnopravnost spolova (minimalizirane razlike u spolnim ulogama).

Zajedničkim istraživanjima koja su proveli Hofsted i House zajedničko je neujednačenost djelovanja, mišljenja, društvenog zajedništva, izbjegavanja nesigurnosti, ravnopravnosti spolova, pojma udaljenost od moći i dr. Time su bile utvrđene neke zajedničke vrijednosti i stavovi određenih kultura što mogu postati i predrasude u promatranju skupine. Zbog širokih individualnih razlika među članovima posade određene kulture, predrasude povezane s etnocentrizmom mogu imati negativan učinak.

Zbog kulturoloških različitosti, vidljive neujednačenosti potrebno je kvantificirati razmatranu varijablu, te joj dodijeliti apriornu vjerojatnost. Apriorne vjerojatnosti mogu se procijeniti na način:

- ako su svi članovi posade na brodu jedne određene kulture vjerojatnost njezina utjecaja će iznositi istina (*true*) 0,1 i pogreška (*false*) 0,9. Povrh navedenog potrebno je analizirati takvu kulturu te primijeniti pravilan stil vođenja. Jedno kulturalna rada organizacija, gdje ne postoje jezične barijere, prevladava sklad i zajedništvo može doprinijeti razvoju timskog rada.
- ako se na brodu nalaze članovi posade koji pripadaju više od jedne kulture (Northouse, 2010. [11]), tada će se apriorne vrijednosti varijable izračunati tako da se odredi postotak najveće kulture te se dodijeli apriorna vjerojatnost pogreške (*false*). Ostatak do vrijednosti 1 bit će vrijednost istine (*true*), zbog neujednačenosti, različitih stavova, jezičnih barijera i sl.
- Ako je podjednak broj članova posade svih kultura, vrijednost utjecaja bit će najnepovoljniji *true* 0,9 i *false* 0,1.



Slika 34. Varijabla CI i apriorna vjerojatnost

Vrijednosti apriorne vjerojatnosti su procijenjene na način da se na brodu za kružna putovanja nalazi posada različitih kultura. Prema Berg, i suradnici 2013. [67], 70 % do 80 % svjetske pomorske flote ima multikulturalnu posadu. Privitak 6 disertacije prikazuje multikulturalnost na brodu za kružna putovanja. Brodovi za kružna putovanja mogu zaposliti posadu do 40 različitih nacionalnosti (Bolt i Lashley 2015. prema Brownell, 2008. [28]). Posada Coste Concordie imala je 40 različitih nacionalnosti.

Za potrebe disertacije vrijednosti su procijenjene na način da je utjecaj multikulturalnosti na brodovima za kružna putovanja u omjeru 80 % : 20 % (Slika 34).

Istraživanje provedeno projektom GLOBE može poslužiti u analizama kulturoloških različitosti, te daje jasnu poruku kako svatko od nas treba nadvladati svoju etnocentričnost, te da jasno poštujemo različitosti svjetskih regija. Nakon što se odredi vjerojatnost utjecaja, potrebno je analizirati pojedine kulture koristeći se istraživanjem Hofsteda i projektom GLOBE. Poznavanje kulturoloških utjecaja može doprinijeti boljoj organiziranosti u vrijeme spašavanja i napuštanja broda. U vrijeme izvanrednih situacija javljaju se komunikacijske barijere.

4.1.4.3. Timski rad u izvanrednim okolnostima

Timski rad (*Team Work in Emergency - TW*) postao je glavna strategija u današnjemu poslovnom svijetu (Blanchard, 2010. [2]). Drugim riječima, uloga vodstva među timovima važna je za uspjeh određenog zadatka. Prema Holpp, 2104. [7], tim je skupina ljudi koja zajedno radi na ostvarenju specifičnih ciljeva unutar definirane operativne sfere. Timski rad suvremene broderske organizacije pretpostavlja logično i prirodno povezivanje svih subjekata takve organizacije i njihovu suradnju kako bi se postigli uspješni rezultati. Timovi su organizacijske skupine sastavljene od međuovisnih članova koji imaju zajedničke ciljeve i moraju usklađivati aktivnosti radi njihova postizanja (Northouse, 2010[11]). Za timski rad u izvanrednim situacijama, osobito u provedbi spašavanja ljudi na brodu, potrebna je suradnja i koordinacija, i takvi su timovi okupljeni radi izvršenja pojedinih zadataka. Timski rad na brodu presudan je za sigurnost i izvršenje zadatka, a glavne su mu prednosti:

- lakše se rješavaju kompleksne situacije,
- raznolikost problema, potreba sa znanjem, vještinama i iskustvom,
- racionalno donošenje odluke,
- rad u timu usmjeren je na unaprjeđivanje međuljudskih odnosa i zajedništva.

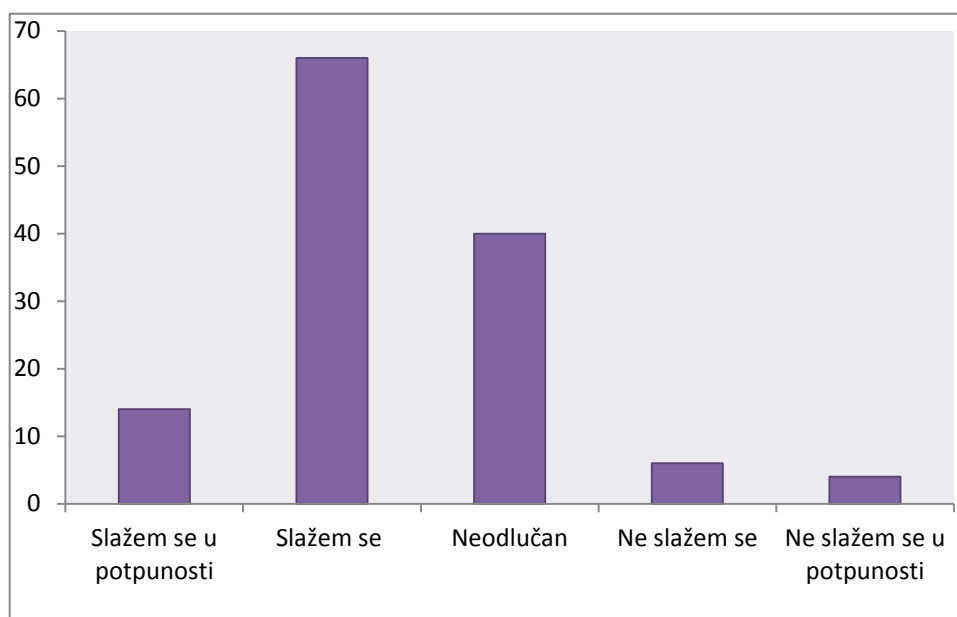
Ako vođa primjenjuje timski stil vođenja za trajanja ugovora, on se zasniva na strateškim odlukama u određivanju mjesta djelovanja u timu, nadzire tim, provodi potrebne intervencije na

zadatak ili odnose, i time pridonosi jačanju tima što se pozitivno odražava i na rad u izvanrednim okolnostima. Brodska posada neće podupirati timski rad ako ga vođa ne podupire. Prema Hanzu-Pazara i suradnici 2014.[35] u velikom broju operacija vođa i njegov nadzor situacije, podupiranje posade da urade zadatke prema sigurnosnim pravilima doprinosi većim rezultatima tako da se znanje, informacije i količina podataka razmjenjuje u timu. Temeljem toga na timski rad utječu varijable ponašanja vodstva i multikulturalnost. Tablica uvjetne vjerojatnosti uređena je na taj način da se vrijednosti stanja ocijene prema apriornoj vjerojatnosti svih njenih "roditelja".

Ako je primijenjen pravilan stil vođenja, dakle ako vođa učinkovito, pravilno primjenjuje stilove vodstva, a na brodu je zastupljena jedna kultura, tada, bez obzira na pojedinca (individualno i grupno djelovanje) koji može odstupati od svojih kulturoloških običaja, timski rad u izvanrednim okolnostima bit će na najvišoj razini. Ako se na brodu nalazi velik broj različitih kultura, a vođa primjenjuje stilove vođenja na hijerarhijski način, tada timski rad ne može biti primijenjen na pravilan način pa se često takav oblik ponašanja pojedinca manifestira na nepovoljan način zbog kulturoloških različitosti i sindroma „udaljenosti od moći“.

Prema anketnom upitniku pojašnjenom u odjeljku 4.1.2.2 disertacije postavljeno je pitanje važnosti asertivnosti u razvoju timskog rada. Postavljeno pitanje je glasilo: *Do you agree that assertiveness can improve teamwork on board a vessel and help creating better working environment? (Please rate from 1 to 5 whereas 1=strongly agree; 2=agree; 3=neutral; 4=disagree; 5=strongly disagree.* U odgovorima je korištena Likertova skala³⁵

Grafikon 4. Asertivnost u timskom radu na brodu



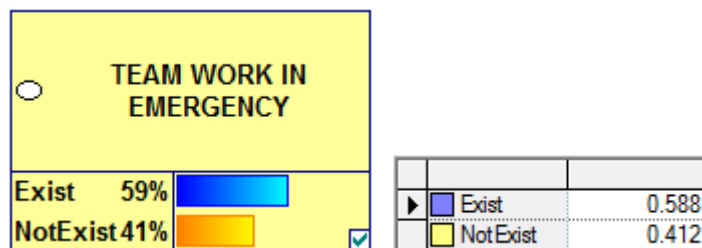
Izvor: anketni upitnik, Vujičić i suradnici

³⁵ Likertova skala prema *Wikipediji* je vrsta skale stavova koja se sastoji od niza tvrdnji posvećenih različitim aspektima nekog stava. Ona se daje ispitaniku sa zadatkom da za svaku pojedinu tvrdnju izrazi stupanj svog slaganja ili neslaganja, po pravilu, na peto stupanjskoj skali. Pogodna je za obradu faktorskom analizom, što predstavlja prednost ovog tipa skale.

Tijekom analize anketnog upitnika uočena je važnost asertivnosti za provedbu timskog rada na brodovima (grafikon 4.). Asertivnost je jedan od mjerila provedbe timskog rada, međuljudskih odnosa te dobre radne sredine.

Tablica 13. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti uspješnosti timskog rada (TW)

LEADERSHIP BEHAVIOUR	Acceptable		NotAcceptable	
	Yes	No	Yes	No
► Exist	0.6	0.8	0.2	0.4
NotExist	0.4	0.2	0.8	0.6



Slika 35. Varijabla TW posteriorna vjerojatnost

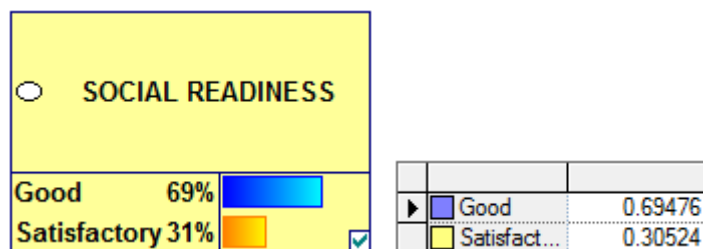
U tablici 11 određena je uvjetna vjerojatnost na temelju apriornih vrijednosti njenih "roditelja". Varijabla timskog rada ovisi o utjecaju kulture i načina upravljanja. Ako vođa primjenjuje pravilan stil vodstva na jedno kulturnoj posadi, primjenjivost timskog rada je prihvatljiv u najvišim granicama *true* 80 % ili 0,8, dok to nije za 20 % posade 0,2. Najveće vrijednosti provedbe timskog rada su 0,8, a najniže 0,2 zbog vjerojatnosti da određene kulture nisu navikle raditi u timovima zbog utjecaja kulture, odnosno udaljenosti od moći.

4.1.4.4. Društvena spremnost

Društvene skupine kao sociološka kategorija su zajednice u okviru kojih su ljudi međusobno povezani određenim procesima i odnosima. Na društvenu spremnost (*Social Readiness* - SR) utječe odabir pravilnog stila upravljanja, utjecaj kulturološke različitosti te timski rad u izvanrednim situacijama. Ljudska društvenost ili zajednica zasniva se na zajedništvu i odnosima Hanzu-Pazara i suradnici 2014.[35]. Na taj način zajedništvo je važno u ostvarenju procesa i cilja.

Tablica 14. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti društvenog zajedništva (SR)

TEAM WORK IN EMERGENCY	Exist				NotExist			
	Acceptable		NotAcceptable		Acceptable		NotAcceptable	
CULTURE IMPACT	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
► Good	0.8	0.9	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3	0.4
Satisfactory	0.2	0.1	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7	0.6



Slika 36. Varijabla SR i posteriorna vjerojatnost

Uvjetna vjerojatnost prema tablici 14. određena je na temelju združene distribucije vjerojatnosti i ishoda korijenskih vrhova. Ako se provodi timski rad, uz prihvatljivo ponašanje vođe, i bez utjecaja kulture, tada je društvena spremnost na najvišoj mogućoj vrijednosti 0,9. Zbog vjerojatnosti da u određenim kulturama ili na temelju pojedinačnih stavova ovakav stil nije prihvatljiv i uobičajen vrijednost pogreške je 0,1. Za primjer, kad timski rad nije proveden na brodu, uz neprihvatljivo ponašanje vođe i utjecaj različitih kultura tada će vrijednost društvene spremnosti iznositi 0,3 zbog toga što je nekim kulturama takav stil vođenja i rada prihvatljiv.

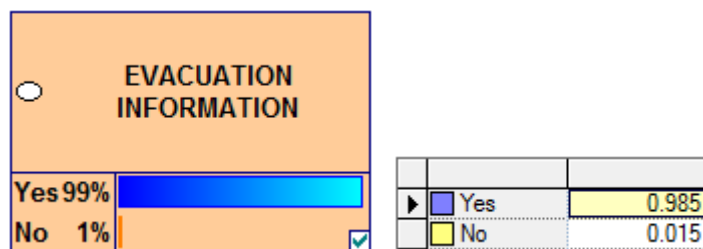
4.1.4.5. Informacije o spašavanju i razvoju situacije

Tijek informacija u izvanrednim okolnostima (*Evacuation Information* - EI) važan je čimbenik tijekom cijelog vremena akcije prikupljanja posade na mjestima prema rasporedu za uzbunu i glavni mu je cilj usmjeravati posadu i održavati povjerenje. Svaka osoba na brodu može različito interpretirati situaciju na temelju opažanja. Prema Bryan, 1977. [21] svaka osoba može shvaćati opasnost na svoj način. Opasnost prema odgovoru unesrećenih može nastupiti uslijed: mirisa dima, upozorenja druge osobe ili partnera, promjene zvuka (eksplozija), vidljivih znakova (vatra i dim, tim za upravljanje oštećenjem), povišenja temperature, prekida napajanja i sl. Pogrešno interpretiranje dostupnih informacija može usporiti cijeli sustav, stoga informacije o razvoju situacije i postupcima spašavanja važan su čimbenik procesa spašavanja. Potrebno je naglasiti kako pogrešne informacije ili upute mogu narušiti kredibilitet ili povjerenje prema osobi koja pruža takve informacije (Di Nenno i suradnici str. 850; [70]).

Posadi je potreban osjećaj kontrole situacije u izvanrednim okolnostima. Prema grafikonu 1. komunikacija, povjerenje i znanje najvažnije su sposobnosti vođe i njegova tima u kriznim situacijama. Sposobnost vođe i njegova tima da donose pravovremene i razumne odluke temelj su za održavanje kontrole i upravljanja u kriznim situacijama.

Informacije utječu na brzinu okupljanja posade na mjestima određenima prema rasporedu za uzbunu. Varijabla prikazuje da se informacije o postupku spašavanja donose na pravilan način, razumno u prihvatljivim vremenskim intervalima. Informacije o spašavanju sastoje se od općih znakova uzbunjivanja (alarma) i verbalnih uputa. Cilj je članove posade usmjeriti i informirati javnim razglasom o općem razvoju situacije³⁶.

³⁶ Iz izvješća pomorske nezgode *Estonia* stoji da su pojedini članovi posade ostali zbunjeni i nisu znali što činiti.



Slika 37. Varijabla EI i apriorna vjerojatnost

Na temelju godišnjih izvješća Pariškog MoU³⁷ i analiza na 623 broda u 2015. i 2016. god primjetno je 5 nedostataka u dijelu opreme javnog razglasa, što iznosi 1.54 %. Vjerojatnost neispravnosti postoji, ali jezične barijere, kao i zakašnjelo te nepravilno informiranje može dovesti do usporavanja radnji i procesa spašavanja (*Costa Concordia*).

Sadržaj poruke treba sačinjavati vrstu i mjesto nezgode prema broju palube i vertikalnoj zoni broda, poziv određenim skupinama ili svim članovima posade, preventivnim mjerama poput zatvaranja vrata, usmjeravanje posade ka sigurnim prolazima i sl.

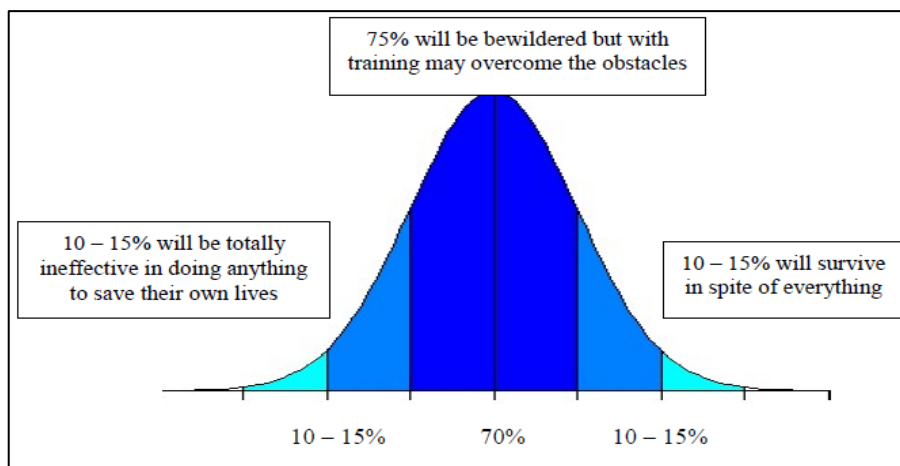
Početnoj varijabli (slika 37.) dodijeljena je visoka vrijednost gdje je uz znak za opće uzbunjivanje, članovima posade dostupne informacije o tijeku spašavanja, dane smjernice što činiti, poruke izrečene na razuman i jasan način. Uz prethodno stečeno povjerenje prema odašiljaču poruka vjerojatnost kontrole situacije nad članovima posade je veća iako su na brodu članovi posade različitih kultura.

Tijek radnji i procesa

Nakon određivanja vjerojatnosti utjecajnih čimbenika varijable tijeka radnji i procesa, u ovom odlomku slijedi određivanje uvjetnih vjerojatnosti.

Izjave preživjelih nakon nesreće broda *Estonia* prikazuju opće stanje u slučaju velike nesreće. Vjerojatnost zagušenja prolaza na putovima bijega, psihološko stanje ljudi, iscrpljenost i nevjerica, neaktivnosti i zbunjenost, ali i pojedini primjeri pribranosti u pogledu poduzimanja kontrole te vođenja, pokazuju različite reakcije ljudi kad se dogodi pomorska nesreća. Ponašanje ljudi u tijeku nesreće može se podijeliti u tri skupine kako je prikazano u Gaussovoj krivulji (slika 38.). [NATO, 2008 [78]; Leach, 2004 [44]:

³⁷ The Paris MoU službena stranica. Dostupno na: <http://www.parismou.org/Organization/Accessed> 18.4.2018.

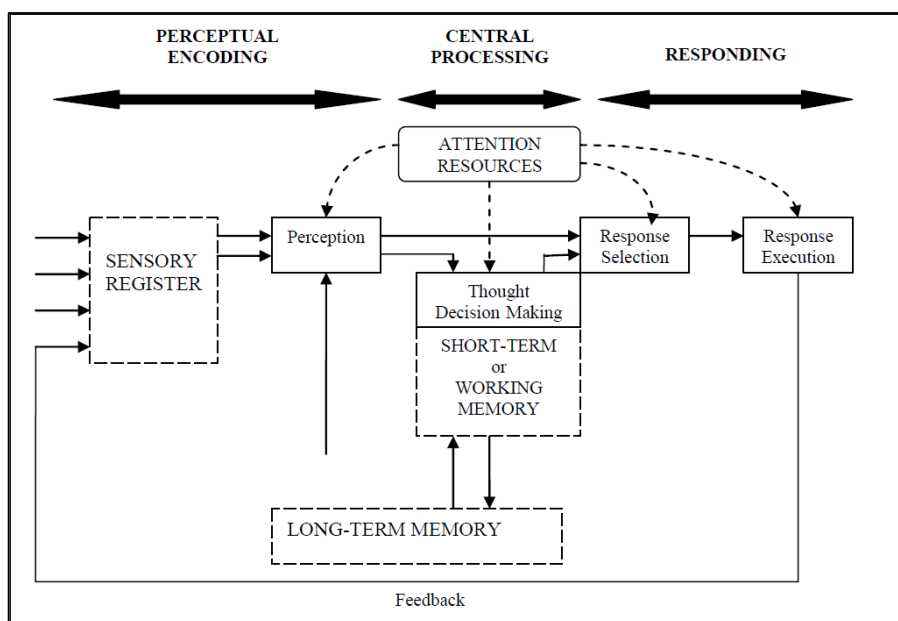


Izvor:[78]

Slika 38. Gaussova krivulja ponašanja u izvanrednim situacijama

- Pod ekstremnim oblikom ponašanja koji se očituje stanjem šoka, zabrinutosti, zbunjenosti, paničnog vrištanja, plača, 10 - 15 % populacije će biti izloženo takvom ponašanju koje će umanjiti uspješnost spašavanja.
- Drugih 10 - 15 % biti će u mogućnosti prihvatiti novonastalu situaciju, uspješno, te će formulirati dobre odluke, ostati mirni kao i provesti akcijski plan na zadovoljavajućoj razini.
- Ostatak od 75 % ostat će zbunjeni i zapanjeni, ali uz dobre vježbe moći će provesti pravilne postupke, kako bi uspješno izbjegli negativne utjecaje okoline. Takve su radnje većinom automatske prirode.

Iz analiza pomorskih nezgoda utvrđeno je da bez obzira na rasu, vjeru, spol i broj treninga svatko od nas može reagirati na jedan od tri navedena načina: zbunjenost, nevjerica, stanje šoka, s jedne strane, i racionalno razmišljanje, smirivanje prisutnih, pomaganje, s druge strane. Prema NATO, 2008. [78] svaka osoba može imati određeni stupanj iskustva koje bi trebao pozitivno utjecati na novonastalu situaciju. Svakim danom informacije ulaze u kratkotrajnu radnu memoriju čovjeku (*short-term memory*), uspoređuju se s prijašnjim iskustvom koje se nalazi u dugotrajnoj memoriji (*long-term memory*) pa se donosi racionalnija odluka (slika 39.).



