

Protupožarna zaštita na modernim putničkim brodovima

Krolo, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:405239>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-18**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for
permanent storage and preservation of digital
resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

IVAN KROLO

**PROTUPOŽARNA ZAŠTITA NA
MODERNIM PUTNIČKIM BRODOVIMA**

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2023.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

**PROTUPOŽARNA ZAŠTITA NA
MODERNIM PUTNIČKIM BRODOVIMA**

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

Kap. Zoran Mikelić, mag. ing.

STUDENT:

Ivan Krolo

(MB: 0171276257)

SPLIT, 2023.

SAŽETAK

U ovom završnom radu opisat će se metode otkrivanja i gašenja požara na putničkim brodovima. Štete i gubici na brodovima nakon požara uzrokovali su potrebu sustavnog uređenja sigurnosti na brodu. Zahtjevi zaštite od požara na brodu definirani su Međunarodnom konvencijom o zaštiti ljudskih života na moru (eng. *Safety of Life at Sea - SOLAS*), a njihova se pravila i sadržaj kontinuirano ažuriraju i unapređuju.

Sredstva za gašenje požara na brodu ne razlikuju se previše od onih na kopnu, a najpoznatija su voda, pjena, ugljični dioksid i drugi plinovi, a kako i u kojim slučajevima koristiti pojedino sredstvo ovisi o vrsti požara. Svaki brod, ovisno o namjeni, ima ugrađene određene brodske sustave za gašenje požara te sustave za otkrivanje i alarmiranje. Kako bi se povećala sigurnost i pouzdanost protupožarnog sustava, razvijene su nove tehnike i tehnologije koje se danas sve više koriste. Danas su vatrodojavni sustavi integrirani u brodski sustav radi uspostavljanja centralizacije. U radu se posebno analizira metode evakuacija putnika u slučaju požara, uključujući i analizu slučaja.

Ključne riječi: SOLAS konvencija, putnički brod, protupožarna zaštita, vatrogasni aparati, sustavi za gašenje požara

ABSTRACT

In this final paper, the methods of detection and extinguishing fires on passenger ships will be described. Damages and losses on ships after the fire caused the need for a systematic arrangement of safety on board. Fire safety requirements on board are defined by the International Convention on Safety of Life at Sea (SOLAS), and their rules and content are continuously updated and improved.

Fire extinguishing agents on board do not differ too much from those on land, and the most well-known are water, foam, carbon dioxide and other gases, and how and in which cases a particular agent is used depends on the type of fire. Each ship, depending on its purpose, has built-in specific ship systems for extinguishing fires and detection and alarm systems. In order to increase the safety and reliability of the fire protection system, new techniques and technologies have been developed that are increasingly used today. Today, fire alarm systems are integrated into the ship's system to establish centralization. The paper specifically analyzes passenger evacuation methods in case of fire, including a case study.

Keywords: SOLAS convention, passenger ship, fire protection, fire extinguishers, fire extinguishing systems

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. OPĆENITO O MODERNIM PUTNIČKIM BRODOVIMA..... | 3 |
| 2.1. POVIJEST PUTNIČKIH BRODOVA..... | 4 |
| 2.2. VRSTE PUTNIČKIH BRODOVA..... | 6 |
| 2.2.1. Brodovi za krstarenje u usporedbi s prekoceanskim brodovima..... | 8 |
| 2.3. SIGURNOSNE MJERE U BRODOVIMA..... | 9 |
| 3. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA..... | 10 |
| 3.1. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA NA PUTNIČKIM BRODOVIMA..... | 11 |
| 4. SIGURNOST OD POŽARA NA PUTNIČKIM BRODOVIMA..... | 13 |
| 4.1. DETEKCIJA POŽARA..... | 13 |
| 4.1.1. Otkrivanje požara..... | 14 |
| 5. BRODSKI PROTUPOŽARNI SUSTAVI..... | 15 |
| 5.1. KLASE POŽARA..... | 15 |
| 5.2. VRSTE APARATA ZA GAŠENJE..... | 20 |
| 5.3. PUMPE I CRIJEVA..... | 21 |
| 5.4. PRSKALICE I VODENA MAGLA..... | 23 |
| 5.5. SUSTAVI ZA GAŠENJE PLINOM..... | 25 |
| 5.5.1. CO ₂ sustavi za gašenje požara..... | 28 |
| 5.6. OPREMA ZA GAŠENJE POŽARA..... | 31 |
| 6. EVAKUACIJA NA PUTNIČKIM BRODOVIMA..... | 36 |
| 6.1. PRIMJER POMORSKIH NEZGODA UZROKOVANIH POŽAROM NA PUTNIČKIM BRODOVIMA..... | 37 |
| 7. ZAKLJUČAK..... | 39 |
| LITERATURA..... | 40 |
| POPIS SLIKA..... | 43 |

1. UVOD

Poznato je da je rad na moru jedno od najopasnijih zanimanja za sigurnost pomoraca. Nezavidno radno okruženje na moru, bez obzira na mjere opreza, donosi nesreće koje se najčešće događaju kao posljedica ljudske pogreške. Kako bi se osigurala sigurnost pomoraca koji rade na brodovima, uveden je cijeli niz propisa, kako na međunarodnoj tako i na nacionalnoj razini.