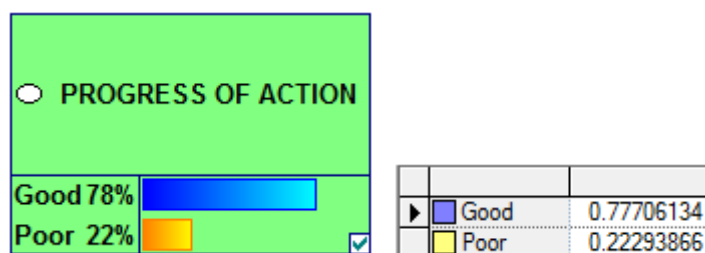
Izvor:[78]

Slika 39. Procesuiranje informacija u čovjeka

Prema Leach, 2004, [44], svaka osoba koja se suoči s prijetnjom za vlastiti život može poduzeti jednu od prirodnih postupaka (*fight, freeze or flight*). Sustavi za bijeg i spašavanje napravljeni su na temelju pro aktivnosti ljudi u opasnosti. Ni jedna osoba ne zna kako će reagirati u izvanrednoj situaciji dok se ona ne dogodi.

Tablica 15. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti tijekom radnja i procesa (PA)

SOCIAL READINESS	Good						Satisfactory					
EVACUATION INFORMATION	Yes		No		No		Yes		No		No	
SUCCESS OF SAFETY TRAINING ..	Yes	No	Yes	No	No		Yes	No	Yes	No	No	
► Good	0.9	0.4	0.6	0.3			0.8	0.3	0.5	0.2		
Poor	0.1	0.6	0.4	0.7			0.2	0.7	0.5	0.8		



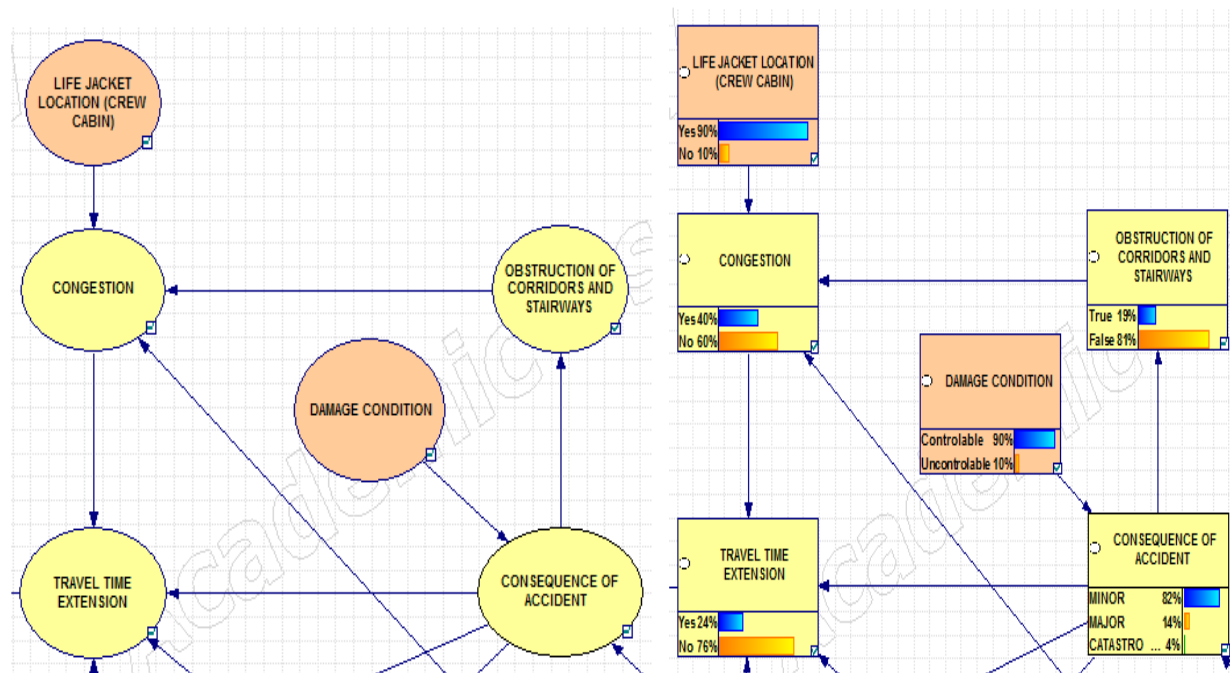
Slika 40. Varijabla PA i posteriorna vjerojatnost

Uvjetne vjerojatnosti varijable (*Progress of Action* - PA) određene su na temelju tablice združene distribucije vjerojatnosti i vrijednosti svih njezinih "roditelja" (tablica 15.). Uspješnost radnji i postupaka je na najvišoj vrijednosti (0,9) ako su vježbe dobre, postoje informacije o spašavanju i društvena spremnost. Vrijednost (0,1) odnosi se na dio posade koji neće postupiti prema

postupcima zbog promjena psihološkog stanja nastali stresom i strahom. Grafikon varijable tijekom radnji i procesa s posteriornim vrijednostima prikazan je na slici 40.

4.1.5. Produljenje vremena putovanja

Kvalitativni i kvantitativni pod model produljenja vremena putovanja (*Travel Time Extension - TTE*) prikazan je na slici 41. Varijabla produljenja vremena putovanja ima tri "roditelja": zagušenje, pred spremnost posade i posljedice nezgode opisane u prethodnim poglavljima. U ovom odjeljku opisać će se varijabla zagušenja (*Congestion*) i njena dva "roditelja" smještaj prsluka za spašavanje (*Life Jacket Location*) te neprohodnost hodnika (*Condition of Corridors and Stairways*).



Slika 41. Prikaz kvalitativnog i kvantitativnog pod modela produljenja vremena putovanja

4.1.5.1. Smještaj prsluka za spašavanje

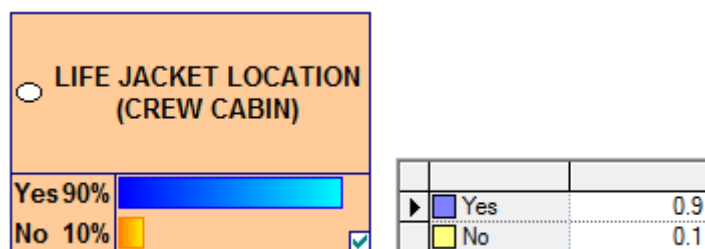
Broj prsluka za spašavanje određen je SOLAS konvencijom, Dio III, Pravilo 7.2., 22.2. i 26.5. Prema pravilu, na brodu mora biti dostatan broj prsluka za spašavanje, koji su u skladu sa zahtjevima LSA Code 2.2.1 i 2.2.2 za sve osobe na brodu. Dodatan broj prsluka za spašavanje mora biti za članove posade u straži (zapovjednički most, strojarnica i sličnim mjestima). Dodatan broj od 10 % prsluka za spašavanje za djecu od ukupnog broja putnika mora biti na raspolaganju. Ako prsluk za spašavanje nije konstruiran da zadovolji dimenzije osobe do 140 kg, na brodu mora biti dovoljno zamjenskih prsluka koji su prikladni za takve osobe.

Prema pravilu 7.2. SOLAS konvencije prsluci moraju biti smješteni na mjestima do kojih se pristupa brzo, a njihov smještaj jasno i vidljivo označen. Ako smještaj prsluka za spašavanje nije pristupačan, država zastava može odobriti neko drugo mjesto uz dodatan broj prsluka.

U dodatku SOLAS konvencije 22.2. putnički brodovi moraju imati dodatnih 5 % prsluka za spašavanje od ukupnog broja ljudi na brodu, smještenih na palubama ili u blizini zbornih mjesta.

Na brodovima gdje su prsluci za spašavanje smješteni u kabinama koji se ne nalaze na putu između javnih prostora i zbornih mjesta, dodatan broj prsluka za spašavanje mora biti omogućen na javnim mjestima, zbornim mjestima ili na nekima drugim koji se nalazi na putu. Prema pravilu 26.5. SOLAS konvencije dodatan broj prsluka mora biti smješten u blizini stanica za prikupljanje, tako da putnici ne moraju odlaziti u kabine kako bi ih uzeli.

Dodatna politika CLIA udruge je povećanje broja prsluka za spašavanje na brodu koja prelazi zakonske norme. Prema ovom pravilu, broj dodatnih prsluka za spašavanje za odrasle osobe ne smije biti manji od ukupnog broja osoba koje se nalaze u vertikalnoj zoni gdje je smješteno najviše osoba. Prsluci trebaju biti smješteni u neposrednoj blizini stanice za prikupljanje ili zbornih mjesta i na palubama za ukrcaj u sredstva za spašavanje kako bi bili dostupni za uporabu u pojavi izvanrednog stanja.



Slika 42. Varijabla LJ i apriorna vjerojatnost

Varijabla lokacije prsluka za spašavanje (*Lifejacket Location* – LJ) početna je varijabla pa će joj se dodijeliti apriorne vjerojatnosti (slika 42.).

Prsluci za spašavanje članova posade su smješteni u kabinama posade na velikom broju brodova za kružna putovanja. Prema Cruise Critic³⁸ prsluci za spašavanje putnika na brodovima klase "*Oasis i Quantum*" nalaze se u blizini mjesta za prikupljanje. Na taj način izbjegnuta je gužva u koridorima i prolazima. Jedan od problema na brodu *Costa Concordia* je razmještaj prsluka za spašavanje po kabinama putnika.

Za potrebe doktorske disertacije smještaj dodatnih prsluka za spašavanje neće se uzimati kao stanje, budući da u slučaju oglašavanja općeg znaka uzbunjivanja svi su članovi posade dužni uzeti vlastite prsluke za spašavanje smještene u njihovim kabinama. Stoga, prsluci za spašavanje smješteni su u kabinama u 90% slučajeva, dok se na ostalim mjestima nalazi se oko 10%. U slučaju izvanrednih okolnosti osobito u vremenu dok posada radi, moguća je pojava zagušenja prolaza uslijed odlaska posade prema kabinama.

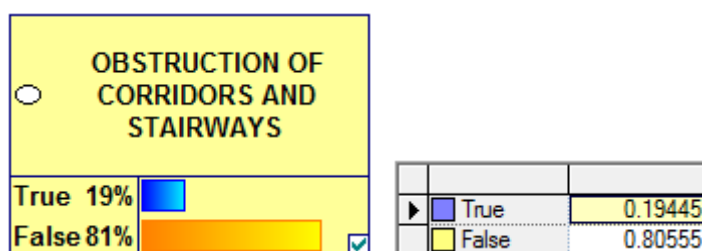
³⁸ <https://boards.cruisecritic.com/showthread.php?t=2277641>

4.1.5.2. Neprohodnost hodnika

Neprohodnost hodnika (*Obstruction of Corridors and Stairways* - OCS) utječe na kretanje posade na brodu, a time i na zagušenje prolaza. Širina prolaza i stubišta mora biti u skladu s propisima IMO-a (MSC.98(73) [92]). Brod se može nalaziti u različitim položajima na moru u raznovrsnim vremenskim uvjetima. U trenutku pomorske nezgode, a nakon utvrđivanja opasnosti, dužnost časnika na straži je zatvoriti vrata koja sprječavaju daljnje širenje opasnosti. Vrata će se zatvoriti automatski sa zapovjedničkog mosta pa će znatno usporiti kretanje članova posade prema svojim odredištima. U prolazima prema stubištima nastati će zagušenje.

Tablica 16. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti neprohodnost hod (OCS)

CONSEQUEN...	MINOR	MAJOR	CATASTRO..
► True	0.1	0.55	0.9
False	0.9	0.45	0.1



Slika 43. Varijabla OCS i posteriorna vjerojatnost

Na brodovima prema rasporedu za uzbunu postoje dužnosti prema kojima je određen broj članova posade zadužen je za kontrolu otvaranja i zatvaranja vrata. Ako takvih članova posade u trenutku pomorske nezgode nema, nekontrolirano otvaranje i zatvaranje vrata može ograničiti brzinu spašavanja tako da se stvore zagušenja. Protupožarna vrata na brodovima za kružna putovanja osim s zapovjedničkog mosta mogu se otvoriti ili zatvoriti ručno. Ako se vrata zatvore automatski s mosta tada mora biti osoba koja će držati takva vrata otvorena dok je to dopušteno i potrebno.

4.1.5.3. Zagušenja prolaza i stubišta

Varijabla zagušenje (*Congestion* - C) prolaza na brodu može se definirati kao smanjenje ili prekid gibanja osoba u određenom prostoru zbog određenih okolnosti. U vrijeme opasnosti ključni čimbenik uspješnog spašavanja je mirno premještanje osoba iz prostora u prostore kroz prolaze i stubišta. Primjeri iz prakse pokazali su kako se poteškoće u pražnjenju prostora javljaju na mjestima gdje su prisutni izlazi u nuždi, prolazima i mjestima gdje su vidljivi znakovi opasnosti po život. Ljudi često ne postupaju prema zadanim radnjama, već prema psihologiji mase (Fujihara i suradnici 2011. [31]). Slijede put kojima se kreću drugi ili ne rade ništa, te tako produljuju vrijeme putovanja prema odredištima. Ljudi koriste prolazima koji im se čine najsigurnijima, što mogu rezultirati zagušenjem. IMO je u MSC.1/Circ.1533[84] ponudio smjernice za analizu spašavanja na postojećim putničkim brodovima u cilju prepoznavanja neprikladnih rasporeda prolaza, mjesta zagušenja i optimizaciju postupaka i povećanje sigurnosti. Prema naznačenoj smjernici IMO-a zagušenje se definira kao okupljanje 3,5 osobe/m² ili okupljanje više od 1,5 osobe u sekundi između ulazne i izlazne točke. Donijete su i upute kako za postojeće brodove, tako i za brodove u

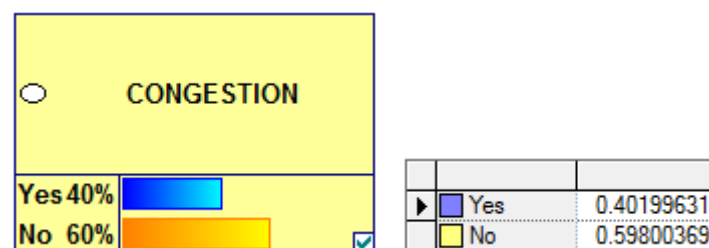
gradnji, kako smanjiti zagušenje prolaza, i to izmjenom struktura prolaza i izmjenom postupaka djelovanja u izvanrednim situacijama. Zagušenje prolaza predmet je istraživanja mnogih autora koji nastoje pronaći rješenja u ublažavanju zagušenja koristeći se mobilnim uređajima s bežičnom *ad-hoc* mrežom u obliku vodilje (Lizuka i suradnici 2011. [65]), opremu *Lifebelt*, koja vibrirajući usmjerava pojedince k izlazima (Ferscha i Zia, 2009. [29]) i metodu komuniciranja predstavili su u uvjetima spašavanja Fujihara i Miwa 2013. [31]. Zagušenje prolaza pri pojavi vatre na brodu predstavili su Sarshar i suradnici 2013. [54] koristeći se dinamičkim Bayesovim mrežama. Uzrok pojavi zagušenja, koja u vrijeme izvanrednih okolnosti uzrokuje produljenje vremena spašavanja, osim stanja prolaza i zapreka na prolazima utječe smještaj članova posade i prsluka za spašavanje.

Tablica 17. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti zagušenja prolaza (C)

OBSTRUCTION		True							
LIFE JACKET		YES				NO			
LOCATION OF...		Suitable	Satisfactory	Unsuitable	Absent	Suitable	Satisfactory	Unsuitable	Absent
► YES		0.8	0.5	0.2	0	0.1	0.5	0.2	0
NO		0.2	0.5	0.8	1	0.9	0.5	0.8	1

		False							
		YES				NO			
		Suitable	Satisfactory	Unsuitable	Absent	Suitable	Satisfactory	Unsuitable	Absent
		0.7	0.5	0.2	0	0.1	0.5	0.2	0
		0.3	0.5	0.8	1	0.9	0.5	0.8	1

Razvidno je iz tablice 17. da smještaj prsluka za spašavanje povećava vjerojatnost zagušenja prolaza u vrijeme kada posada obavlja svoje radne aktivnosti. Smještaj je posade nepovoljan zbog velikog broja posade koja radi na usluzi putnicima. Pri oglašavanju alarma dužnost svakog člana posada je krenuti prema kabinama, preuzeti prsluke za spašavanje pa se vratiti na odredišta koja su im propisana rasporedom za uzbunu. Izuzetak je posada koja radi na posebnim mjestima na brodu i koriste rezervne prsluke. Ako se kabine posade nalaze u mjestima gdje se pojavila opasnost posada će se usmjeriti prema odredištima bez prsluka za spašavanje. Posada, krećući se u vrijeme radnog vremena prema kabinama, a potom prema odredištima gubi puno vremena, uzrokuje zagušenje prolaza, a time i produljenje vremena putovanja. Izuzetak su posada koja nije dužna krenuti prema kabinama zbog opasnih okolnosti koje ih mogu zateći.

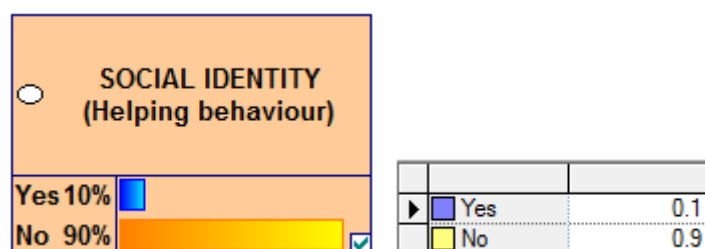


Slika 44. Varijabla zagušenja i posteriorna vjerojatnost

Pojava zagušenja može nastati i zbog vidljivih znakova opasnosti, dakle promjenom ponašanja pojedinca, a ovisi o mjestu i ozbiljnosti nezgode.

4.1.5.4. Društveni identitet

Varijabla Društveni identitet (*Social Identity* - SI) i želja za pomoć drugima utječe na brzinu okupljanja. Ovu varijablu opisali su Von Silvers i suradnici, 2014 [63] u svojem radu. Društveni identitet, tj. želja da se pomogne drugima očituje se kad svaki pojedinac pokazuje stupanj tolerancije i jedinstva te u pomaganju ozlijeđenim osobama ili onima kojima je pomoć potrebna. Mjesto gdje nije bilo društvenog identiteta pokazalo se kao problem a primjer je bio evakuacija iz trgovačkog centra u New Yorku. Ovakva varijabla se može odnositi na pomoć kod fizičkih napora u otvaranju, uklanjanju određenih prepreka što se mogu naći na prolazima. Cilj je zaštita i spašavanje drugih ljudi bez obzira na boju kože, pripadnost ili kulturu. Veličina društvenog identiteta ovisi o kulturi, iako postoje pojedinci koji se mogu izdvojiti i reagirati suprotno.



Slika 45. Varijabla SI i apriorna vjerojatnost

Apriorna vjerojatnost ove varijable procijenjena je i temelji se na slučaju broda Costa Concordia³⁹ gdje je samo jedan član posade spasio preko 500 putnika. Ako bi se utvrdilo da se među posadom pa i putnicima nalaze osobe koje su imali iskustva u djelovanju u izvanrednim situacijama, potrebno je takve izdvojiti i iskoristiti njihovu psihološku i fizičku sposobnost poradi umanjavanja paničnog oblika ponašanja i posade i putnika.

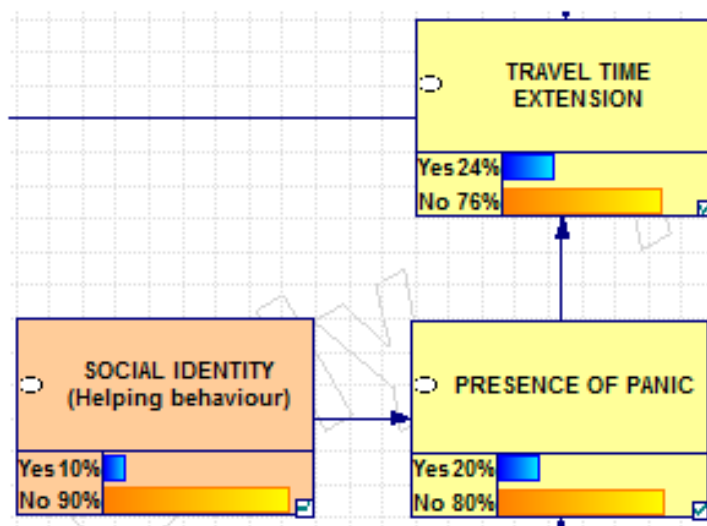
Nakon intervjuiranja članova posade koji nadvladaju strahove i pomažu onima kojima je potrebno, riskirajući vlastite živote uobičajena je reakcija: *"To je bio samo dio moga posla"*⁴⁰.

³⁹<http://www.novinite.com/articles/135930/Bulgarian+%27Costa+Concordia%27+Crew+Member+Rescued+500>; <http://www.novinite.com/articles/141154/Bulgaria+Awards+Costa+Concordia+Hero>

⁴⁰ <https://net.hr/danas/hrvatska/hrvatski-pomorci-spasili-2200-putnika-iz-goruceg-kruzera/>

4.1.5.5. *Prisutnost paničnog oblika ponašanja*

Na slici 46. prikazan je pod model panike (*Presence of Panic* - PC) u vrijeme kretanja posade prema odredištima.



Slika 46. Prikaz utjecajnih čimbenika na varijablu panika

Na pojavu panike uz varijablu društvenog identiteta, utječe tijek radnja i procesa te posljedica pomorske nezgode. Prema Oxford rječniku engleskog jezika definicija riječi panika je iznenadni jak osjećaj straha ili nervoze koji čini osobu nesposobnom razmišljati jasno ili ponašati se razumno. Prema Mawson, 2005. [47] panika je neprikladan ili pretjeran strah i/ili bijeg, ili visoko intenzivan strah i/ili bijeg, što je teško otkriti u praksi. Nadalje, autor ističe da su elementi panike zamjetni tek retrospektivno, tj. kad se nezgoda dogodila s vidljivim posljedicama. Za primjer, trčanje prema izlazima pri pojavi vatre i požara samo je racionalni dio ponašanja i ne može se okarakterizirati kao panika. Prema Drury i suradnici 2013 [25] panika je predstavljena kao pojmovni, empirijski i praktični dio, gdje se definira kao iracionalno zarazna emocija, gubitak kontrole ponašanja, egoističnost, metež ili nered. Autori pišu da ljudi radije ostaju jedni uz druge nego da se guraju i bježe te da su informacije o situaciji i upute ključne za smanjenje uznemirenosti. Prema Sarshar i suradnici 2013. [52] ima više sličnih definicija panike. Goldenston, 1984. [74] definira paniku kao reakciju uključujući strah, zbrku i neracionalno ponašanje. Quarantelli E.L. [112] je opisuje kao akutnu reakciju straha obilježenu ponašanjem bijega i pojavu panike kao produkt takva neracionalnog ponašanja. Keating, 1982 [39] je istaknuo četiri oblika ponašanja u panici: nada za bijeg, zarazno ponašanje, agresivno ponašanje zbog brige za vlastiti život te iracionalne i nelogične odgovore. Prema više definicija riječi panika ili oblika ponašanja u panici stoji da je ona bijeg koja uključuje ekstravagantni napor, tj. neracionalno, neprihvatljivo ponašanje koje smanjuje uspješnost spašavanja ljudi iz prostora. Pojam panike često se pojašnjava nakon veće nezgode s posljedicama u požarima iako nema fizičkih, društvenih i psiholoških dokaza koji pokazuju da se panični oblik ponašanja i dogodio (Di Nenno i suradnici 2002. [70]).

Odgovor na opasnost često je prikazan kao prijelaz u histeriju i prekid društvenog zajedništva te prisutnost paničnog i nasilnog oblika ponašanja kao psihološki prirodni odgovor na opasnost.

Osobe u izvanrednim situacijama traže putove bijega ovisno o njihovoj prethodnoj familiarizaciji o prostoru. Mawson, 2005 [47] pokazuje da tipičan odgovor na različite fizičke prijetnje nije niti bježanje, niti odgovor na opasnost, već traženje osoba u neposrednoj blizini ili mjestima, dakle odvojenost je veći stresor od same opasnosti. Međusobna povezanost (*social attachment*) važan je čimbenik u procesu spašavanja i kao takav može usporiti kretanje osoba prema odredištima. Autor naglašava da opasnost prisutnosti vatre može dodatno pogoršati situaciju jer osobe traže putove bijega koji su im poznati, te na taj način pokazuje važnost poznavanja okoline.

Percepcija ozbiljne prijetnje može smanjiti ili eliminirati promišljenu pozornost u korist tri stanja kao što su: bijeg, borba ili ukočenost (*flight, fight, or freeze*)[78]. Osobito su opasne masovne panike do kojih može doći, primjerice, pri požaru u zatvorenom prostoru kad brojni ljudi istodobno gube kontrolu nad samima sobom.

Prema Mawson, 2005. [47] u teoriji masovne panike, bijeg se događa kad je opasnost u blizini i kad su prolazi bijega ograničeni. U vrijeme nezgode prva čovjekova reakcija je šok (*freeze*) što se može definirati kao stanje u vremenu između opažene radnje i poduzete radnje (Leach, 2004. [44]).

Statistički podatci prema Sarshar i suradnici 2013. [52] govore kako je panika i panično ponašanje uzrokovalo više nesretnih okolnosti nego sama katastrofa. Ljudi u panici postaju uznemireni i prestrašeni. Žurba, guranje, penjanje na veće visine zbog nagiba broda, stampedo, nekontrolirano kretanje, nereagirane na alarm, povratak ili kretanje prema opasnim mjestima kako bi pokupili vrijedne stvari, elementi su s kojima se timovi trebaju suočiti pri pojavi panike jer su to prirodne pojave pojedinca ili skupina ljudi.

Na pojavu paničnog ponašanja utječu mnogi čimbenici prikazani od velikog broja autora a to su: godište, spol, kultura, fizička sposobnost, iskustvo, utjecaj dima, stanje prolaza, položaj osobe na početku ili na kraju reda u gužvi, osjećaj za preostalo vrijeme, frekvencija čekanja, poteškoće u nalaženju izlaza i dr.

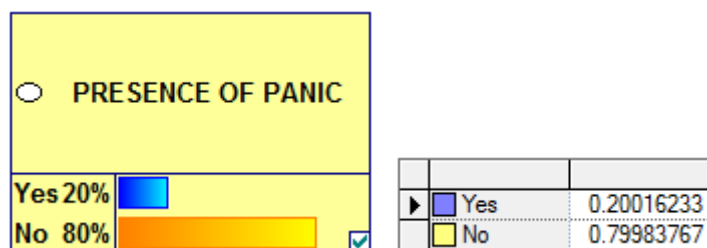
Sarshar i suradnici, 2013. [52] predstavili su model evakuacije tijekom požara na brodu, predviđjeli zagušenje prolaza i predstavili model panike u evakuaciji zbog požara na brodu. Na pojavu panike prema autorima utječe udaljenost od vatre, informacije za putnike, opće stanje putnika, putovi bijega, prisutnost tima zaduženoga za spašavanje, mjesto putnika dok se kreće, informacije o postupcima i tijeku spašavanja.

Na panični oblik ponašanja utječe društvena povezanost (*social identity*), razumijevanje postupaka prema kojima se osobe kreću u smjeru njihovih odredišta (*progress of action*) i veličinama posljedica pomorske nezgode (*consequence of accident*).

Tablica 18. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti panike P

CONSEQUEN...	MINOR						MAJOR						CATASTROPHIC					
PROGRESS O...	Good			Poor			Good			Poor			Good			Poor		
SOCIAL IDEN...	YES	NO		YES	NO		YES	NO		YES	NO		YES	NO		YES	NO	
► YES	0.1	0.15		0.25	0.3		0.2	0.25		0.35	0.4		0.3	0.35		0.45	0.5	
NO	0.9	0.85		0.75	0.7		0.8	0.75		0.65	0.6		0.7	0.65		0.55	0.5	

Ne postoje mjerenja panike u okolnostima napuštanja broda pa se procjenjuje njezin utjecaj na 50% u navedenim okolnostima.



Slika 47. Varijabla P i posteriorna vjerojatnost

Tablica 18. prikazuje procijenjene uvjetne vjerojatnosti na temelju združene distribucije vjerojatnosti i vjerojatnosti ishoda svih njenih "roditelja". Ako su manje (*minor*) posljedice pomorske nezgode, tijekom radnji i akcija dobar uz društveni identitet, odnosno osobe koje dodatno drže situaciju pod kontrolom, tada je panika mala, 0,1. U suprotnome, ako su posljedice katastrofalnih razmjera, tijekom akcija i radnja nije dobar, pa nema osoba koje bi mogle umiriti posadu, vjerojatnost panike je polovična i iznosi 0,5. Takva je vrijednost dodijeljena zbog razumnog ponašanja jednakog broja članova posade (primjer *Costa Concordia*).

Produljenje vremena putovanja

Varijabla produljenja vremena kretanja posade (TTE) prema zadanim odredištima ovisi o spremnosti posade, posljedicama pomorske nezgode, zagušenju prolaza i pojavi panike. Određivanje uvjetne vjerojatnosti ove varijable temelji se na tablici združene distribucije vjerojatnosti i apriornih stanja njenih "roditelja".

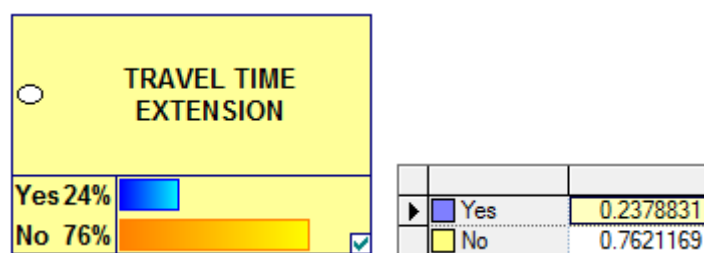
Prema tablici 19., ako su posljedice pomorske nezgode neznatne, posada se nalazi u dobrom stanju pred spremnosti, nema panike, i nema zagušenja na prolazima zbog kretanja posade prema odredištima, tada se vrijednost uvjetne vjerojatnosti određuje na temelju metode slučajne pogreške i slučajnog pogotka. Stoga vrijednost uvjetne vjerojatnosti varijable iznosi 0,1.

Tablica 19. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti produljenja vremena putovanja (TTE)

CONSEQUENCE OF ACCIDENT	MINOR							
CREW PRE-READINESS	Good				Poor			
CONGESTION	Yes		No		Yes		No	
PRESENCE OF PANIC	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Yes	0.4	0.3	0.2	0.1	0.5	0.4	0.3	0.2
No	0.6	0.7	0.8	0.9	0.5	0.6	0.7	0.8

MAJOR							
Good				Poor			
Yes		No		Yes		No	
Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
0.5	0.4	0.3	0.2	0.6	0.5	0.4	0.3
0.5	0.6	0.7	0.8	0.4	0.5	0.6	0.7

CATASTROPHIC							
Good				Poor			
Yes		No		Yes		No	
Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
0.6	0.5	0.4	0.3	0.7	0.6	0.5	0.4
0.4	0.5	0.6	0.7	0.3	0.4	0.5	0.6



Slika 48. Varijabla TTE i posteriorna vjerojatnost

Trajanje putovanja može se odrediti prema (11), gdje je gustoća broj osoba na jedinici površine, brzina je prevaljeni put u vremenu, a protočnost je broj ljudi koji prolaze referentne točkama u vremenu i izračunava se prema izrazu Di Nenno, 2002[70]:

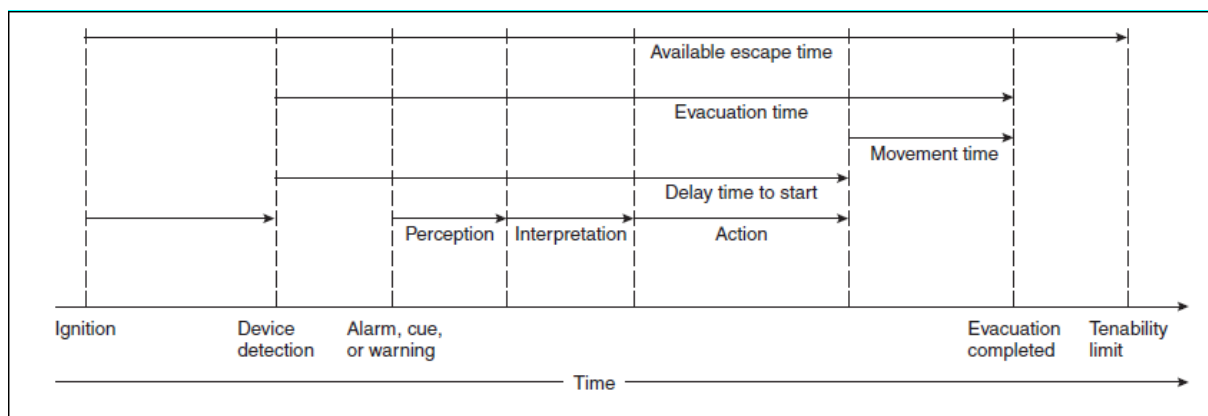
$$\text{Protočnost} = \text{brzina} \times \text{gustoća} \times \text{širina} \quad (7)$$

U izračun trajanja putovanja utječe širina putanje kretanja kroz hodnike i stubišta te prolazima s vratima u otvorenom položaju, početnoj gustoći osoba u prolazima (broj osoba na m²), brzini kretanja (uz/niz smjer kretanja na stubištima, kretanje uzduž hodnika ili koridorima te prolazima).

Vrijednosti protočnosti u nekom prostoru (p/m/s) dobiven je kao umnožak faktora gustoće (p/m²) i brzine kretanja osoba u zadanom prostoru (m/s).

Vrijednosti brzine kretanja i protočnosti određenog broja ljudi (različite gustoće) na određenim lokacijama (hodnici, stubišta) prikazan je u [84,70] (npr. za osobu gustoće 0,5p/m², brzina kretanja bez ograničenja iznosi 1,2m/s, a brzina protoka 0,65 p/m/s).

Vrijeme spašavanja teško je mjerljivo. Na slici 49. prikazani su čimbenici koji utječu na duljinu ukupnog vremena spašavanja. Takvi čimbenici su: vrsta nezgode, otkrivanje opasnosti, informiranje zvučnim alarmom, opažanje i zaključivanje činjeničnog stanja, poduzimanje radnji, kretanje i protočnost na prolazima, duljina putovanja.



Izvor: Di Nenno, [70]

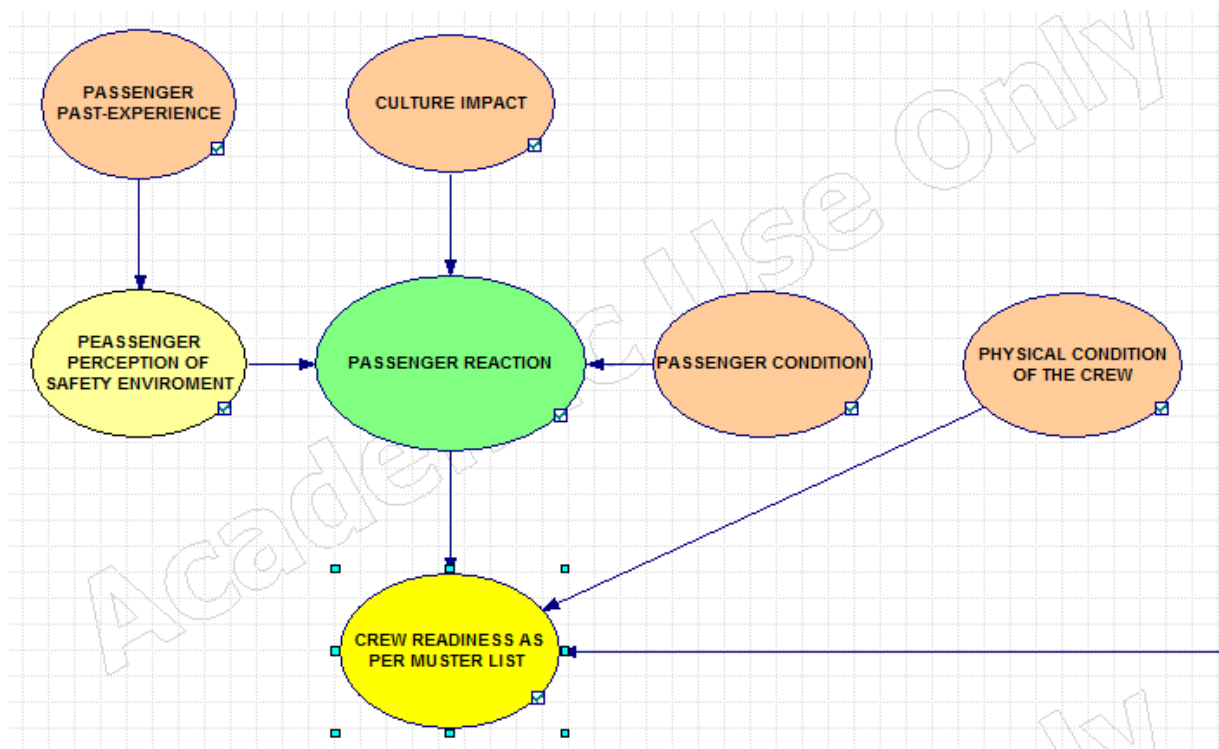
Slika 49. Raspodjela vremena potrebnog za spašavanje

Takvo vremensko razdoblje ovisi o fizičkoj spremnosti članova posade, o vremenu koje je uvjetovano novonastalim okolnostima i posljedicama poput trenutne lokacije posade, posljedicama nezgode i veličini i broju zagušenja te pojavi panike.

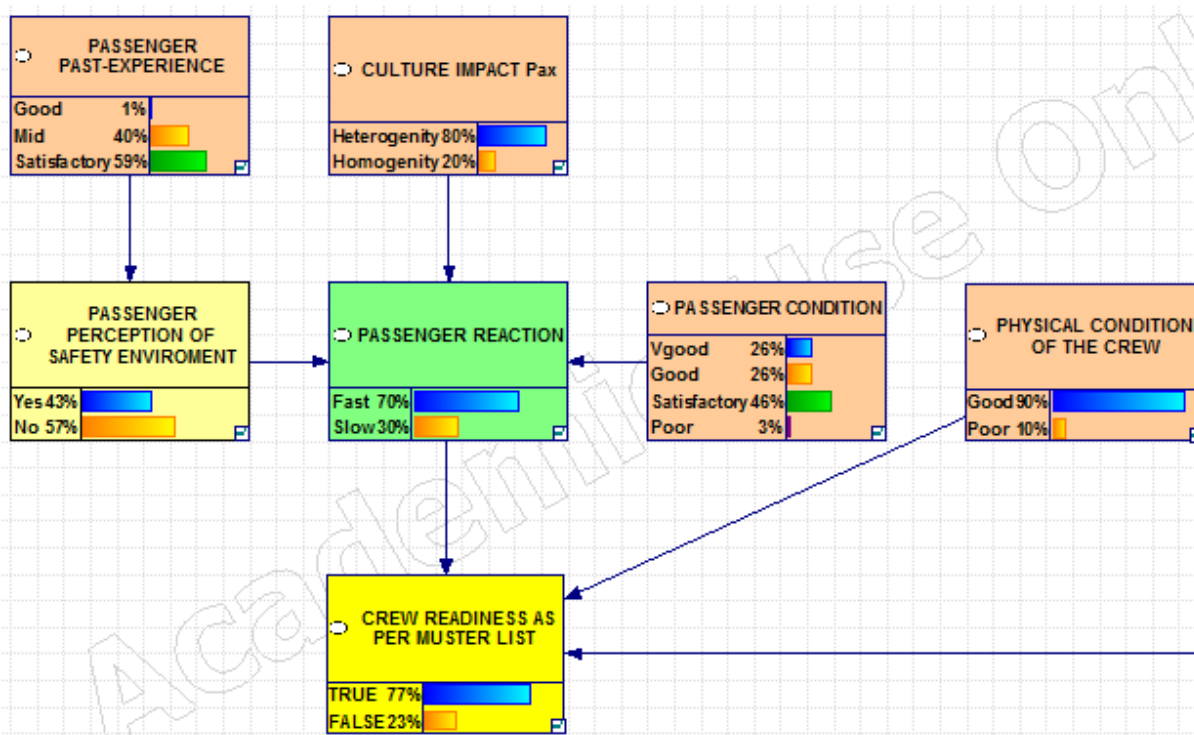
4.1.6. Brzina reagiranja putnika

Na brzinu reagiranja putnika (*Passenger Reaction* - PR) u vrijeme izvanrednih situacija utječe njihovo stanje (*Passenger Condition*), kultura (*Culture Impact*) i opažanje sigurnosnih značajka (*Passenger Perception of Safety Environment*). Na varijablu opažanja sigurnosnih značajka utječe plovidbeno iskustvo putnika. Za potrebe disertacije putnici se promatraju s gledišta kulturoloških različitosti, demografije i plovidbenog iskustva.

Putnici prate radnje, aktivnosti i ponašanje članova brodske posade. Pojedinci imaju plovidbenog iskustva, ali i iskustva u sličnim djelatnostima na kopnu. Promatranjem posade i odnosom prema sigurnosnim mjerama na brodu dobivaju sliku o općoj sigurnosti na brodu koja može biti ključni čimbenik u izbjegavanju paničnog oblika ponašanja, čime se povećava uspješnost spremnosti posade.



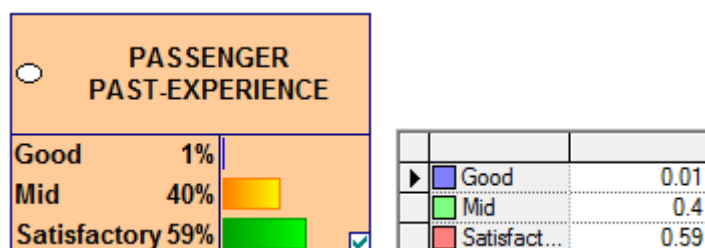
Slika 50. Prikaz kvalitativnog pod modela putnika



Slika 51. Prikaz kvantitativnog pod modela putnika

4.1.6.1. Prethodno plovidbeno iskustvo putnika

Iskustvo putnika na brodovima za kružna putovanja (*Passenger Past-Experience* - PPE) ovisi o broju putovanja te općoj familiarizaciji i radnim aktivnostima na brodu. Prema SOLAS Pravilu 19.2.2. putnici moraju dobiti potrebne informacije prije ili po odlasku broda o načinima postupanja u izvanrednim okolnostima. Ujedno putnici tijekom boravka na brodovima opažaju ponašanje članova posade, njihovo postupanje za vrijeme trajanja vježba i dobivaju sliku o općoj sigurnosti na brodu. Izvođenje vježbi osobito je bitno za putnike starije životne dobi. Pomorske nezgode brodova za kružna putovanja, objavljene na raznim društvenim mrežama i drugim javnim medijima povećavaju svijest o opažanju sigurnosti putnika na brodovima. Posebna skupina putnika koju treba nadasve izdvojiti od ostalih čine oni s plovidbenim iskustvom rada na brodovima, putnici osobito zapadnog dijela svijeta koji su aktivno sudjelovali u vojnim operacijama, plovili na ratnim brodovima i sl. Vrijednosti prethodnoga plovidbenog iskustva mogu se procijeniti na način kako je prikazano na slici 52.



Slika 52. Varijabla PPE i apriorna vjerojatnost

- Broj putnika koji ima iskustvo plovidbe na drugoj vrsti brodova (A).
- Broj putnika koji ima iskustvo plovidbe na brodu za kružna putovanja (B).
- Broj putnika koji nema iskustvo plovidbe na brodu za kružna putovanja (C).

$$Good\ PPE = \frac{n_{Ap}}{n_{uk\ putnika}} \times 100\ \% \quad (12)$$

$$Mid\ PPE = \frac{n_{Bp}}{n_{uk\ putnika}} \times 100\ \% \quad (13)$$

$$Satisfactory\ PPE = \frac{n_{Cp}}{n_{uk\ putnika}} \times 100\ \% \quad (14)$$

4.1.6.2. Opažanje sigurnosnih značajka

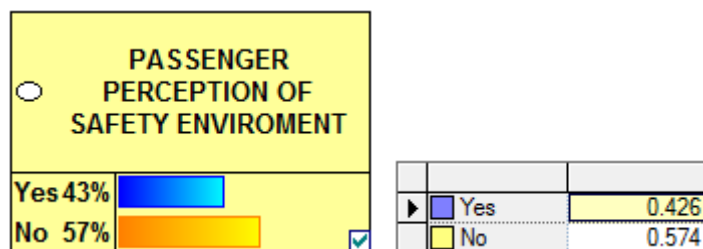
Na opažanje sigurnosnih značajka (*Passenger Perception of Safety Enviroment-PPSE*) utječe prethodno plovidbeno iskustvo putnika. Ahola i suradnici, 2014. [16] naglašava kako opažanje sigurnosnih značajki utječe na ponašanje putnika. Prema autoru provedena su dva ispitivanja na dva različita broda za kružna putovanja, *Vision of the Seas* i *MSC Sinfonia* metodom intervjuiranja. Na temelju pet glavnih tema u upitniku, kao što su: konstrukcijski i dekoracijski ambijent unutrašnjosti broda, smještaj sredstava za spašavanje, alarmi i treninzi, komunikacija, osjećaj sigurnosti i povjerenja te osjećaj zajedništva osposobljenosti posade. Analizom rezultata odgovora ispitanika može se zaključiti da najveće značenje na opažanje putnika imaju tehničke izvedbe na brodu (rukohvati, osvjetljenje i otvori), sredstva za spašavanje (brodice, broj sredstava za spašavanje), komunikacija (sigurnosne obavijesti, osjećaj sigurnosti), emotivne karakteristike (povjerenje, sigurnost) osjećaj zajedništva (profesionalnost posade, zajedništvo samih putnika, nazočnost članova posade).