Požar na brodu uvelike se razlikuje od požara na kopnu. Ako u zgradi izbije požar, postoji opasnost, ali gotovo uvijek postoji mogućnost bijega. Na moru je potpuno drugačije jer je brod okružen morem i u većini slučajeva daleko od kopna. Mnoge pomorske nesreće uključivale su požar, posebice na putničkim brodovima „Morro Castle“, „Lakonia“ i „Scandinavian Star“. Požar je jedan od najčešćih i najopasnijih događaja koji se mogu dogoditi na brodu, a povijest je pokazala koliko teške posljedice mogu biti.

Budući da su resursi na brodu za suzbijanje širenja požara ograničeni, definirane su preventivne mjere za učinkovito gašenje požara. SOLAS je konvencija s pravilima, zahtjevima i postupcima za snimanje i otkrivanje požara na brodovima koja je usvojila mnoge amandmane. Međunarodna pomorska organizacija (IMO) usvojila je SOLAS konvenciju kojom je definiran sustav s pravilima, zahtjevima i postupcima na međunarodnoj razini i detekciju požara na brodovima.

Tehnologija i oprema na putničkim brodovima danas se toliko razlikuju od onoga što je bilo prije nekoliko desetljeća. Sve veći zahtjevi današnjih brodovlasnika za smanjenjem rizika i povećanjem sigurnosti plovidbe naveli su proizvođače pomorske opreme i znanstvenu zajednicu na razvoj i implementaciju novih konceptualnih rješenja. Opasnost od požara može dovesti do katastrofalnih posljedica s velikim oštećenjima broda i broskog sustava, brodski teret, ljudske živote, ali i štete za okoliš i njegov ekosustav. Zbog toga je zaštita od požara danas jedan od prioriteta u projektiranju brodova, a to posebno vrijedi na putničkim brodovima.

Predmet istraživanja u radu je protupožarna zaštita, odnosno sustavi na putničkim brodovima koji služe za otkrivanje i gašenje požara. Problem koji će se analizirati u radu su postupci koji se provode kako bi se na vrijeme otkrio i otklonio potencijalni požar na putničkom brodu.

Svrha završnog rada je analiza suvremenih sustava za gašenje požara na brodovima te načina suzbijanja i brzog gašenja požara u prostoru u kojem su nastali i koji funkcionalni zahtjevi moraju biti zadovoljeni.

Završni rad podijeljen je u šest poglavlja.

U uvodnom poglavlju opisan je predmet i problem istraživanja završnog rada te svrha rada, kao i kratak uvodni osvrt na temu rada.

Nakon toga opisani su moderni putnički brodovi, povijest brodova, te vrste putničkih brodova i sigurnosne mjere u brodovima.

U nastavku rada je opisana protupožarna zaštita na brodovima kroz njenu podjelu, te ciljeve i funkcionalne zahtjeve.

Temelj uspješnog gašenja požara je njegovo rano otkrivanje. Iz tog razloga imaju alarmne sustave i sustave za dojavu požara. Zato su u ovom poglavlju o sigurnosti od požara na brodovima opisani najčešći javljači požara i alarmni sustavi.

Prilikom odabira sustava za gašenje požara potrebno je, između ostalog, voditi računa o sredstvima koja se koriste za gašenje požara, stoga su u petom poglavlju analizirane njihove prednosti i nedostaci. Opisan je brodski protupožarni sustav općenito, vrste aparata za gašenje požara, pumpe i crijeva koja se koriste tijekom gašenja požara, prskalice i vodena magla, kao i sustavi za gašenje plinom.

Šesto poglavlje opisuje evakuaciju na putničkim brodovima. Također se analizira primjer evakuacije putničkog broda „PeeJay V“.

Zaključno su prikazani rezultati analize sustava za gašenje požara na putničkim brodovima.

2. OPĆENITO O MODERNIM PUTNIČKIM BRODOVIMA

Pojam modernih putničkih brodova je element koji pokriva mnoge aspekte, ali u višem ili manjem općem obliku putnički brodovi su trgovački brodovi koji se općenito koriste za prijevoz putnika (Slika 1.). Dakle, radi se o trgovačkim brodovima koji prevoze putnike na domaćim ili međunarodnim putovanjima, a koji mogu biti mali poput jahti i veliki poput ogromnih brodova za krstarenje. [29]



Slika 1. Moderni putnički brod [23]