Iako se sa sigurnošću ne mogu odbaciti rizici točno iznesenih odgovora, korištena metoda daje sliku stvarnog stanja temeljenu na procjeni ekspertnog mišljenja autora. Nadalje, ako putnici imaju plovidbenog iskustva, tada nerijetko na brodu komuniciraju s članovima posade u namjeri da procijene njihovo znanje i steknu osjećaj sigurnosti. To se posebno odnosi na onaj dio putnika koji imaju iskustvo rada na brodovima. Temeljem navedene procjene sigurnosti, takvi će putnici brže reagirati bez obzira na kulturu.

Kvantifikacija ove varijable i određivanje uvjetne vjerojatnosti dobivaju se na temelju tablice združene distribucije vjerojatnosti i *a priori* njezinih "roditelja" (Tablica 20.).

Tablica 20. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti opažanja sigurnosnih značajki (PPSE)

PASSENGER PAST-EXPERIENCE	Good	Mid	Satisfactory
► Yes	0.9	0.6	0.3
No	0.1	0.4	0.7



Slika 53. Varijabla PPSE i posteriorna vjerojatnost

Važnost osjećaja sigurnosti putnika i njihovo povjerenje je neprocjenjivo važan čimbenik u spašavanju ljudi.

4.1.6.3. Utjecaj kulture

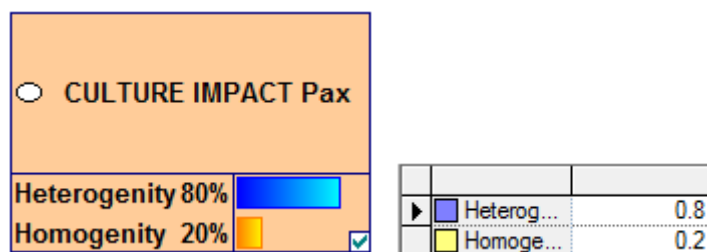
Utjecaj kulture (*Culture Impact* - Clp) detaljno je opisan u odjeljku 4.1.4. a za potrebe disertacije i procijene vrijednosti ove varijable koristit će se Hofstedovom analizom i njegovim elementima individualnog i grupnog postupanja. Bielić T. 2003, je u svojoj disertaciji pojasnio skupno i individualno vrednovanje i postupanje. Hofstedova skala⁴¹ prikazuje veličinu individualnog postupanja za 103 zemlje svijeta.

Vrijednosti utjecaja kulture temeljene na razdiobi utjecaja homogene i heterogene skupine može se procijeniti na temelju izraza.

$$\text{Homogeneity Clp} = \frac{n_{hom}}{n_{uk putnika}} \times 100 \% \quad (15)$$

$$\text{Heterogeneity Clp} = \frac{n_{het}}{n_{uk putnika}} \times 100 \% \quad (16)$$

Vrijednosti apriorne vjerojatnosti procijenjene su na temelju tablice 3. Razvidno iz slike putovanja izražene su tri skupine kultura s visokim vrijednostima individualizma (Kanada - 80 %, Velika Britanija - 89 %, SAD - 91 %). Putnici koji imaju izraženu veličinu individualizma postavljat će veći broj pitanja članovima posade, a time i uspoređivati sam postupak spašavanja u odnosu na skupinu putnika koji će slušati upute i kretati se prema odredištima. Iz tablice 3. zaključuje se da 56 putnika od ukupno njih 2699, pripada skupini homogenih kultura, što u postotku iznosi 2 %. Ostatak od 98% pripada skupini koje mogu različito reagirati u izvanrednim situacijama.



Slika 54. Varijabla Clp - putnici i apriorna vjerojatnost

⁴¹ <https://www.hofstede-insights.com/product/compare-countries/> preuzeto 20.04.2018.

4.1.6.4. Stanje putnika

Na stanje putnika (*Passenger Condition* – PC) utječu fizičke karakteristike (spol, godište, dimenzije osobe, broj osoba s poteškoćama u kretanju). Uz fizičke karakteristike postoji i psihološki te mentalni utjecaj na stanje putnika. Za potrebe doktorske disertacije koristit će se podacima iz literature MSC.1/Circ.1533., gdje je predložena brzina kretanja putnika različite životne dobi poradi analize trajanja putovanja koristeći se simulacijom za naprednu metodu (*advanced evacuation analysis*). Prema smjernici brzina kretanja putnika od mjesta gdje se trenutno nalaze prema kabinama razlikuje se u ovisno o životnoj dobi, spoli, i osobama s poteškoćama u kretanju. Na putu prema odredištima putnici se kreću stubištima i koridorima pa je dan prikaz brzina kretanja osoba koja mogu poslužiti u simulacijama.

Apriorna vjerojatnost će se podijeliti temeljem razdiobe putnika različite životne dobi:

- dobro stanje putnika u dobi do 30 godina starosti (VG),
- srednje stanje putnika u dobi od 30 do 50 godina starosti (G),
- zadovoljavajuće stanje putnika starijih od 50 godina starosti (S),
- loše je stanje putnika s poteškoćama u kretanju ili zbog uzroka koji smanjuje fizičku i mentalnu sposobnost pri reagiranju (P).

Apriorna vjerojatnost određuje se prema izrazima:

$$\text{Very good PC} = \frac{n_{VG}}{n_{uk putnika}} \times 100 \% \quad (17)$$

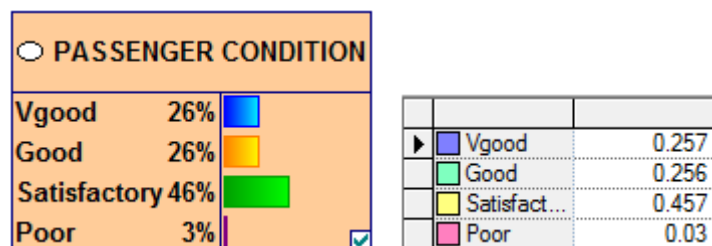
$$\text{Good PC} = \frac{n_G}{n_{uk putnik}} \times 100 \% \quad (18)$$

$$\text{Satisfactory PC} = \frac{n_S}{n_{uk putnika}} \times 100 \% \quad (19)$$

$$\text{Poor PC} = \frac{n_P}{n_{uk putnika}} \times 100 \% \quad (20)$$

Varijabli je dodijeljena apriorna vjerojatnost na temelju statistika CLIA – US godišnjeg izvješća za 2016. i 2017. godinu⁴². Prema izvješću na 15 regija svijeta plovilo je ukupno 22955(2K) putnika različite životne dobi (A - 6131(2K) / 26.7 %, B - 6110(2K) / 26.6 %; C – 10718(2K9) / 46.7 %. Potrebno je naglasiti da osobe otežanog kretanja nisu statistički obrađene, stoga će se njihova procjena temeljiti na ekspertnom mišljenju.

⁴² <https://www.cruising.org/docs/default-source/research/clia-us-report-full-year-2016-2017-overview.pdf>



Slika 55. Varijabla PC i apriorna vjerojatnost

Brzina reagiranja putnika

Reagiranje putnika na izvanredne okolnosti uvjetuje brzinu kretanja posade prema odredištima. Brzina reakcije ovisit će o tri utjecajne varijable, ali prvenstveno o vrijednosti percepcije sigurnosti. Ako putnici imaju plovidbenog iskustva, tada je njihova percepcija o sigurnosti na visokoj razini, te će njihova reakcija biti brža od onih putnika koji ga nemaju.

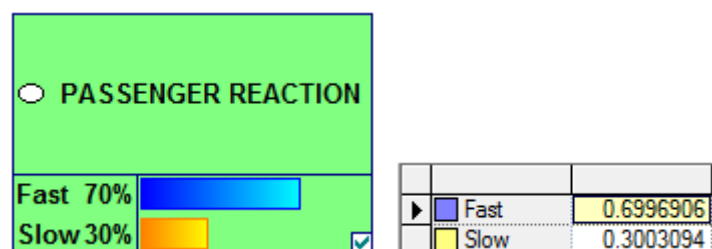
Kvantifikacija ove varijable, tj. određivanje uvjetne vjerojatnosti dobiva se na temelju tablice združene distribucije vjerojatnosti i *a priori* njezinih "roditelja".

Tablica 21. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti brzina reagiranja putnika (PR)

PASSENGER ...		Yes							
PASSENGER ...		Vgood		Good		Satisfactory		Poor	
CULTURE IMP...		Heterogeneity	Homogeneity	Heterogeneity	Homogeneity	Heterogeneity	Homogeneity	Heterogeneity	Homogeneity
► Fast		0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.5
Slow		0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.5

		No							
		Vgood		Good		Satisfactory		Poor	
		Heterogeneity	Homogeneity	Heterogeneity	Homogeneity	Heterogeneity	Homogeneity	Heterogeneity	Homogeneity
		0.8	0.75	0.7	0.65	0.5	0.45	0.4	0.35
		0.2	0.25	0.3	0.35	0.5	0.55	0.6	0.65

Heterogene skupine imaju veće brzine reakcije jer pokušavaju dobiti saznanja o situaciji u kojoj se trenutno nalaze, razvoju događaja te direktno ometaju okupljanje posade. Individualizam usporava kretanje prema odredištima, ali zasigurno su reakcije brže. Homogene skupine se lakše vode što je primjer nezgode broda *Seawol*. Reagiranje takvih skupina je jedinstveno kad se pravilno vode odnosno kad su pravilno informirane. Ipak početna reakcija putnika koji pripadaju heterogenim skupinama je znatno brža od skupine koja čeka informacije.

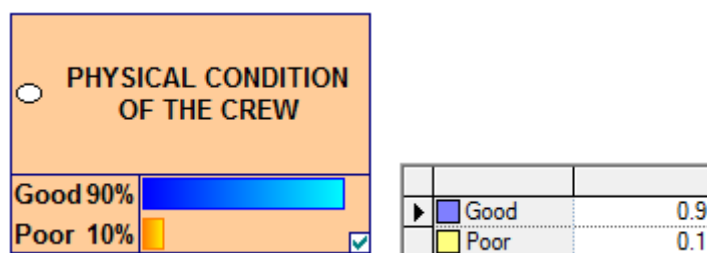


Slika 56. Varijabla PR i posteriorna vjerojatnost

4.1.7. Fizička spremnost posade

Fizička sposobnost rada na brodu (*Physical Condition* - PC) dokazuje se zdravstvenom sposobnošću izdane od ovlaštene zdravstvene ustanove u skladu s propisima i zahtjevima STCW konvencije (Dio I/9), MLC konvencije (odjeljak 1.2.) ili smjernica za zdravstveni pregled [79]. Udovoljavanje propisanim zdravstvenim uvjetima dokazuje se valjanim uvjerenjem o zdravstvenoj sposobnosti, koje je izdala ovlaštena zdravstvena ustanova u skladu s odgovarajućim propisima o zdravstvenim pregledima pomoraca. Nadređena vlast, liječnici, ispitivači, brodovlasnici, predstavnici pomoraca i sve druge osobe koje se bave zdravstvenim pregledima radi utvrđivanja zdravstvene sposobnosti kandidata za pomorce ili zaposlenih pomoraca, moraju se pridržavati ILO/WHO *Guidelines for Conducting Pre-sea and Periodic Medical Fitness Examinations for Seafarers*, uključujući naknadne inačice tih smjernica i svih drugih primjenjivih međunarodnih smjernica koje je objavile Međunarodna organizacija rada, Međunarodna pomorska organizacija i Svjetska zdravstvena organizacija [81]. Nadređena vlast mora zahtijevati da, prije početka rada na brodu, pomorci imaju valjanu zdravstvenu svjedodžbu kojom se potvrđuje da su zdravstveno sposobni obavljati dužnosti povjerene im na moru.

Varijabla fizičko stanje članova posade kvantificirat će se tako da se utvrdi njihovo stvarno fizičko stanje ovisno o trenutnom zdravstvenom stanju i umanjnim fizičkim sposobnostima zbog loših vremenskih uvjeta. Za potrebe disertacije razmatranoj će se varijabli dodijeliti vrijednost 0.9, koja označava fizičku sposobnost članova posade s najvišom vrijednosti, te 0.1 za stanje člana posade koji nije fizički spreman (prekovremeni rad, konzumacija alkohola i sl.). (Slika 57.).



Slika 57. Varijabla PCC i apriorna vjerojatnost

4.1.8. Spremnost posade

Dinamičke promjene u brzini kretanja kod djece, osoba koje se otežano kreću ili se koriste pomagalicama, uz gustoću na izlazima već su istraživana u mjestima gdje takve osobe znaju prostor u kojem se nalaze. U vrijeme pomorske nezgode putnici mogu postati dezorijentirani, posebno u okolini u kojoj se ne snalaze, te je činjenica da bez članova posade na mjestima koja su im određena rasporedom za uzbunu uspješnost njihovog spašavanja nije zadovoljavajuća.

Njihove reakcije, ponašanje i donošenje odluka prikazan je prema Tisseraa, 2013 [59]., gdje osoba koja nije upoznata s okolinom u kojoj se nalazi, pokušava slijediti znakove koji vode k izlazu. Ako takva osoba ne vidi sigurnosne znakove u blizini, promijenit će svoje ponašanje i početi istraživati okolinu u potrazi za oznakama. U trenutku otkrivanja znakova svoje ponašanje će vratiti na početak. Autori u svom radu opisuju tri oblika ponašanja ljudi u prostoru: masa slijedi znakove

(*signalled exit behaviour*), traži najbliži izlaz (*nearest exit or best predicted exit*) i kad istražuje okolinu u kojoj se nalazi (*explore enviroment*).

Spremnost posade (*Crew Readiness as per Muster List* - CR) kao zaključna varijabla razmatranog modela može se promatrati različito, ovisno o zadanim vrijednostima korijenskih vrhova.



Slika 58. Varijabla CR i posteriorna vjerojatnost

Vrijednost varijable spremnosti posade broda prikazuje vrijednost za zadane vrijednosti korijenskih vrhova modela. Promjenom stanja utjecajnih varijabli promijeniti će se i ishod krajnje promatrane varijable CR. Koje varijable najviše utječu na ishod odrediti će se metodom osjetljivosti u sljedećem poglavlju.

5. PROVJERA MODELA

U ovom poglavlju primijenjena je metoda osjetljivosti programskog jezika GENIE (*sensitivity analysis*) koja je alat za provjeru valjanosti modela. Metodom osjetljivosti moguće je grafički prikazati najutjecajnije varijable modela na određenu varijablu (*selected node*). Za potrebe disertacije, određena je varijabla spremnosti brodske posade i varijabla uspješnosti provedenih vježbi nad kojom je provedena analiza. Metodom osjetljivosti utvrđene su utjecajne varijable prema važnosti. Nakon provedene metode osjetljivosti analizirani su rezultati.

Analiza osjetljivosti je tehnika programskog jezika GeNie, uz pomoć koje se jednostavno izračunava veličinu utjecaja svih varijabli na promatranu varijablu. Algoritamskim izrazom koji su predložili Kjaerulff i van der Gaag 2000. [40], program učinkovito izračunava niz derivata posteriori vjerojatnosti svih čvorova u nizu Bayesove mreže koji daju indikaciju važnosti mrežnih parametara. Ako je derivat velik za promatranu varijablu tada i manje odstupanje u varijabli ponekad uzrokuje velike promjene u posteriornim vrijednostima (GeNie manual, 2017 [73]). Prema Castillo, E. [22] visoko osjetljivi parametri utječu na ishod promatrane varijable. Identificirajući visoko osjetljive varijable moguće je promjenama stanja ili utjecajem na vrijednosti dobiti bolje rezultate promatrane varijable.

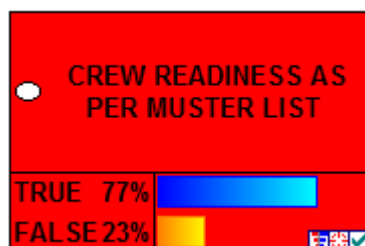
Funkcijom "Tornado" moguće je odrediti promjenu vrijednosti ishoda početne varijable za promjenu vrijednosti svih njezinih utjecajnih varijabli. Grafički prikazi analize osjetljivosti sa najutjecajnijim varijablama dan je u privitku 1. i 2.

5.1. Provedba ispitivanja i analiza rezultata

Koncept ispitivanja sastoji se od analize osjetljivosti varijable *crew readiness as per muster list* (Slika 59.). Početnim varijablama koje nemaju svoje "roditelje" određene su apriorne vrijednosti temeljem statističkih podataka, a tamo gdje to nije bilo moguće korišteno je ekspertno mišljenje onako kako je to opisano u prethodnom poglavlju. Za provedbu ispitivanja modela vrijednosti su dodijeljene na temelju studije slučaja. Nakon dodjeljivanja apriornih vrijednosti varijablama koje nemaju svoje roditelje te uvjetnih vjerojatnosti za varijable koje imaju "roditelje" dobiveni su posteriorni ishodi svih varijabla modela, a time i ishod promatrane varijable (4. poglavlje).

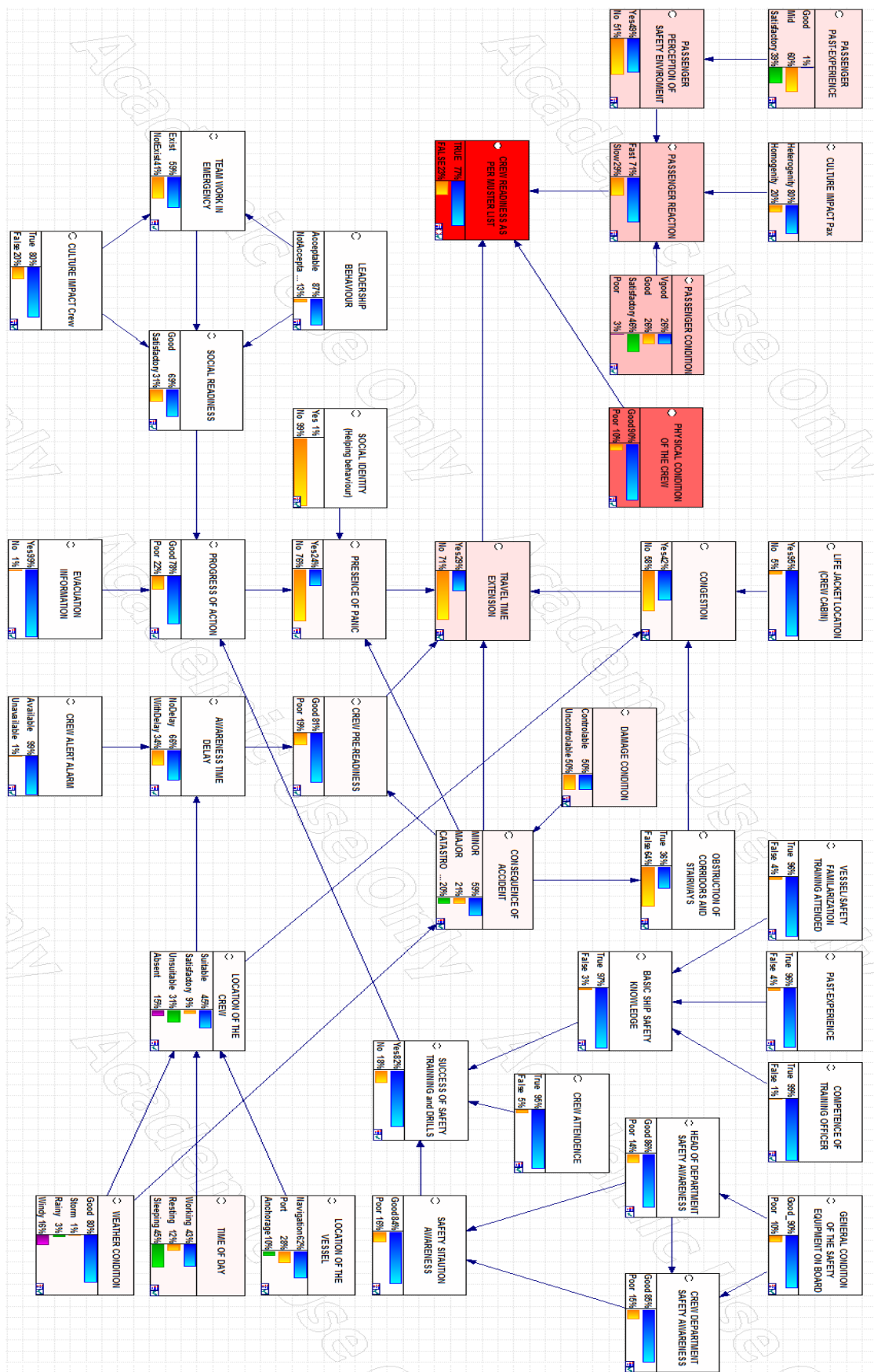
Vjerojatnost uspješnosti (*posterior probability*) varijable (*crew readiness as per muster list*) iznosi 77 % ili 0,76912196; (slika 59.).

Cilj je ispitivanja odrediti koje varijable utječu na ishod promatrane varijable, i pronaći područja i način kojima je potrebno djelovati kako bi se vjerojatnost uspješnosti promatrane varijable povećala. U suprotnome, vjerojatnost ishoda promatrane varijable može se i smanjiti ako se promijene vrijednosti početnih varijabla koje nemaju svoje "roditelje".



Slika 59. Varijabla Spremnost posade pri analizi osjetljivosti (*Target Node*)

Na spremnost posade (*terminal event*), što je vidljivo iz modela utječu varijable osjenčane crvenom bojom, a njihov stupanj utjecaja prikazan je izraženošću boje (Slika 60, privitak 1.) ili numeričkom vrijednošću prema tablici 22. Na promatranu varijablu utječe reagiranje putnika, fizička spremnost članova posade, povećanje vremena putovanja prema odredištima, zagušenju prolaza, lokacija prsluka za spašavanje i posljedica pomorske nezgode.



Slika 60. Model spremnosti posade s osjetljivim varijablama (*sensitivity analysis*)

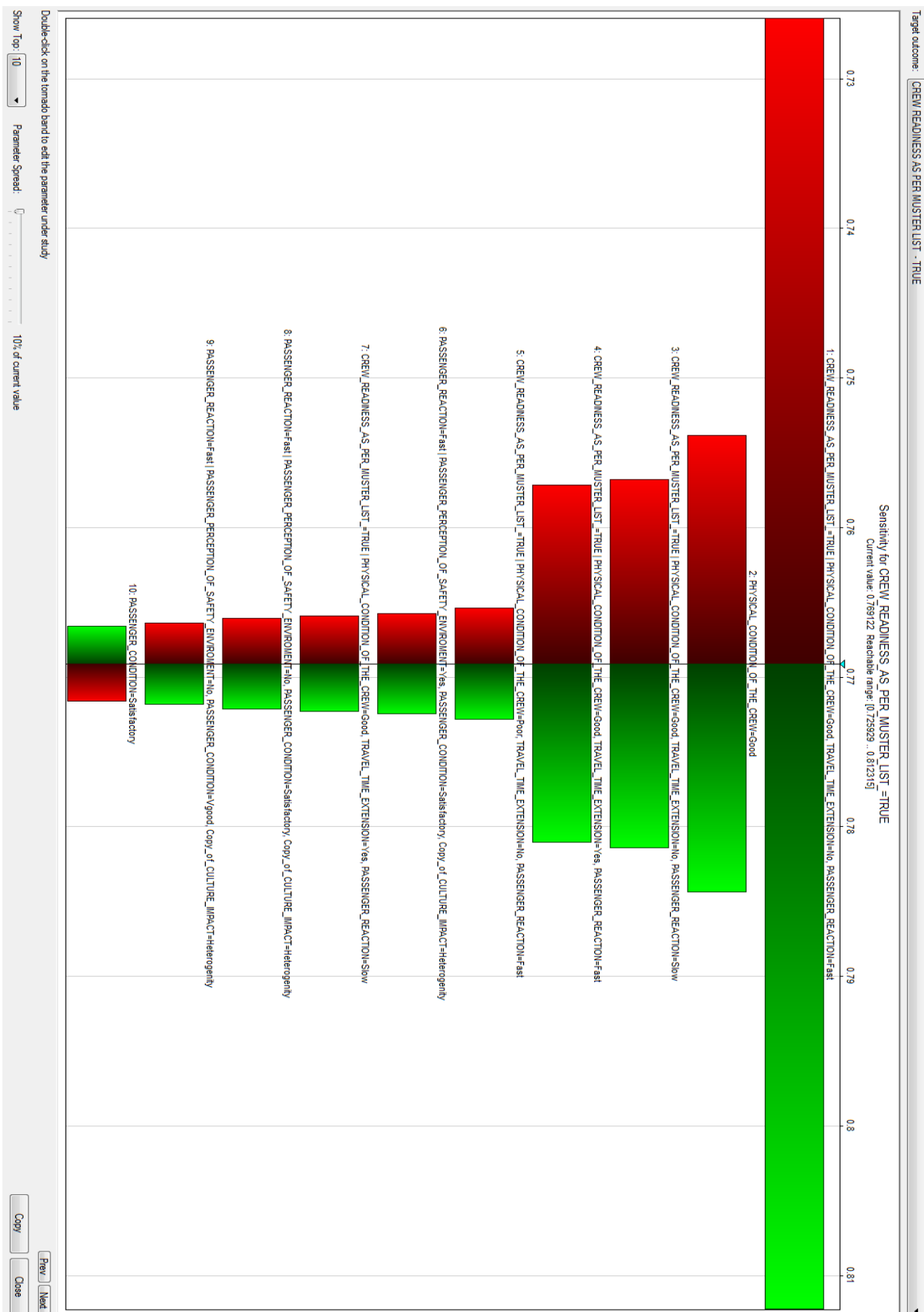
Varijable koje najviše utječu na promatranu varijablu spremnosti posade prikazane su tornado-dijagramom. Dijagram je na slici 61 i prikazuje najosjetljivija područja modela za promatranu varijablu (*target node*). Dijagram pokazuje promjenu vrijednosti promatrane varijable za 10 % promjene posteriornih stanja 10 varijabla. Razdjelnikom ili pomičnom funkcijom (*parameter spread*) moguće je prikazati stanja varijable nakon promjena stanja utjecajnih varijabla za 10 do 100 % vrijednosti.

Vrijednosti promjene parametara za 20 % prikazane su u privitku 3. Tornado-dijagram jedna je od funkcija programa GeNIe gdje se mogu mijenjati posteriorne vrijednosti u rasponu od 10 % do 100 %.

Funkcijom Tornado koristi se kako bi se napravila dublja analiza osjetljivosti. Moguće je promatrati pojedinačne varijable ili skup svih zajedno. Kao što je rečeno, zeleno područje je uvećanje u smjeru koji se promatra, dok je crveno područje smanjenje za 10 % promjene. Duljine zelenih i crvenih traka u grafikonu prikazuju pozitivne i negativne utjecaje na promatranu varijablu, ako su ishodi varijabli uvećani ili smanjeni za 10 %.

Za primjer, vjerojatnost ishoda varijable spremnosti posade iznosi 77 % ili 0,769122. Promjenom stanja varijable iz grafikona (fizička spremnost posade) od +/-10 %, promatrana varijabla će povećati vrijednost do 0,784419, a ako bi se njezina vrijednost umanjila za 10 % tada bi ishod promatrane varijable bio 0,753825. Ako bi se istoj varijabli umanjila vrijednost za 20 %, vjerojatnost ishoda krajnje varijable iznosio bi 0,738528.

Razvidno je iz grafikona da varijabla reakcija putnika (*passenger reaction*) ima najveći utjecaj na ishod krajnje varijable. Varijabla trajanja putovanja (*travel time extension*), (*passenger perception of safety environment*), (*passenger past experience*), (*consequence of accident*), imaju više izražene utjecaje na ishod krajnje varijable. Uz ove varijable manji je utjecaj varijabla smještaj prsluka za spašavanje (*life jacket location*), zagušenja prolaza (*congestion*), lokacije posade (*location of the crew*) i dr., što implicira da promjena većih posteriornih stanja ne utječe znatno na ishod krajnje varijable.



Slika 61. Tornado grafikon sa 10 parametara s izlaznom varijablom „Spremnost posade = True“

Tablica 22. Vrijednosti osjetljivosti varijabla u odnosu prema promatranoj varijabli (CR)

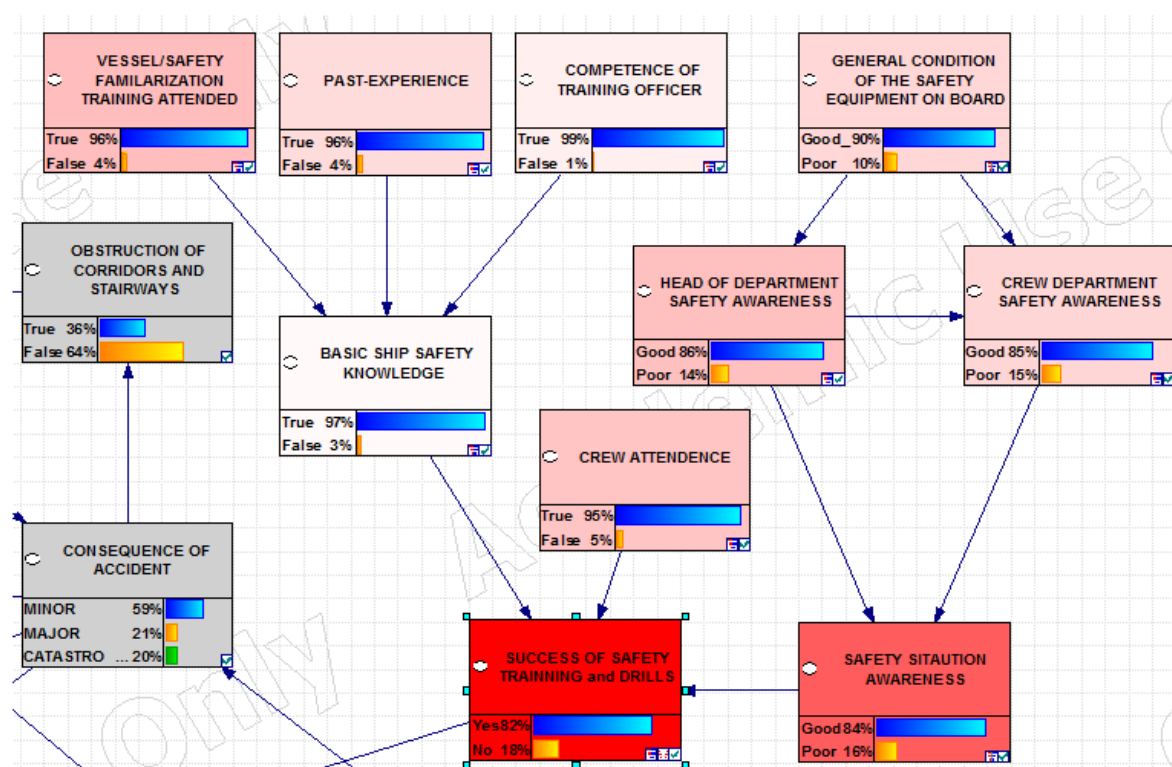
Ranking	Variable	Max	Avg
1	<i>Physical Condition of the Crew</i>	0.170	0.085
2	<i>Passenger Condition</i>	0.063	0.025
3	<i>Passenger Reaction</i>	0.061	0.009
4	<i>Travel Time Extension</i>	0.035	0.002
5	<i>Passenger Perception of Safety Enviroment</i>	0.034	0.01
6	<i>Passenger Past-Experience</i>	0.028	0.01
7	<i>Culture impact (pax)</i>	0.015	0.007
8	<i>Damage Condition</i>	0.012	0.006
9	<i>Time of Day</i>	0.007	0.002
10	<i>Consequence of Accident</i>	0.009	0.001
11	<i>Congestion</i>	0.007	0.001
12	<i>Life Jacket Location</i>	0.006	0.003
13	<i>Weather Condition</i>	0.006	0.001
14	<i>Presence of Panic</i>	0.006	0
15	<i>Crew Pre Raediness</i>	0.005	0.001
16	<i>Location of the Vessel</i>	0.002	0.001
17	<i>Location of the Crew</i>	0.002	0
18	<i>Success of safety Training and Drills</i>	0.001	0
19	<i>Obstruction of Corridor</i>	0.001	0
20	<i>Progress of Action</i>	0.001	0
21	<i>Social Identity</i>	0.001	0

Vidljivo je iz tablice 22. da su varijable utjecaja prema osjetljivosti postavljene u rasponu od 1 do 21 u odnosu prema krajnjoj varijabli spremnost posade broda. Maksimalna vrijednost derivata dobivenog algoritmom analize osjetljivosti koji izračunava četiri koeficijenta (a, b, c, d) prikazana je u tablici [73].

Kada bi se djelovalo na prve četiri varijable na način promjena ishoda (posteriorne vjerojatnosti) pridonijeli bi se najvećem utjecaju na ishod krajnje varijable.

Iz analize je uočljivo da velik broj spomenutih varijabla označavaju ključne utjecajne varijable (*Critical factors*) na krajnju varijablu. Kao mjera poboljšanja ishoda krajnje varijable moguće je promatrati svaku varijablu utjecaja zasebno.

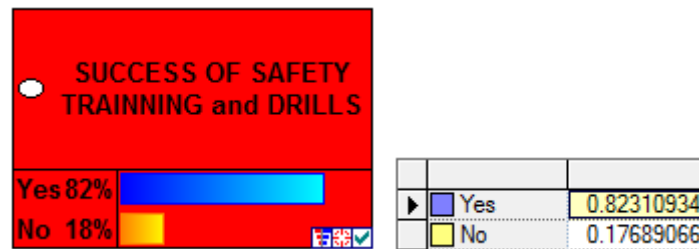
Promatrana je varijabla uspješnost provedenih vježba na brodu. Analiza osjetljivosti provesti će se nad spomenutoj varijabli. *Uspješnost provedenih vježba na brodu* promatra se kao pod model osnovnog modela. Varijable koje nakon provedenog testa osjetljivosti utječu na ishod promatrane varijable vidljive su sa slike 62 i u privitku 1.



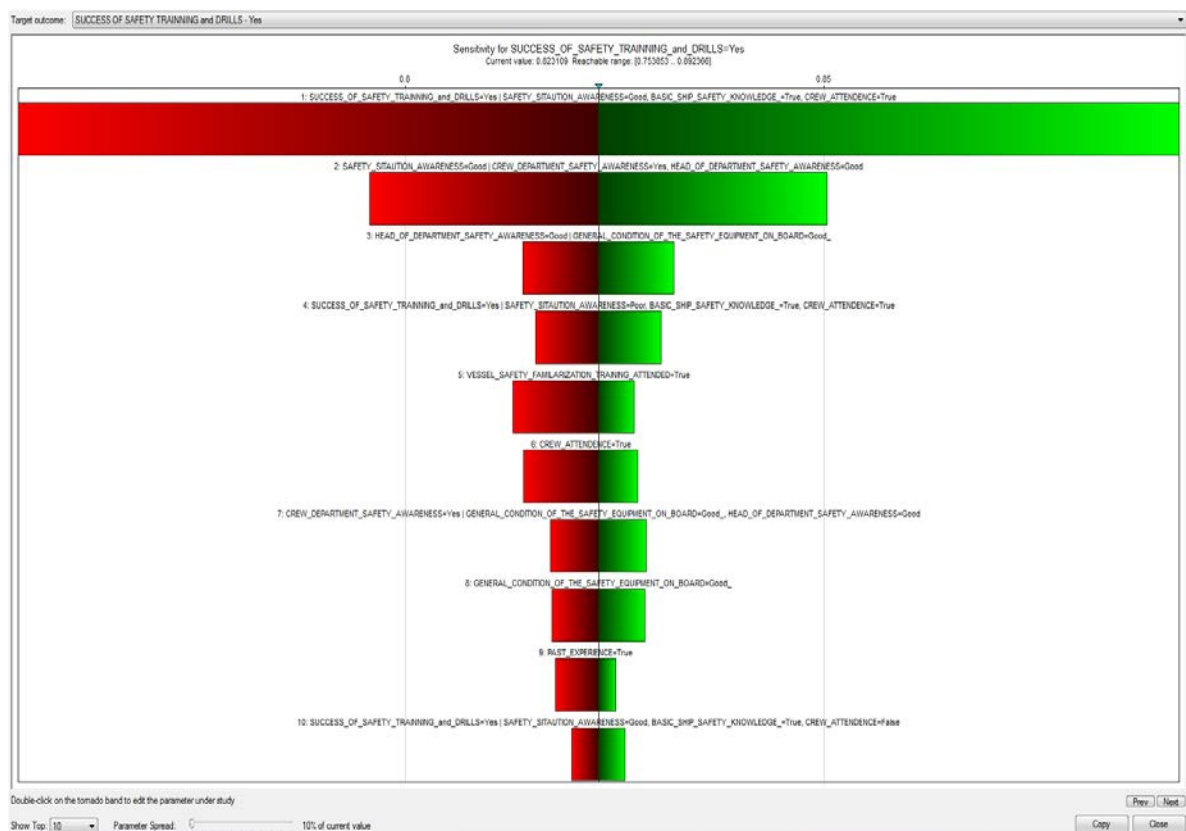
Slika 62. Pod model uspješnosti provedenih vježbi i metoda osjetljivosti

Analiza osjetljivosti koristeći se Tornado-dijagramom prikazan je na slici 63. U dijagramu prikazana su stanja promatrane varijable zbog podizanja vrijednosti utjecaja od 10 %. Trenutna aposteriorna vrijednost varijable uspješnosti vježbanja iznosi 0.823109. Za promjenu stanja od 10 % takva varijabla ima maksimalni doseg između 0.753853 i 0.892366. Ako promijenimo stanja (*posteriori*) svih varijabla u dijagramu za 10 % tada će se i vrijednost krajnje varijable promijeniti za duljinu

trake u pozitivnom ili negativnom smjeru (*green/red bar*). Prema grafikonu, ako posteriornu vjerojatnost varijable *safety situation awareness* - (2nd bar) uspijemo promijeniti za 10 % (*safety situation awareness = good | crew department safety awareness = yes, head of department safety awareness = good*) tada će se i domet promatrane varijable promijeniti u dometu između 0.795847 i 0.850372, ovisno o tome mijenjamo li stanje od 10 % u pozitivnom ili negativnom smjeru. Vrijednost promjene stanja krajnje varijable može se promatrati preko funkcije tornada u rasponu od 10 do 100 %.



Slika 63. Prikaz varijable uspješnosti vježba pri analizi osjetljivosti (*target node*)



Slika 64. Tornado grafikon 10 parametara s izlaznom varijablom (*Success of Safety Drills=Yes*)

Varijable utjecaja prema osjetljivosti postavljene su u rasponu od 1 do 9 u odnosu prema krajnjoj varijabli uspješnost vježba. Iz rezultata prikazanih u tablici 23 razvidno je da najviše utjecaja na ishod promatrane varijable ima varijabla *Safety Situation Awareness* s derivacijom od 0.303. Osjetljivost varijable dolazi zbog manjka svijesti o sigurnosti vodstva određenih odjela (0.101), a time i svijesti o sigurnosti ostatka brodske posade (0.107). Na temelju danih podataka očita je potreba da se djeluje na varijable povećanja svijesti o sigurnosti osoblja, a time i općoj svijesti o sigurnosti.

Tablica 23. Vrijednosti osjetljivosti varijabli u odnosu na promatranu varijablu (SSTD)

Ranking	Variable	Sensitivity Value	
		Max	Avg
1	<i>Safety Situation Awareness</i>	0.303	0.025
2	<i>Head of Dep. Safety Awareness</i>	0.101	0.014
3	<i>Vessel Safety Familiarization Attended</i>	0.107	0.027
4	<i>Crew Attendance</i>	0.094	0.024
5	<i>Crew Dep. Safety Awareness</i>	0.064	0.005
6	<i>General Condition of the Safety Equipment</i>	0.062	0.016
7	<i>Past Experience</i>	0.053	0.013
8	<i>Competence of training Officer</i>	0.023	0.006
9	<i>Basic Ship Safety knowledge</i>	0.008	0.001

Druga važnija varijabla utjecaja odnosi se na *osnovno znanje o sigurnosti* s vrijednosti od (0,08), na koju utječe osjetljive varijable *prethodnog plovidbenog iskustva* (0,053), *nazočnost posade vježbama na brodu* (0,094) i *kompetentnost časnika koji provodi vježbe*. Na varijablu *prethodnog plovidbenog iskustva* nije moguće djelovati na brodu, ali na *nazočnost posade vježbama* moguće je dobiti rezultate u što kraćem vremenu.

5.2. Preporuke

Temeljem predloženog modela i rezultata analize osjetljivosti predlažu se mjere unaprjeđivanja najosjetljivijih varijabli, a time i rezultata promatrane varijable. U ovom pod poglavlju predloženo je više konzistentnih preporuka s ciljem unaprjeđenja varijable spremnosti posade broda. Za detaljniju analizu utjecajne varijable i varijable trajanja putovanja korištena je analiza osjetljivosti.

Najutjecajnije varijable predloženog modela u kojem je varijabla spremnosti posade broda postavljena kao promatrana prikazane su redoslijedom u tablici 22. Vidljivo iz analize osjetljivosti deset najutjecajnijih varijabli modela su "Fizičko stanje članova posade", "Stanje putnika", "Reagirane putnika", "Duljina putovanja", "Sigurnosna percepcija putnika", "Prethodno iskustvo", "Kulturološki utjecaj", "Razvoj i posljedice nezgode", "Dio dana" i "Posljedice pomorske nezgode".

Fizičko stanje članova posade

Uobičajeno je mišljenje da ovakvo stanje ovisi o fizičkim mogućnostima pojedinca ili skupine. U odlomku 4.1.7. naglašena je obveza svakog člana posade liječničkom pregledu prije ukrcaja na brod, gdje se potvrđuje njegova zdravstvena i fizička spremnost. Na fizičku spremnost posade utječe i vrijeme rada i odmora, konzumacija alkoholnih pića, nepovoljni vremenski uvjeti, trenutno zdravstveno stanje posade izazvano bolešću ili ozljedom na radu u vrijeme opasnosti. Takvi čimbenici mogu uzrokovati dezorijentiranost, usporenost, nekontrolirani oblik ponašanja, a time i nedovoljnu fizičku spremnost.

Vrijeme odmora važan je čimbenik koji utječe na svaku osobu na brodu. Iz grafikona 1 disertacije prikazano je njegovo opće stanje na brodovima. Na Sveučilištu u Dubrovniku polaznicima tečajeva izobrazbe za pomorce postavljeno je jednako pitanje te je dobiven jednak odgovor. Vrijeme rada i vrijeme odmora članova posade propisano MLC konvencijom (pravilo A 2.3. *Hours of work and hours of rest*) i STCW konvencijom (Pravilo A - VIII/1, *Fitness for duty*) ne provodi se u potpunosti. Prema Komać, 2011. [42] učinci umora su nemogućnost koncentriranja, smanjena sposobnost donošenja odluka, slabo pamćenje, slaba reakcija, gubitak tjelesne moći, promjena raspoloženja i stava i sl.

Povećanim dodatnim inspekcijskim nadzorom na brodovima u dijelu MLC konvencije sati rada i odmora, te strogim represivnim mjerama za nepoštivanje pravila, potiče se svijest brodarskog menadžmenta na poštivanje sati rada i odmora svojih zaposlenika.

Većina članova posade u vrijeme odmora, osobito noću, provodi vrijeme u prostorima za zabavu, gdje je dopušteno konzumirati i alkoholna pića. Potrebno je posebno izdvojiti konzumacije alkohola na brodu jer ona umanjuje psiho-fizičku sposobnost posade.

Konzumacija alkohola propisana je konvencijom STCW-a u Pravilu A - VIII/1 dijelu 10. Prema pravilu, količina i granice konzumacije alkohola na brodu po članu posade ne smije preći 0.05 % alkohola (u krvi) (BAC^{43}) ili 0.25mg/l alkohola (dah) isključivo dok posada radi. Granice konzumacije alkohola u vrijeme odmora nisu propisane konvencijom.

⁴³ Blood alcohol content

Izvanredne okolnosti mogu nastupiti u bilo koji dio dana ili noći, a posada mora biti spremna odgovoriti na takve okolnosti. Većina brodarskih kompanija je u SUS-u donijela propise za količinu alkohola u krvi znatno niže od propisane STCW konvencijom. Pojedine brodarske kompanije propisale su i pravo provjere količina alkohola u krvi članova posade, izvan njihovog radnog vremena.

Politika ograničenja alkohola tijekom cijelog trajanja ugovora za članove posade (vrijeme rada ili vrijeme odmora) doprinosi povećanju fizičke spremnosti članova posade kao i sigurnosti svih osoba na brodu. Temeljem toga predlaže se promjena pravila STCW konvencije Pravilo A - VIII/1, dijelu 10., gdje količina alkohola ne smije biti veća od 0.05 %, za sve članove posade tijekom cijelog trajanja ugovora.

Stanje putnika

Na brodovima za kružna putovanja plove putnici različitog fizičkog stanja, životne dobi, kulturološkog zaleđa, te plovidbenog iskustva. Gotovo je nemoguće imati ujednačenu životnu dob putnika na brodovima, kulturološko zaleđe, jednako govorno područje kao i njihovo fizičko stanje.

Preporuke za brodograditelje i organizacijsku strukturu broda u dijelu zahtjeva za starije i nemoćne putnike, kojima je potrebna pomoć u kretanju date su u MSC/Circ.735[87]. Brodograditeljima su date smjernice za konstrukciju kabina za putnike koji imaju poteškoće u kretanju i koriste kolica (*Wheelchairs*). Takve kabine bi se trebale nalaziti u dijelu broda koji je najmanje udaljen od stanica za prikupljanje. Organizacijske smjernice su uvježbavanje posade za pružanje pomoći takvim osobama (*Special Need Assistance Team*), popis putnika koji trebaju pomoć prema kabinama treba biti pripremljena za svako putovanje (*Disable List*). Dobrom organizacijom, uz potporu skupine koja ima zaduženje za pomoć tim osobama ukupno vrijeme putovanja do odredišta (*Muster Stations*) bi se znatno umanjilo u slučaju izvanrednih situacija.

Putnici starije životne dobi uključujući osobe koje koriste pomagala pri hodanju iznajmljuju brodske kabine prema vlastitim zahtjevima i budžetima. Tako postoje kabine smještene po pramcu ili krmi broda, lijevom i desnom boku broda na višim ili nižim palubama, unutarnje kabine bez balkona i sl.

*Preporuka za organizacijsku strukturu je pismena i usmena informiranost takvih putnika o njihovoj preventivnoj prijevremenoj evakuaciji prema odredištima u odnosu na ostale putnike u slučaju izvanrednih situacija. Kada je dat znak za uzbunjivanje tima koji upravlja oštećenjem, osim osoba koji se nalaze u neposrednoj blizini nezgode potrebno je evakuirati i osobe za koje je utvrđeno da trebaju neophodnu pomoć (*Disable List*). Na taj način takve bi se osobe evakuirale u vrijeme tzv. praznog hoda, u vrijeme poziva timu koji upravlja oštećenjem ili u vrijeme kada se posada broda razmješta na svojim odredištima. Nakon spašavanja takvih osoba, a ako postoji vrijeme za to uslijedio bi znak za opće uzbunjivanje cijelog broda. Na taj način bi se ujedno spriječilo zagušenje prolaza i hodnika u vrijeme općeg znaka za uzbunjivanje.*

Preporuka brodovlasnicima i osobama koje direktno iznajmljuju kabine putnicima te članovima njihovih obitelji su da odvojenost djece od roditelja, kao i drugih članova obitelji nije prihvatljiv s aspekta sigurnosti. Kabine članova obitelji bi se trebale nalaziti u jednakim zonama na brodu odnosno stanicama za prikupljanje. Ako za to ne postoji mogućnost tada se svi putnici i njihovi

članovi obitelji, partneri, prijatelji moraju obavijestiti o postupcima spašavanja te unaprijed otkloniti nejasnoće i prepreke.

Naime, brod za kružna putovanja je podijeljen u zone, kojima je točno određena stanica za prikupljanje putnika (*Muster Station*) u slučajevima izvanrednih okolnosti. Članovi obitelji i njihova djeca mogu se nalaziti u različitim zonama, kojima pripadaju različite stanice za prikupljanje. Neostvarivanje vizualnog kontakta među obiteljima i prijateljima može uvjetovati panični oblik ponašanja, neposlušnost, te stvaranje zagušenja što postaje značajniji problem od same fizičke spremnosti putnika.

Opažanje sigurnosnih značajki putnika

Osjećaj sigurnosti putnika utječe na ponašanje putnika u vrijeme izvanrednih okolnosti. Ahola i suradnici 2014.[16] je prikazao kako konstrukcijski elementi broda, sredstva za spašavanje, komunikacija, osjećaj povjerenja predstavljaju najvažniji utjecaj na osjećaj njihove sigurnosti. Hystad i suradnici 2016. [38] je u svom radu prikazao kako znanje i opažanje utječe na njihov osjećaj sigurnosti na brodu. Putnici opažaju radnje članova posade tijekom izvođenja vježbi na brodu. Plovidbom na istim brodovima tijekom godine, putnici stječu različita iskustva. Potrebno je istaknuti kako putnici vole postavljati mnogobrojna stručna pitanja posadi te od njih očekuju jasne i konkretne odgovore.

Brodski alarmi i njihovo značenje utječu na ponašanje svih osoba na brodu. Prema pravilu SOLAS konvencije 8.2. i 8.4. svaka će osoba na brodu biti upoznata s osnovnim znakovima za uzbunjivanje. Ostali kodirani alarmi⁴⁴ kao i poruke putem javnog razglasa mogu biti preteča općem znaku za uzbunu. Nepoznavanje takvih znakova utječe na ponašanje putnika. Takvi znakovi su naznačeni članovima posade na njihovom rasporedu za uzbunu. Izvjesno je da se određene opasnosti na brodu mogu u kratko vrijeme otkloniti i da je nepotrebno uznemiravati putnike, stoga se koriste kodirani znakovi. Ako se pokušava lažno prikazati činjenice putnicima dovodi se u pitanje povjerenje i sigurnosti. Stoga se dovodi u pitanje, trebaju li takvi alarmi poznati posadi ostati nepoznanica za putnike.

Brodski alarmi ne smiju biti u potpunosti nepoznanica za putnike. Preporuke u smjeru uvježbavanja na najvišoj mogućoj profesionalnoj razini i opreznost pri komuniciranju pridonose većem osjećaju putnika da su sigurni. Na taj način stječe se povjerenje između članova posade i putnika čime se umanjuje vjerojatnost paničnog oblika ponašanja u vrijeme izvanrednih situacija. Tada je reagiranje putnika jednoliko i pravovremeno, što pridonosi i boljoj uspješnosti spašavanja. Osjećaj sigurnosti putnika na brodu za kružna putovanja jedan je od osnovnih čimbenika koji utječe na brzinu vođenja ljudi prema odredištima. Polazeći od činjenice kako pojedini putnici mogu prepoznati značenje određenih alarma nepotrebno je skrivati istinu.

⁴⁴ "Code Bravo" (poziv za skupinu koja upravlja oštećenjem), "Code Green" (poziv za skupinu koja sprječava onečišćenje), "Code Oscar" (čovjek u moru), "Code Mike" (Hitna medicinska pomoć), "Mr. Skylight please report to the reception desk" (prijetnja i terorizam).

Utjecaj kulture

Na brodu za kružna putovanja plove putnici različitih narodnosti, kultura i govornih područja. Neujednačenost upravljanja kao i komunikacijske barijere predstavljaju problem na brodovima u vrijeme spašavanja.

Potrebno je specificirati različite procedure ovisno plove li na brodu jednonacionalna ili višenacionalna skupina putnika. Iako na svakom brodu postoji službeni jezik, u procedure komunikacije u vrijeme spašavanja trebalo bi uvrstiti i procedure na različitim jezicima.

Reagiranje putnika

Na temelju unaprjeđenja spomenutih varijabli moguće je promijeniti ishode varijable reagiranja putnika. Ako bi se na brodu u vrijeme spašavanja upute davale na više jezika, stariji putnici koji imaju poteškoće u hodanju unaprijed premjestili na svoja odredišta, članovi obitelji razmješteni po brodskim kabinama pripadaju jednakim stanicama za prikupljanje, postoji osjećaj povjerenja među putnicima i posadi, tada bez obzira na multikulturalnost brzina reakcije putnika će se unaprijediti.

Produljenje vremena putovanja

Kako bi se bolje definirali utjecajni čimbenici na varijablu produljenja vremena putovanja varijabla je promatrana kao ciljna varijabla te su uočljive slijedeće vrijednosti utjecaja (Privitak 1). Na varijablu utječu stanje pomorske nezgode (0.121), posljedice pomorske nezgode (0.078), dio dana (0.075), smještaj prsluka za spašavanje (0.057), zagušenje prolaza (0.055), vremenski uvjeti (0.047), panični oblik ponašanja (0.045), početna spremnost posade (0.039), smještaj posade (0.021) i položaj broda (0.02).

U nastavku teksta će se dati neke od preporuka koji će uvjetovati promjenu vrijednosti promatrane varijable.

SOLAS konvencija u Glavi II-2 Pravilo 15. propisuje koje znanje i vještine članovi posade moraju imati kako bi ispravno reagirali u izvanrednim situacijama. Svrha je pravila steći osnovno znanje da bi se umanjile posljedice u izvanrednim situacijama. Članovi posade mogu dobiti osnovne informacije (Glava II-2, 15.2.3.) o aktivnoj i pasivnoj zaštiti od požara (*training and training manual*), postavljenih na mjestima lako dostupnima posadi (*crew mess room, recreation room or crew cabin*).

Prema SOLAS-u II-2, 15.3.1. vježbe gašenja požara i napuštanja broda na brodovima za prijevoz putnika moraju se održavati u skladu s pravilom III/30 jednom tjedno. Vježbe *Enclosed space entry and rescue drill* mora se održati jedanput u dva mjeseca za posadu s takvim zaduženjima. Vježbe za skupine koje upravljaju oštećenjem u izvanrednim situacijama odnose se samo na vježbe gašenja požara.

Prema neobveznim smjernicama STCW-a B-V/2, za razvoj STCW kompetencija (A-II/1, A-II/2, A-III/2) potiču se brodarske kompanije (*companies*) i centri koji izvide izobrazbu (*training institution*) na minimum znanja, razumijevanja i vještina koje nositelji takve kompetencije moraju imati poradi bolje kontrole i upravljanja oštećenjem, kao i osnovnih mjera održavanja stabilnosti i

vodonepropusnosti. Cilj je kompetencije da se umani širenje posljedica i poveća stanje spremnosti za odgovor na izvanredne situacije koja uključuje oštećenje vodonepropusnih odjeljenja broda.

Uz preporuke STCW konvencije o uvježbavanju svojih pomoraca u specijaliziranim ustanovama, gdje postoji mogućnost simulacije naplavlivanja prostora je preporuka da se u dio SOLAS-a uvrsti obvezan broj takvih vježba na brodu (onboard training - damage control) kao što je to slučaj za vježbu iz SOLAS-a 19.3.3. (enclosed space entry) ili će se uvrstiti preporuka iz STCW-a B-V/2 u odjeljak V-STCW konvencije (A-V/2). Na taj način posada bi bila uvježbanija, te bi se vjerojatnost posljedica pomorske nezgode trebala umanjiti.

Na brodovima za kružna putovanja uobičajno je da su prsluci za spašavanje smješteni u kabinama posade i putnika. U trenutku oglašavanja općeg znaka uzbunjivanja svaki član posade dužan je preuzeti prsluk za spašavanje te postupiti prema dužnostima prema rasporedu za uzbunu. Članovi posade koji su zaduženi za usmjeravanje ili vođenje putnika prema odredištima trebali bi biti na svojim točno utvrđenim mjestima prije putnika. Duljina i vrijeme putovanja potrebno posadi da pređu od njihove trenutnog položaja do kabina, te krajnjeg odredišta (*emergency position*) može biti veliko i ovisi o:

- trenutnom smještaju člana posade,
- mogućnosti odlaska takvog člana posade prema svojoj kabini,
- veličini opasnosti,
- zagušenju hodnika, prolaza i stubišta.

Thompson i suradnici [60] naznačuje kako su različite studije pokazale da krupniji članovi posade utječu na ukupnu brzinu i tijek kretanja ljudi. Stoga, nakon što oni krenu prema kabinama, odjenu prsluke za spašavanje, i upute se prema krajnjim odredištima, utječu na :

- usporavanje tijeka radnja i akcija,
- produljuju vrijeme trajanja putovanja,
- povećavaju vrijednost zagušenja prolaza na hodnicima, prolazima i stubištima,
- povećavaju vjerojatnost paničnog oblika ponašanja putnika.

Znakom za opće uzbunjivanje upozoravaju se sve osobe na brodu. Ako je dio dana kada posada radi, oglasi se znak za opće uzbunjivanje, posada je dužna krenuti prema kabinama kako bi preuzela prsluke za spašavanje. U istom trenutku većina putnika bi dezorijentirano krenula prema kabinama ili odredištima. Vrijeme putovanja bi se produljilo zbog zagušenja u prolazima. To se isključivo odnosi na stanje kad je smještaj posade povoljan (npr. posada na radnim mjestima).

Ako zapovjednik broda procijeni da postoji dovoljno vremena za razmještaj članova posade po hodnicima, stubištima i prolazima prije općeg znaka za uzbunjivanje, tada postoji opasnost da bi prisutnost članova posade s prslucima za spašavanje po brodu vizualno uznemirila putnike. Ako bi svaki član posade imao rezervni prsluk za spašavanje na točno utvrđenim mjestima prema rasporedu za uzbunu, tada bi uspješnost, brzina spašavanja i organizacija bila znatno bolja, pa slijedi:

Potrebno je razmjestiti dodatan broj prsluka za spašavanje svih članove posade prema mjestima određenim rasporedom za uzbunu. Na taj način, članovi bi posade mogli biti na svojim odredištima u kratkom vremenu, ne bi trebali odlaziti prema kabinama i oblačiti prsluke za spašavanje. Zagušenja na prolazima bila bi manja, a time brže i učinkovitije samo spašavanje. Članovi posade bi mogli stajati na odredištima i odjenuti prsluk za spašavanje tek po potrebi u trenutku oglašavanja općeg znaka uzbunjivanja.

Dodatna preporuka za konstrukcijom dodatnih prsluka manje veličine koji su u skladu s pravilima (Lifejacket, Personal Floating Device – PFD), omogućilo bi bolju pokretljivost članova posade, mogućnost spremanja prsluka u manjim prostorima, na određenim mjestima ili u njihovoj neposrednoj blizini (emergency position).

Novi prsluci za spašavanje članova posade trebaju zadovoljiti opće zahtjeve prema LSA Code, dio II, pravilo 2.2. i zahtjeve provjere prema LSA Code ili A.689(17).

ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem dokazano je da sustav napuštanja broda ovisi o velikom broju čimbenika koje mijenjaju svoju vrijednost u vremenu. Ocjenu uspješnosti napuštanja broda za kružna putovanja moguće je ispitivati alatima koji procjenjuju vjerojatnosti. Korištenjem alata "GeNIe", koji pruža grafičko korisničko sučelje za jednostavniju izgradnju i evaluaciju Bayesovih mreža određeni su ishodi svih nepoznatih varijabli modela, na temelju već poznatih vrijednosti ulaznih varijabli.

U predstavljenom modelu prikazani su čimbenici koji utječu na spremnost posade broda. Spremnost posade broda, da bude na svojim odredištima u što kraćem vremenu prema rasporedu za uzbunu predstavlja najvažniji čimbenik cijelog procesa spašavanja.

Za potrebe disertacije izrađeni su kvalitativni model spremnosti putnika i kvantitativni model spremnosti posade. Procijenjeno je opće stanje spremnosti posade broda za kružna putovanja na temelju statističkih podataka, a tamo gdje to nije bilo moguće koristi se ekspertno mišljenje autora. Metodom osjetljivosti prepoznate su najutjecajnije varijable, te su dane preporuke za poboljšanja vrijednosti varijabla, a time i krajnji ishod promatrane varijable. Tornado dijagramom lako su uočljiva područja, gdje se malim promjenama u stanjima vjerojatnosti određenih varijabla mijenja vrijednost promatrane varijable.

Metodom osjetljivosti osim provjere stanja ciljne varijable modela moguće je ispitati utjecaj bilo koje varijable modela. Djelovanjem na pojedine čimbenike u pogledu edukacije i određenih zaštitnih mjera moguće je unaprijediti vjerojatnost spremnosti posade broda kao i cjelokupne radnje spašavanja.

Postavljenim modelom i dobivenim rezultatima ukazuje se da je hipoteza dokazana u potpunosti. Na temelju statističkih podataka prema zadanim varijablama moguće je u bilo kojem trenutku procijeniti spremnost posade broda. Predloženim modelom spremnosti i njenom primjenom i analizom na brodu za kružna putovanja moguće je ubrzati proces donošenja odluke za napuštanja broda te pridonijeti većoj sigurnosti.

Kada bi se djelovalo na čimbenike prema navedenim preporukama spašavanje ljudi na brodu za kružna putovanja bila bi učinkovitija.

LITERATURA

Knjige

1. Adams M.R.; Shiboard Bridge Resource Management, Nor'Easter Press , 2010. ISBN-10:0-9779200-0-3
2. Blanchard, K.; Rukovođenje na višoj razini, za hrvatsko izdanje, MATE d.o.o., Zagreb, 2010.
3. Cardona, P.; Rey,C.; Upravljanje pomoću misija, za hrvatsko izdanje, MATE d.o.o., Zagreb, 2009.
4. Clarke, L.; mission Improbable: using Fantasy Documents to Thame Disaster, University of Chicago Press, 1999.
5. Gudykunst, W.B.; Ting-Tooney, S.; Culture and Interpersonal communication, Newbury Park, Calif. Sage Publications, 1988.
6. Hall, E.T.; Beyond culture. New York: Doubleday,1976. ISBN 0-385-12474-0
7. Holpp, L.; Upravljanje timovima, za hrvatsko izdanje, MATE d.o.o., Zagreb, 2014.
8. Hofstede, G.; Culture consequences: Comparing values behaviours, institutions and organizations across nations. Thousand Oaks, CA: Sage 2001.
9. Klupfel H.; Pedestrian and Evacuation Dynamics: Ship Evacuation – Guidelines, Simulation, Validation, and Acceptance Criteria, 2009. DOI 10.1007/978-3-642-04504-2-21
10. Koller, D.; Friedman, N.; Probabilistic graphical models: Principles and techniques, Massachusetts Institute of Technology, 2009.
11. Northouse, P.G.; Vodstvo teorija i praksa, za hrvatsko izdanje, MATE d.o.o., Zagreb, 2010
12. Šamanović, J.; Nautički turizam i menadžment marina, Visoka pomorska škola Split, 2002.
13. Trompenaars, F.; Riding the waves of culture. The Electric Book Company, London, UK, 1997, preuzeto sa: www.elecbook.com
14. Vercellis, C.; Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making, Wiley & Sons, 2009.
15. Zec, D.; Sigurnost na moru, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001.

Članci

16. Ahola, M., Murto P., Kujala P., Pitkänen J.; Perceiving Safety In Passenger Ships - User Studies in an authentic environment. Safety Science, Vol 70, str. 222-232, 2014.
17. Balakhontceva, M., Karbovskii, V., Sutulo S., Boukhanovsky, A.; Multi-agent Simulation of Passenger Evacuation from a Damaged Ship under Storm Condition. Procedia Computer Science, Vol 80, str. 2455–2464, 2016.
18. Balakhontceva, M., Karbovskii, V., Rybokonenko, D. & Boukhanovsky, A.; Multi-agent Simulation of Passenger Evacuation Considering Ship Motions. Procedia Computer Science, Vol 66, str. 140–149, 2015.
19. Boin, A.; Kuipers, S.; Owedijk W.; Leadership in time of crisis: A framework for Assessment, International Review of Public Administration Vol. 18, No. 1, 2013.

20. Boulougouris E.K., Papanikolaou A.; Modeling and Simulation of the Evacuation Process of Passenger Ships, Conference Paper, 2002.
21. Bryan J.L.; Smoke as a Determinant of Human Behavior in Fire Situations; University of Maryland, College Park, 1977.
22. Castillo E., Gutierrez J.M., Hadi A.S.; Sensitivity Analysis in Discrete Bayesian Networks, August 1997, IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics - Part A Systems and Humans 27(4) str: 412 – 423, 1997. DOI 10.1109/3468.594909
23. Chu Ching-Wu., Lu Hua-An., Pan Chang-Zui.; Emergency Evacuation Route for the Passenger Ship, Journal of Marine Science and Technology, Vol. 21, No. 5, str. 515-521, 2013.
24. Deere, S.J. Galea E.R., Lawrence P.J.; Assessing Ship Designs in terms of Human Factors Issues Associated with Evacuation and Normal Operations, Ship Technology Research Vol. 55 str.131-144, 2008.
25. Drury J., Novelli D., Stott C.; Representing crowd behaviour in emergency planning guidance: 'mass panic' or collective resilience?, str 18-37, 2013. DOI: 10.1080/21693293.2013.765740
26. Eleye-Datubo A.G., Wall A., Saajedi A., Wang J.; Bayesian Network Modeling to Enable Actualisation of Decision-Making Under Uncertainty in Ship Escape, Evacuation and Rescue Operations, Safety and Reliability, str. 39-51, 2016. DOI: 10.1080/09617353.2005.11690812
27. Eleye-Datubo A.G., Wall A., Saajedi A., Wang J.; Enabling a Powerful Marine and Offshore Decision-Support Solution Through Bayesian Network Technique, Risk Analysis, Vol 26, Br.3, str. 695-721, 2006.
28. Ester Ellen, T. B., Conrad, L.; All at sea: Insights into crew work experiences on a cruise liner, Research in Hospitality Management, 5:2, str.199-206, 2015.
29. Ferscha, A., Kashif, Z.; On the efficiency of lifebelt based crowd evacuation, in Proceedings of the 2009 13th IEEE/ACM International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications, str. 13-20., 2009.
30. Frančić, V., Njegovan, M., Maglić, L.; Analiza sigurnosti putničkih brodova Pomorstvo, god. 23, br. 2, str. 539-555, 2009.
31. Fujihara, A., Miwa, H.; Effect of Traffic Volume in Real-Time Disaster Evacuation Guidance Using Opportunistic Communications, in Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), 2012 4th International Conference on, str. 457-462., 2102.
32. Galea, E.R., Deere S., Brown, R., Filippidis, L.; An Experimental Validation of an Evacuation Model using Data Sets Generated from two Large Passenger Ship. Journal of ship research, Vol. 57:3. str.155-170, 2013.
33. Giustiniano, L., Pina, e Cunha M., Clegg, S.; The dark side of organizational improvisation: Lessons from the sinking of Costa Concordia; Business Horizons, str.223-232, 2016.
34. Glen I. F., Galea E. R.; Ship Evacuation Simulation: Challenges and Solutions, SNAME Transactions, Vol. 109, str. 121-139, 2001.
35. Hanzu-Pazara, R., Popescu, C., Varsami, A.; The role of teamwork abilities and leadership skills for the safety of navigation, The 13th Annual General Assembly of the

- IAMU,2014. preuzeto sa: <http://iamu-edu.org/wp-content/uploads/2014/07/The-role-of-teamwork-abilities-and-leadership-skills-for-the-safety-of-navigation.pdf>
36. Helbing D., Molnar P.; Social Force model for pedestrian dynamics, Institute of Theoretical Physics.Rev. E51, str. 4282-4286, 1995.
 37. Hoffinger G., Zinke R., Kunzer L., Human factor in evacuation simulation, planning and guidance, The Conference of Pedestrian and Evacuation Dynamics 2014, (PED2014), Transportation Research Procedia 2, str. 603-611, 2014.
 38. Hystad S.W., Olaniyan O.S., Eid J.; Safe travel: Passenger assessment of trust and safety during seafaring, Transportation Research Part F 38, str.29–36, 2016.
 39. Keating J.P.; The myth of panic, Fire Journal, Vol 76(3), str. 57-62, 1982.
 40. Kjaerulff U., Van der Gaag L.C.; Making Sensitivity Analysis Computationally Efficient, Uncertainty in Artificial Intelligence Proceedings, str. 317 – 325, 2000.
 41. Klupfel H., Meyer-Konig T., Wahle J., Schreckenber M.; Microscopic simulation of evacuation processes on passenger ships, in: Proceedings of the Fourth International Conference on Cellular Automata for Research and Industry: Theoretical and Practical Issues on Cellular Automata, Springer-Verlag, str. 63-71, London, UK, 2000.
 42. Komać, A.; The Importance of Recognition and Influence of Crew Members' Fatigue in Seagoing and River Navigation, and Improvement of Preventive Measures in Reducing Fatigue, "Naše more" 58(3-4), 2011.
 43. Kotter J.; A Force for Change: How Leadership Differs From Management (str. 3-8), New York: Free Press, 1990.
 44. Leach, J.; Why people 'freeze' in an emergency: temporal and cognitive constraints on survival responses. Aviation, Space & Environmental Medicine, str. 539-542., 2004.
 45. Lee, D., Kim, H., Park, J. H., & Park, B. J.; The current status and future issues in human evacuation from ships. Safety Science, 41(10), str. 861-876, 2003.
 46. Lockey D., Purcell-Jones G., Davies C.T., Clifford R.P.; Injuries sustained during major evacuation of the high-speed catamaran St Malo off Jersey, International Journal of the Care of the Injured Vol. 28, Broj. 3, str. 187-190, 1997.
 47. Mawson A.R.; Understanding Mass Panic and Other Collective Responses to Threat and Disaster, Psychiatry 68(2), 2005.
 48. Mumford, M.D., Zaccaro, S.J., Connelly, M.S., Marks, M.A.; Leadership skills: Conclusion and future directions. Leadership Quarterly 11(1), str.155-170, 2000.
 49. Phil Park K., Ho Hamb S., Ha S.; Validation of advanced evacuation analysis on passenger ships using experimental scenario and data of full-scale evacuation, Computers in Industry 71 str. 103–115, 2015.
 50. Proulx G., Sime D.J.; To Prevent 'Panic' in an Underground Emergency: Why Not Tell People the Truth? Fire Safety Science-Proceeding of the Third International Symposium; Elsavier Applied Science, New York, str 843-852, 1991.
 51. Radianti J., Sarshar P., Dugdale J.; A spatio-temporal probabilistic model of hazard – and crowd dynamics for evacuation planning in disasters, Journal Applied Intelligence, Vol 42, Iss 1, str. 3-23, 2015.
 52. Sarshar P., Radianti J., Gonzales J.J.; Modeling Panic in Ship Fire Evacuation Using Dynamic Bayesian Network, 2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Dynamic and Uncertain Environments (CIDUE), 978-1-4799-0048-0, 2013.

53. Sarshar P., Radianti J., Granmo O., Gonzales J.J.; A Bayesian Network Model for Evacuation Time Analysis during a Ship Fire, 2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Dynamic and Uncertain Environments (CIDUE), 2013.
54. Sarshar P., Radianti J., Granmo O., Gonzales J.J.; A Dynamic Bayesian Network Model for Predicting Congestion During a Ship Fire Evacuation, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2013 Vol I WCECS 2013, str. 23-25 Listopad, 2013, San Francisco, USA, 2013.
55. Sarvari P.A., Cevikcan E., Ustundag A., Celik M.; Studies on emergency evacuation management for maritime transportation; Maritime Policy & Management, 2017. DOI: 10.1080/03088839.2017.1407044
56. Sirgudsson J.H., Walls L.A. Quigley J.L.; Bayesian Belief Nets for Managing Expert Judgement and Modelling Reliability; Quality and Reliability Engineering International; str. 181-190, 2001.
57. Suk K. K.; The Sewol Ferry Disaster in Korea and Maritime Safety Management, Ocean Development & International Law, str. 345-358, 2015. DOI:10.1080/00908320.2015.1089748
58. Tezdogan T., Incecik A., Turan O.; Operability assessmen of high speed passenger ships based on human comfort criteria, Ocean Engineering 89, str.32–52, 2014.
59. Tisseraa P.C., Castroa A., Printista A.M., Luque E.; Evacuation simulation supporting high level behaviour-based agents. Procedia Computer Science, Vol 18, str 1495 – 1504, 2013.
60. Thompson P.; Nilsson D.; Boyce K.; McGrath, D.; Evacuation models are running out of time; Fire Safety Journal 78, str. 251–261, 2015.
61. Vanem E., Skjong R.; Designing for Safety in Passenger Ships Utilizing Advanced Evacuation Analysis - A risk-Based Approach. Safety Science, Vol. 44. str. 111-135, 2006.
62. Vanem, E., Skjong, R.; 2004b. Collision and grounding of passenger ships—risk assessment and emergency evacuations. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Collision and Grounding of Ships, ICCGS 2004, Izu, Japan, str. 25–27, 2003.
63. Von Sivers I., Templeton A., Koster G., Drury J., Philippides A.; Humans do not always act selfishly: social identity and helping in emergency evacuation simulation, Transportation Research Proceeding 2, str. 585-593, 2014.
64. Vujičić S., Kurtela Ž., Koboević Ž.; Marine enviromental analysis in the area of Great Britain with attention on fishing boat analysis for period from 2003 to 2013; Suvremeni Promet - Cro Sc. Society for Transport, Vol 37, Br 3-4, str. 101-176, 2017.
65. Yasuki, L., Kyoko, Y., Kayo, L.; An effective disaster evacuation assist system utilized by an ad-hoc network, in HCI International 2011—Posters' Extended Abstracts, ed: Springer, str. 31-35, 2011.
66. Wang W.L., Liu S.B., Loa S.M, Gao L.J.; Passenger Ship Evacuation Simulation and Validation by Experimental Data Sets, Procedia Engineering 71 str. 427-432, 2014.

Studije, elaborati i priručnici

67. Berg, N.; Storgard, J.; Lappalainen, J.; The impact of ship crew on maritime safety; Publications of the centre for maritime studies university of Turku, A 64, 2013., preuzeto sa: http://www.merikotka.fi/cafe/images/stories/Berg_TheImpactOfShipCrewsOnMaritimeSafety.pdf
68. Buljas Ž., Veliki Englesko-Hrvatski riječnik, Četvrto izdanje, Nakladni zavod Globus, Zagreb 2008.
69. Conrad, J.; I have known the sea too long to have any respect for its decency, STM 2nd Ed. 10/2003 (Issued 01/05)
70. DiNunno, P.J.; Drysdale, D.; Beyler, C.L.; Walton, W.D.; Custer, R.L.P.; Watts J.M.; SFPE Handbook of Fire Protection Engineering; National Fire Protection Association, One Batterymarch Park Quincy, Massachusetts 02269, treće izdanje, 2002.
71. DNV - Det Norske Veritas report no 0277, Risk assessment – large passenger ships – navigation, DNV, 2003
72. Floodstand Annex III: Accident investigation, Investigation reports, preuzeto sa: http://floodstand.aalto.fi/Info/Files/FLOODSTAND_D5.1_ANNEX_III_15-03-2010.pdf
73. GeNIe Modeler, User Manual, Version 2.2.1, Built on 8/4/2017, BayesFusion, LLC
74. Goldenson R.M., Glanze W.D.; Longman dictionary of psychology and psychiatry: Longman New York, 1984.
75. Klaić, B.; Rječnik stranih riječi, Nakladni zavod MH, Zagreb 1988.
76. Maritime & Coastguard Agency: Code of Safe Working Practice, Prosinac 2017.
77. Ministry of infrastructures and transports – MIT; Safety technical investigation, preuzeto sa: https://dadosav.files.wordpress.com/2013/06/costa_concordiafull_investigation_report.pdf
78. Survival at Sea for mariners, Aviators and search and rescue Personnel, Research and Technology Organisation, 2008.

Konvencije, propisi i preporuke

79. Guidelines on the medical examinations of seafarers, ILO/IMO/JMS/2011/12, International Labour Organization and International Maritime Organization; 2013.
80. LSA - Life-Saving Appliances Code, International Maritime Organization, London Edition 2010.
81. MLC - Maritime Labour Convention, 2006; International Labour Organization, 2006.
82. MSC/Circ. 1033 - "Interim Guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships", International Maritime Organization, 2002;
83. MSC/Circ. 1238 - "Guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships", International Maritime Organization, 2007;
84. MSC/Circ. 1533 - "Revised Guidelines on Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships, International Maritime Organization", June 6th, 2016;

85. MSC/Circ.1331 - "Guidelines for construction, installation, maintenance and inspection/survey of means of embarkation and disembarkation" International Maritime Organization, 2009.
86. MSC.1/Circ.1578 - "Guidelines on safety during Abandon ship drills using lifeboat" International Maritime Organization, 2017.
87. Preporuka MSC/Circ.735 - "Recommendation on the design and operation of Passenger ship to respond to elderly and disabled persons need" International Maritime Organization, 1996
88. Preporuka MSC.1/Circ.1446 (Rev 2.) - "Recommended interim measures for passenger ship companies to enhance the safety of passenger ships, International Maritime Organization, 2013.
89. SOLAS - The International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974; International Maritime Organization, London, Consolidated edition 2014.
90. STCW - The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, International Maritime Organization, London, Edition 2011.
91. Rezolucija A.757(18) - "Standards for the calculation of the width of stairways forming means of escape on passenger ships", International Maritime Organization. Maritime Safety Committee; IMO; 1993.
92. Rezolucija MSC.98(73) - "Adoption of the International Code for Fire Safety Systems", International Maritime Organization. Maritime Safety Committee; IMO 2000.
93. Rezolucija A.752(18) - "Guidelines for the Evaluation, Testing and Application of Low-Location Lighting on Passenger Ship", International Maritime Organization, 1993.
94. Rezolucija A.865(20) - "Minimum training requirements for personnel nominated to assist passenger in emergency situations on passenger ships", International Maritime Organization, 1997.
95. Rezolucija A.690(17) - "Periodical inspections of abandon ship and fire drills on passenger ships" International Maritime Organization, 1991.
96. Rezolucija A.691(17) - "Safety Instructions to passengers", International Maritime Organization, 1991.
97. Rezolucija MSC.350(92) "Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974., as amended, International Maritime Organization, 2013.
98. Rezolucija A.443(XI) "Decisions of the Shipmaster with regard to maritime safety and maritime environment protection" International Maritime Organization, 1979.
99. Rezolucija A.1047(27) Principles of minimum safe manning, International Maritime Organization, 2011.
100. Rezolucija A.1021(26) - "Code on alerts and indicators, 2009. International Maritime Organization, 2010.
101. Rezolucija MSC.350(92) - "Amendments to the International Convention for the Safety of Life at sea, 1974, as amended", International Maritime Organization, 2013.

Magistarski radovi i disertacije

102. Bielić, T.; Organizacijski Model upravljanja brodom u izvanrednim okolnostima, Doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2003.
103. Frančić, V.; Model maritimnog ustroja pomorsko-prometnog tokana prilaznim plovnim putovima, Doktorska disertacija, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, Rijeka, 2012.
104. Očevčić, H.; Model procjene vjerojatnosti neželjenih događaja u informacijskom sustavu upotrebom Bayesovog teorema; Doktorska disertacija, Osijek, 2015.
105. Mayo, M. J.; Bayesian Student Modelling and Decision-theoretic Selection of Tutorial Actions in Intelligent Tutoring Systems; Doktorska disertacija, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand, 2001.
106. Mršić, L.; Prijedlog izgradnje Modela za podršku odlučivanju u trgovini korištenjem metode transformacijske vremenske serije (REFII) i Bayesove logike, doktorska disertacija, Zagreb, 2011.
107. Prčela M., Predstavljanje znanja zasnovano na integraciji Ontologija i Bayesovih mreža, Doktorska disertacija, Zagreb 2010.
108. Nikitović M.; Upravljanje kritičnim čimbenicima uspješnosti primjene WER sustava pomoću Bayesovih mreža vjerojatnosti; Fakultet organizacije i informatike, Doktorska disertacija; Varaždin 2014.

Ostali izvori

109. Bennis W.G., Nanus B.; Leaders: The strategies for taking charge. New York: Harper and Row, 1985. doi.org/10.1002/hrm.3930240409
110. Charniak, E., Bayesian networks without tears. Artificial Intelligence, Magazine, 12(4): str. 50-63., 1991.
111. Marine Accident Investigation Branch – MAIB
112. Quarantelli E.L.; The behavior of panic participants: National Emergency Training Center, 1957.
113. <http://cruise fever.net/new-cruise-ships-construction-on-order/>.
114. <http://www.hofstede-insights.com>
115. <http://hr.wikipedia.org/wiki/Panika>
116. <http://time.com/75742/south-korea-ferry-asian-stereotypes-culture-blaming/>
117. <http://www.cruising.org/docs/default-source/research/clia-2018-consumer-research.pdf>
118. <http://info.lr.org/l/12702/2016-12-13/3cq49k>, Lloyd Register br.41, Prosinac 2016.
119. <http://www.cruisejunkie.com/fires.html>
120. Model Course 1.28: Crowd Management passenger safety and safety training for personnel providing direct services to passengers in passenger spaces, IMO 2000.
121. Model Course 1.29 Proficiency in Crisis management and Human Behaviour training including passenger safety, cargo safety and hull integrity training, IMO 2000.
122. <https://www.cruising.org/docs/default-source/research/clia-2018-consumer-research.pdf>

Popis slika

Slika 1. Opće smjernice sustava spašavanja na brodu za kružna putovanja.....	11
Slika 2. Opći čimbenici spremnosti putnika na brodu za kružna putovanja.....	30
Slika 3. Preliminarni opći model spremnosti putnika.....	32
Slika 4. Opći čimbenici spremnosti posade broda za kružna putovanja	36
Slika 5. Opći kvalitativni model spremnosti posade.....	37
Slika 6. Kvantitativni model spremnosti posade	39
Slika 7. Prikaz kvalitativnog pod modela uspješnosti provedenih vježba	40
Slika 8. Prikaz kvantitativnog pod modela uspješnosti provedenih vježbi.....	41
Slika 9. Varijabla VSF i granična raspodjela apriorne vjerojatnosti	43
Slika 10. Varijabla PE i apriorna vjerojatnost	44
Slika 11. Varijabla CTO i apriorna vjerojatnost.....	46
Slika 12. Varijabla BSK i posteriorna vjerojatnost	48
Slika 13. Varijabla GIC i apriorna vjerojatnost.....	49
Slika 14. Varijabla HDSA i posteriorna vjerojatnost	50
Slika 15. Varijabla CDSA i posteriorna vjerojatnost.....	51
Slika 16. Varijabla SSA i posteriorna vjerojatnost	52
Slika 17. Varijabla CA i apriorna vjerojatnosti	53
Slika 18. Varijabla SSTD i posteriorna vjerojatnost	54
Slika 19. Prikaz kvalitativnog pod modela smještaja posade	55
Slika 20. Prikaz kvantitativnog pod modela smještaja posade.....	56
Slika 21. Varijabla LV i apriorna vjerojatnost.....	57
Slika 22. Varijabla TD i apriorna vjerojatnost.....	58
Slika 23. Varijabla WC i apriorna vjerojatnost.....	60
Slika 24. Varijabla LC i posteriorne vjerojatnost	62
Slika 25. Prikaz kvantitativnog pod modela početne spremnosti posade	63
Slika 26. Varijabla DC i apriorna vjerojatnost.....	64

Slika 27. Varijabla CA i posteriorna vjerojatnost.....	65
Slika 28. Varijabla CAA i apriorna vjerojatnosti.....	66
Slika 29. Varijabla ATD i posteriorna vjerojatnost.....	68
Slika 30. Varijabla CPR i posteriorna vjerojatnost.....	69
Slika 31. Prikaz kvalitativnog pod modela društvenog zajedništva.....	69
Slika 32. Prikaz kvantitativnog pod modela društvenog zajedništva	70
Slika 33. Varijabla LB i apriorna vjerojatnost.....	73
Slika 34. Varijabla CI i apriorna vjerojatnost	78
Slika 35. Varijabla TW posteriorna vjerojatnost.....	80
Slika 36. Varijabla SR i posteriorna vjerojatnost	81
Slika 37. Varijabla EI i apriorna vjerojatnost	82
Slika 38. Gaussova krivulja ponašanja u izvanrednim situacijama.....	83
Slika 39. Procesuiranje informacija u čovjeka	84
Slika 40. Varijabla PA i posteriorna vjerojatnost.....	84
Slika 41. Prikaz kvalitativnog i kvantitativnog pod modela produljenja vremena putovanja	85
Slika 42. Varijabla LJ i apriorna vjerojatnost	86
Slika 43. Varijabla OCS i posteriorna vjerojatnost.....	87
Slika 44. Varijabla zagušenja i posteriorna vjerojatnost	88
Slika 45. Varijabla SI i apriorna vjerojatnost.....	89
Slika 46. Prikaz utjecajnih čimbenika na varijablu panika	90
Slika 47. Varijabla P i posteriorna vjerojatnost	92
Slika 48. Varijabla TTE i posteriorna vjerojatnost	93
Slika 49. Raspodjela vremena potrebnog za spašavanje	93
Slika 50. Prikaz kvalitativnog pod modela putnika.....	94
Slika 51. Prikaz kvantitativnog pod modela putnika	95
Slika 52. Varijabla PPE i apriorna vjerojatnost	95
Slika 53. Varijabla PPSE i posteriorna vjerojatnost	97

Slika 54. Varijabla Clp - putnici i apriorna vjerojatnost	97
Slika 55. Varijabla PC i apriorna vjerojatnost	99
Slika 56. Varijabla PR i posteriorna vjerojatnost	99
Slika 57. Varijabla PCC i apriorna vjerojatnost	100
Slika 58. Varijabla CR i posteriorna vjerojatnost	101
Slika 59. Varijabla Spremnost posade pri analizi osjetljivosti (<i>Target Node</i>)	103
Slika 60. Model spremnosti posade s osjetljivim varijablama (<i>sensitivity analysis</i>)	104
Slika 61. Tornado grafikon sa 10 parametara s izlaznom varijablom „Spremnost posade = True“	106
Slika 62. Pod model uspješnosti provedenih vježbi i metoda osjetljivosti.....	108
Slika 63. Prikaz varijable uspješnosti vježba pri analizi osjetljivosti (<i>target node</i>).....	109
Slika 64. Tornado grafikon 10 parametara s izlaznom varijablom (<i>Success ofr Safety Drills=Yes</i>).	109

Popis tablica

Tablica 1. Statistika pomorskih nezgoda na 100 brodova za kružna putovanja od 2013. do 2017.	23
Tablica 2. Primjer raznolikosti nacionalnosti putnika na brodovima za kružna putovanja.....	29
Tablica 3. Apriorna i posteriorna vjerojatnost	34
Tablica 4. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti osnovnog znanja o sigurnosti (BSK)	47
Tablica 5. CPT Tablica uvjetne vjerojatnosti svijesti o sigurnosti vodstva odjela (HDSA)	50
Tablica 6. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti svijesti o sigurnosti posade odjeljenja (CDSA)	51
Tablica 7. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti opće svijesti o sigurnosti (SSA)	52
Tablica 8. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti za uspješnosti provedenih vježba na brodu (SSTD) ...	54
Tablica 9. CPT Tablica uvjetne vjerojatnosti smještaja ili položaja posade (LC).....	62
Tablica 10. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti posljedice nezgode (CA).....	65
Tablica 11. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti vremena do spremnosti (ATD).....	67
Tablica 12. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti početne spremnosti posade (CPR).....	68
Tablica 13. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti uspješnosti timskog rada (TW)	80
Tablica 14. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti društvenog zajedništva (SR).....	80
Tablica 15. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti tijeka radnja i procesa (PA)	84
Tablica 16. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti neprohodnost hod (OCS)	87
Tablica 17. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti zagušenja prolaza (C)	88
Tablica 18. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti panike P.....	91
Tablica 19. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti produljenja vremena putovanja (TTE)	92
Tablica 20. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti opažanja sigurnosnih značajki (PPSE)	96
Tablica 21. CPT tablica uvjetne vjerojatnosti brzina reagiranja putnika (PR)	99
Tablica 22. Vrijednosti osjetljivosti varijabla u odnosu prema promatranoj varijabli (CR).....	107
Tablica 23. Vrijednosti osjetljivosti varijabli u odnosu na promatranu varijablu (SSTD)	110

Popis grafikona

Grafikon 1. Poštivanje sati rada i odmora na brodovima	59
Grafikon 2. Karakteristične osobine upravljanja u kriznim situacijama	71
Grafikon 3. Glavni uzroci hijerarhijskog oblika upravljanja vodstva	72
Grafikon 4. Asertivnost u timskom radu na brodu.....	79

Popis shema

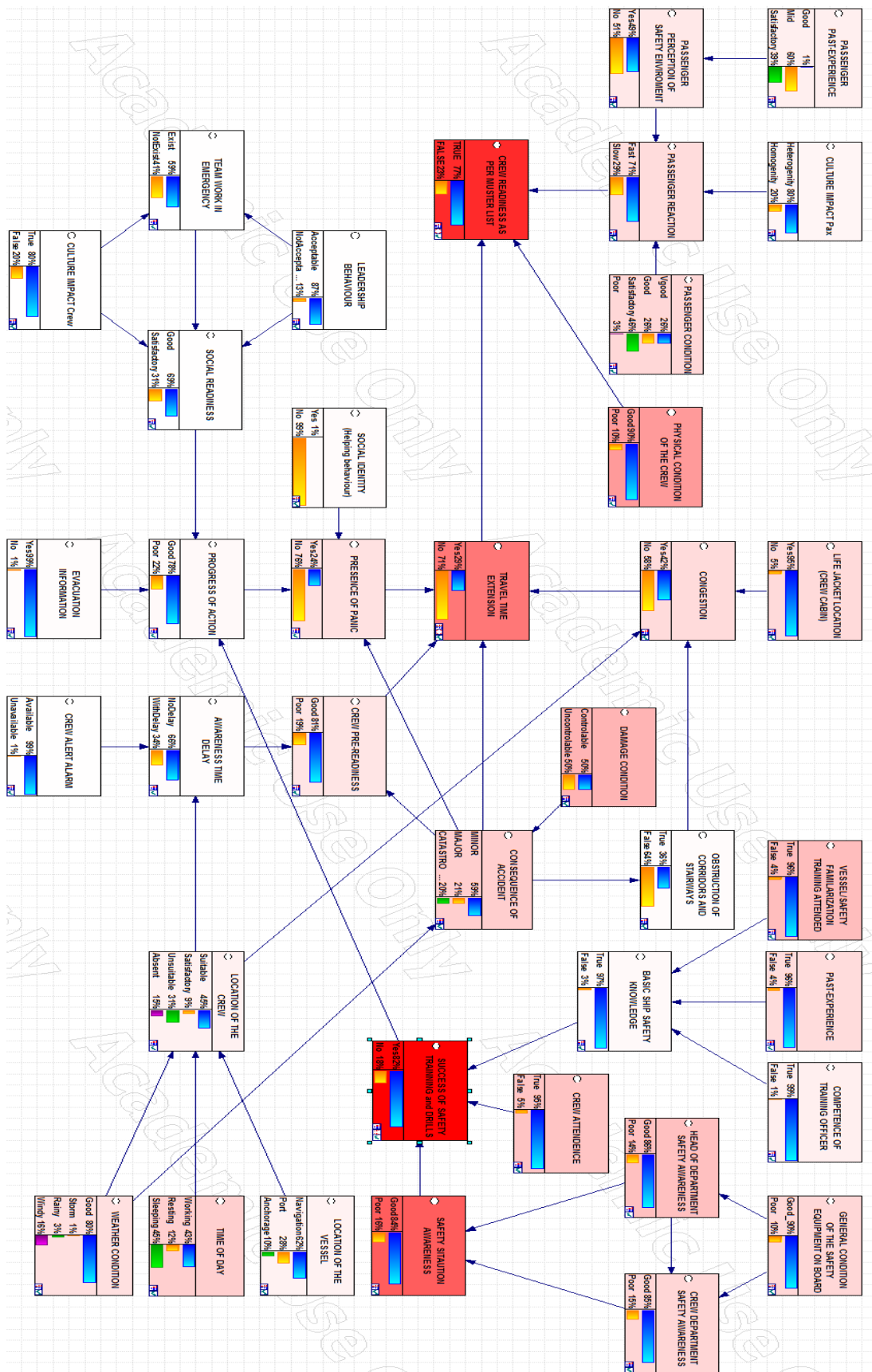
Shema 1. Standardi i propisi kojim se ostvaruje sigurnost ljudi na brodovima	9
Shema 2. Dio komunikacijskog ustroja sustava napuštanja broda za kružna putovanja.....	13
Shema 3. Primjer aktivnosti i radnja u trenutku oglašavanja općeg znaka za uzbunu	15
Shema 4. Postupci i oglašavanje tijekom napuštanja broda.....	20
Shema 5. Odnos pomorskih nezgoda.....	24

Popis varijabla

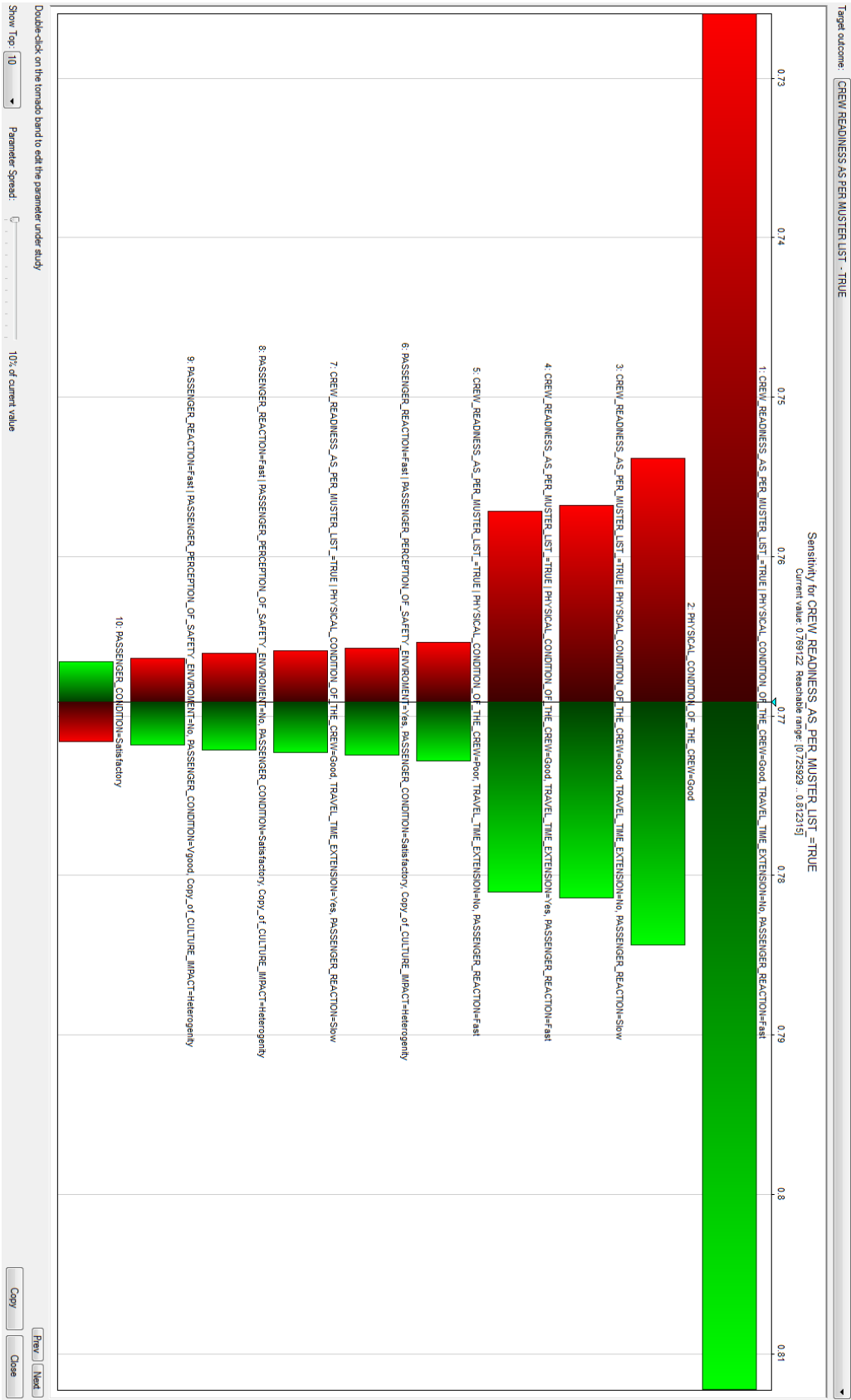
R	–	Vrijeme do reagiranja na opasnost
T	–	Vrijeme kretanja prema odredištima
E	–	Vrijeme ukrcaja u sredstva za spašavanje
L	–	Vrijeme spuštanja sredstava za spašavanje
n	–	Ukupno vrijeme napuštanja broda
N_f	–	Ukupna familiarizacija brodske posade
N_{uvjeti}	–	Ukupan broj zadanih uvjeta
N_{pi}	–	Ukupno plovidbeno iskustvo
N_u	–	Ukupan broj članova posade na brodu
n_{1234}	–	Ukupan broj članova posade koji zadovoljava prva četiri uvjeta
n_{123}	–	Ukupan broj članova posade koji zadovoljava prva tri uvjeta
n_{12}	–	Ukupan broj članova posade koji zadovoljava prva dva uvjeta
n_1	–	Ukupan broj članova posade koji zadovoljava prvi uvjet
n_{Ac}	–	Član posade ima plovidbenog iskustva na istom brodu iste kompanije
n_{Bc}	–	Član posade ima plovidbenog iskustva na istoj kompaniji, ali druga klasa broda
n_{Cc}	–	Član posade prvi put na brodu za kružna putovanja, ima plovidbenog iskustva
n_{Dc}	–	Član posade prvi je put na brodu i nema plovidbeno iskustvo
Σu	–	Suma zadovoljenih uvjeta
$n_{uk\ putnika}$	–	Ukupan broj putnika
n_{Ap}	–	Broj putnika koji ima iskustvo plovidbe na drugoj vrsti brodova
n_{Bp}	–	Broj putnika koji ima iskustvo plovidbe na brodu za kružna putovanja
n_{Cp}	–	Broj putnika koji nema iskustvo plovidbe na brodu za kružna putovanja
n_{hom}	–	Broj putnika homogene skupina
n_{het}	–	Broj putnika heterogene skupine
n_{VG}	–	Broj putnika dobnog stanja do 30 godina starosti

$n G$	–	Broj putnika dobnog stanja od 30 do 50 godina starosti
$n S$	–	Broj putnika dobnog stanja iznad 50 godina starosti
$n P$	–	Broj putnika s poteškoćama u kretanju

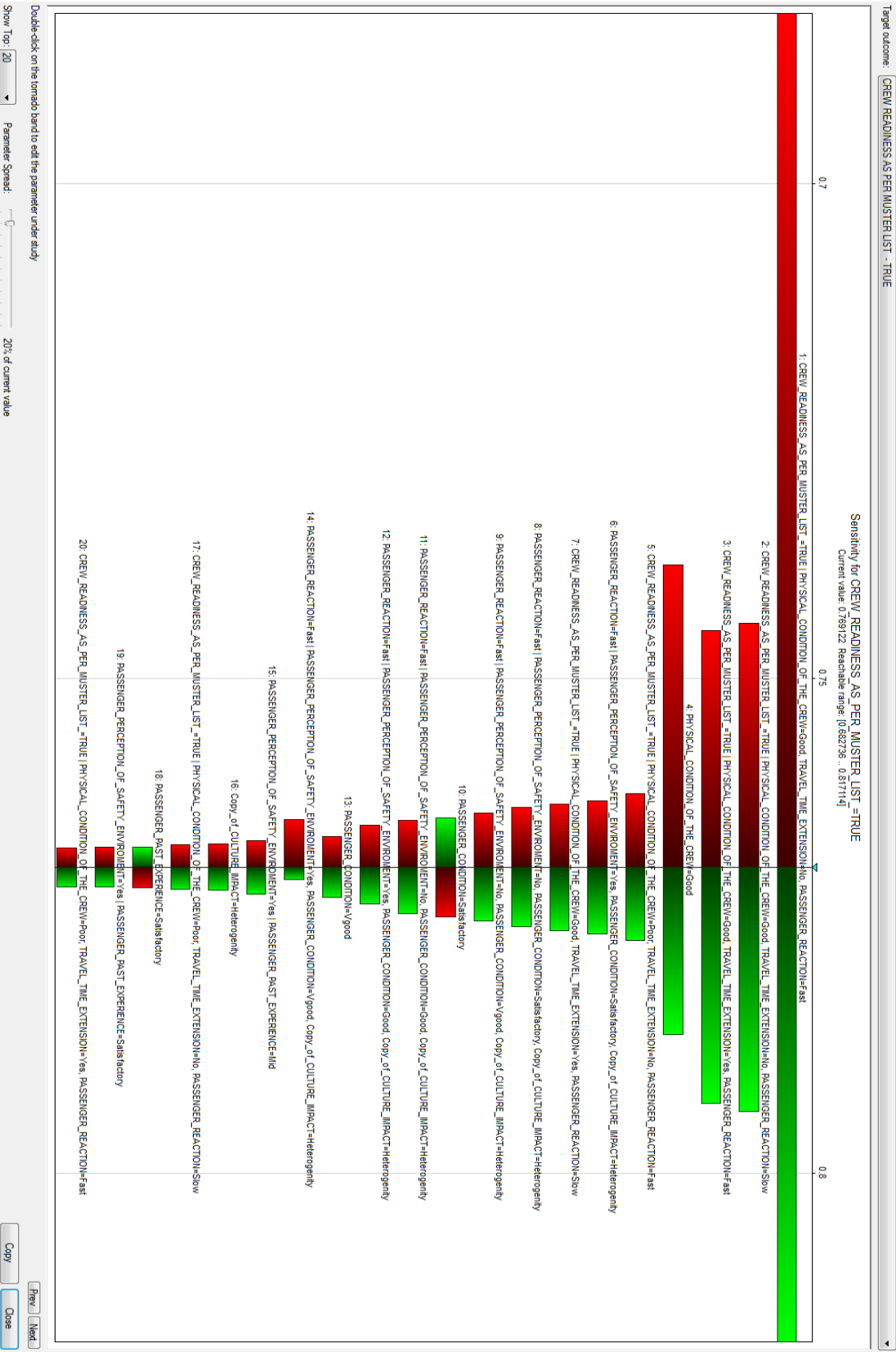
Privitak 1 Grafički prikaz analize osjetljivosti tri ciljne varijable



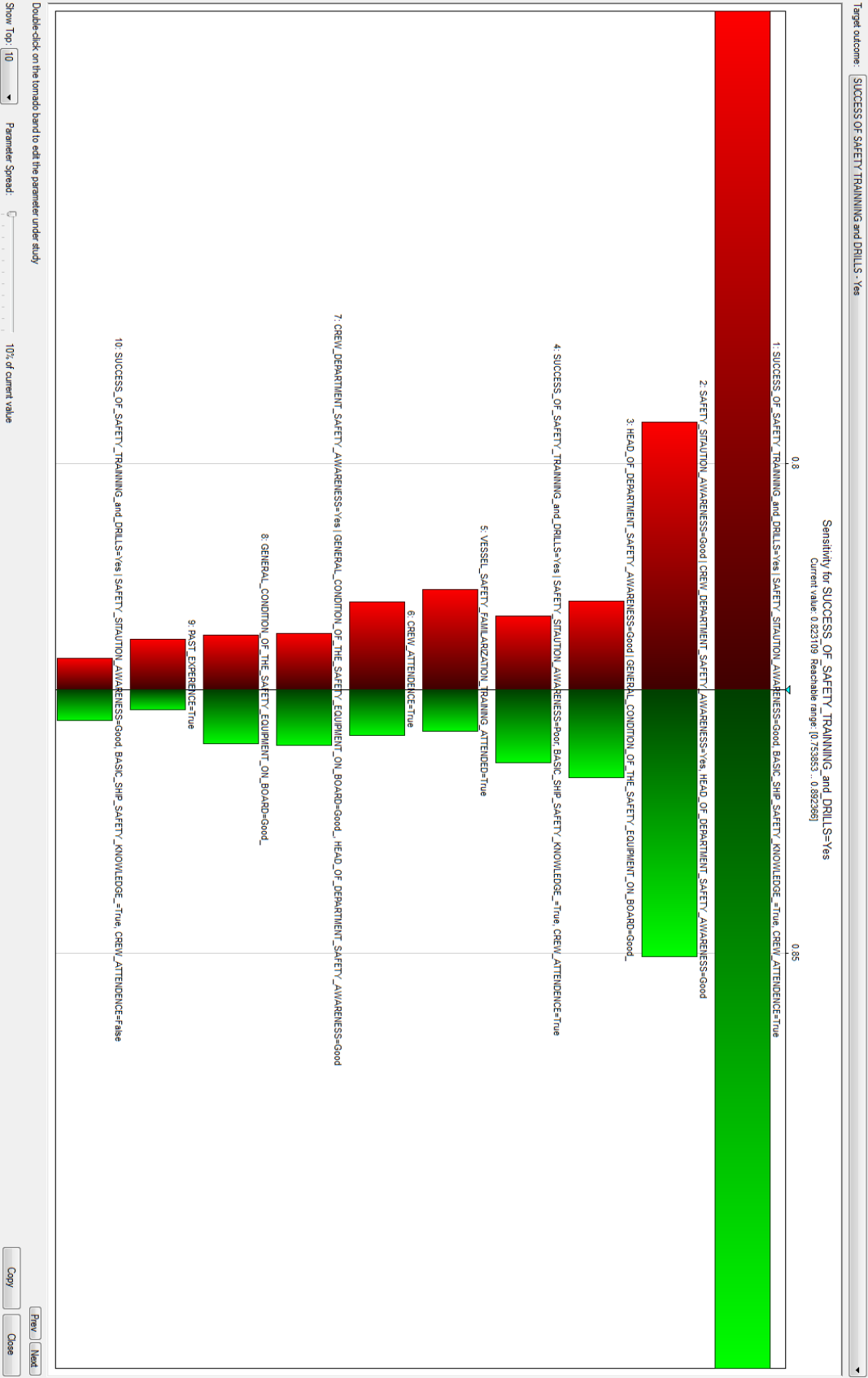
Privitak 2 Tornado diagram osjetljivosti varijable spremnosti posade pri 10 % promjene stanja



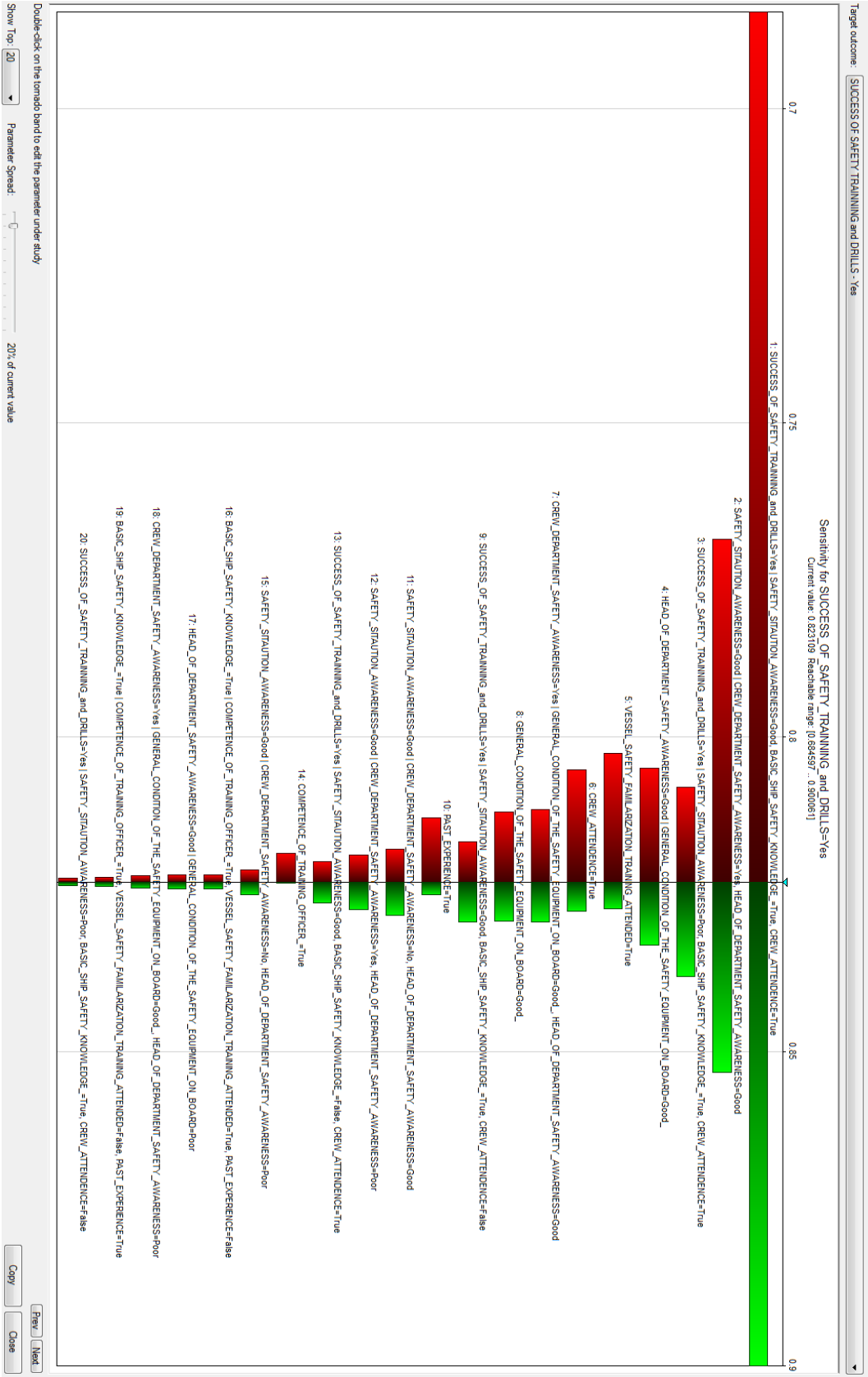
Privitak 3 Tornado diagram osjetljivosti varijable spremnosti posade pri 20 % promjene stanja



Privitak 4 Tornado dijagram osjetljivosti uspješnosti vježba s 10 % promjene stanja



Privitak 5 Tornado dijagram osjetljivosti uspješnosti vježba s 20 % promjene stanja



Privitak 6 Popis posade prema nacionalnosti

Nationality	Number of persons	Percentage
1. Australia	2	0.31%
2. Austria	9	1.41%
3. Belarus	1	0.16%
4. Bosnia-Herzegovina	9	1.41%
5. Brazil	22	3.44%
6. Bulgaria	3	0.47%
7. Canada	7	1.10%
8. Chile	6	0.94%
9. China	2	0.31%
10. Colombia	2	0.31%
11. Costa Rica	3	0.47%
12. Croatia	16	2.50%
13. Czech Republic	3	0.47%
14. Dominican Republic	1	0.16%
15. Ecuador	1	0.16%
16. Estonia	1	0.16%
17. Finland	1	0.16%
18. France	1	0.16%
19. Germany, Federal Republic Of	4	0.63%
20. Grenada	1	0.16%
21. Hungary	5	0.78%
22. India	59	9.23%
23. Indonesia	22	3.44%
24. Italy	7	1.10%
25. Japan	6	0.94%
26. Latvia	1	0.16%
27. Lithuania	2	0.31%
28. Macedonia	3	0.47%
29. Mauritius	1	0.16%
30. Mexico	4	0.63%
31. Montenegro	8	1.25%
32. Nepal	2	0.31%
33. Netherlands	3	0.47%
34. New Zealand	2	0.31%
35. Norway	4	0.63%
36. Peru	3	0.47%
37. Philippines	277	43.35%
38. Poland	5	0.78%
39. Portugal	11	1.72%
40. Romania	14	2.19%
41. Russian Federation	3	0.47%
42. Serbia	21	3.29%
43. Slovakia	1	0.16%
44. South Africa	26	4.07%
45. Spain	4	0.63%
46. Sri Lanka	1	0.16%
47. Sweden	4	0.63%
48. Switzerland	1	0.16%
49. Thailand	1	0.16%
50. Turkey	11	1.72%
51. Ukraine	8	1.25%
52. United Kingdom	10	1.56%
53. United States	12	1.88%
54. Uruguay	2	0.31%
Total	639	100.00%

Izvor: Osobna komunikacija (ime osobe poznata autoru)

Privatak 7 Analiza spašavanja broda za kružna putovanja

ATTACHEMENTS:

SHEET 1 : ESCAPE ROUTES TO ASSEMBLY STATIONS

SHEET 2 : ESCAPE FROM DECK 1 2 3

SHEET 3 : ESCAPE FROM DECK 4 5 6

SHEET 4 : ESCAPE FROM DECK 7 8 9

SHEET 5 : ESCAPE FROM DECK 10 11 12

SHEET 6 : ESCAPE FROM DECK 14 15 16

STAIRWAYS CALCULATION : DAY CASE : 3 SHEETS
NIGHT CASE : 3 SHEETS

LIST OF MODIFICATIONS:

- ☐ Deck 3 Escape through Watertight door fr 36
- ☐ Capacity of crew cabins deck 3

7	JAN 11			AS BUILT
6	SEPT 10			MODIFICATION REQUESTED BY THE OWNER
5	MAY 10			REV. 05 OF GENERAL ARRANGEMENT PLAN
4	JAN 10			REV. 04 OF GENERAL ARRANGEMENT PLAN
3	APR 09			REV. 03 OF GENERAL ARRANGEMENT PLAN
2	NOV 08			REV. 02 OF GENERAL ARRANGEMENT PLAN
1	MAY 08			REV. 01 OF GENERAL ARRANGEMENT PLAN
INDICE DI MODIF. ALT.	DATA DATE	DIS. SIGNED	VALIDA PER COSTRUZIONI ISSUED FOR HULLS	DESCRIZIONE DELLA MODIFICA / ALTERATION DESCRIPTION

DATA DATE	DEC 07	ESCAPE CALCULATION	COSTRUZIONE HULL	6194
UFF. EMTT. ISSUING DEPT. MC/	SIR		VALE ANCHE PER COSTR. ISSUED ALSO FOR HULLS	
DIS.		NUMERO DISEGNO DRAW. NUMBER	ANN330015	
ING. FRAULINI		INDICE DI MODIFICA ALTERATION	1234567	
CAPD. UFF. DELISE			SCALE	1:
			No. FOGLI ALLEGATI ENCLOSED SHEETS	06


FINCANTIERI
 Cantieri Navali Italiani S.p.A.

LA FINCANTIERI - TRIESTE - SI RISERVA A TERMINI DI LEGGE LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O DI RENDERSI COMUNQUE NOTO A TERZI O A OTTE CONCORRENTI SENZA LA SUA AUTORIZZAZIONE

Izvor: PCH (Prestige Cruise Holding)