Putnički brod je trgovački brod čija je primarna funkcija prijevoz putnika morem. Ova kategorija brodova ne uključuje teretne brodove koji imaju smještaj za ograničeni broj putnika, kao što su sveprisutni teretnjaci za dvanaest putnika koji su nekoć bili uobičajeni na morima gdje je prijevoz putnika sekundaran u odnosu na prijevoz tereta. Međutim, ova kategorija uključuje mnoge klase brodova dizajniranih za prijevoz značajnog broja putnika, kao i tereta. Donedavno su gotovo svi preookeanski brodovi mogli prevoziti poštu, pakete, ekspresni teret i drugi teret uz putničku prtljagu i bili su opremljeni teretnim skladištima i dizalicama, jarbolima ili drugom opremom za rukovanje teretom u tu svrhu. Samo je kod novijih preookeanskih brodova i kod gotovo svih brodova za krstarenje ovaj teretni kapacitet eliminiran. Dok su tipični putnički brodovi dio trgovačke mornarice, putnički brodovi također su korišteni kao vojni brodovi i često su korišteni kao mornarički brodovi kada se koriste u tu svrhu. [29]

2.1. POVIJEST PUTNIČKIH BRODOVA

S obzirom da je jedrenje najstariji način prijevoza, za putovanje morem koristili su se jednostavni čamci napravljeni od drveća. Znanstvenici i istraživači koristili su brodove za svoja istraživanja, te su brodovi igrali ključnu ulogu u svjetskom gospodarstvu. Napredak ovih brodova išao je ruku pod ruku s razvojem čovječanstva.

Prije oko 10000 godina pronađeni su tragovi prvih plovila, koja su bila izrađena od životinjske kože ili tkanih tkanina i pripadala su neolitiku. Do 3000. godine prije nove ere, Mezopotamci i Egipćani prvi su koristili čamce napravljene od trupa od drvenih dasaka za prijevoz velikih razmjera preko Nila, Eufrata i Tigrisa. [31]

Egipćani su postali vješti u izradi jedrilica. Khufuov brod koji je izgrađen 2500. pr. Kr. bio je dugačak 44 m, a otkriven je tijekom iskapanja 1954. godine u piramidi u Gizi, te je postao zaštitni znak njihovih vještina (Slika 2.). Kasnije, Grci, Feničani i Rimljani također su dali svoj udio u razvoju modernih brodova.



Slika 2. Khufuov brod [33]

Između 260. i 255. godine pr. Kr. nastala je prva rimska mornarica i učinjen je napredak u ranije razvijenim brodovima. U 5. stoljeću Nijemci su razvili brze brodove na vesla, njihov poznati brod „Gokstad“ bio je 22 m dug brod (Slika 3.).



Slika 3. Gokstad brod [35]

Između 12. i 15. stoljeća, za vrijeme vladavine dinastije Song, razvijen je "Giunca Chinese" (džunka), čamac koji je Marko Polo koristio za svoja istraživanja (Slika 4.). Bio je to prvi put da je razvijen tako jak čamac s pregradom koji lako podnosi kineske tajfune, a bili su duži čak i od 135 metara.



Slika 4. Giunca Chinese čamac [20]

U 15. stoljeću španjolska karaka bio je najveći europski jedrenjak koji je u 16. stoljeću postao standardno plovilo atlantske trgovine, a s kojim je kasnije bilo poteškoća u plovidbi zbog neobično visokih jedara na pramcu i krmi (Slika 5.).



Slika 5. Karaka – jedrenjak [24]

2.2. VRSTE PUTNIČKIH BRODOVA

Putnički brodovi se dijele na: [6] [29]

- trajekte - brodove za dnevni ili noćni prijevoz putnika i vozila (cestovni ili željeznički),
- preoceanske brodove - obično putnički ili putničko-teretni brodovi koji prevoze putnike, a često i teret na dužim linijskim putovanjima,
- brodove za kružna putovanja - često prevoze putnike na povratnim turama, u kojima su samo putovanja i atrakcije broda i posjećenih luka glavna atrakcija.

Trajekti - plovila za dnevna ili noćna kratka putovanja koja prevoze putnike i vozila (cestovna ili željeznička) (Slika 6.). Postoje i trajekti za krstarenja, dizajnirani za duže rute, u trajanju od jednog do nekoliko dana. Nazvani su tako jer obično uključuju sadržaje uobičajene na kruzerima (bazeni, diskoteke, toplice, itd.)



Slika 6. Primjer trajekta [14]

Oceanski brodovi - tradicionalni oblik putničkog broda. U prošlosti su takvi brodovi prometovali na redovitim linijama prema svim naseljenim dijelovima svijeta. Pojavom putničkih zrakoplova i specijaliziranih teretnih brodova za prijevoz tereta, linijska putovanja gotovo su zamrla, ali s njihovim padom došlo je do porasta putovanja morem radi užitka i zabave, a u drugom dijelu 20. stoljeća preoceanski brodovi ustupili su mjesto brodovima za krstarenje kao prevladavajućem obliku velikih putničkih brodova (Slika 7.) koji prevoze stotine do tisuće ljudi, s glavnim područjem aktivnosti koje se kreću od sjevernog Atlantskog oceana do Karipskog mora.



Slika 7. Najveći preoceanski brod [21]

Brođovi za krstarenje - dugo su vremena brođovi za krstarenje bili manji od starih prekoceanskih brođova (Slika 8.), ali 1980-ih to se promijenilo kada je Knut Kloster, direktor Norwegian Caribbean Linesa, kupio jedan od najvećih preživjelih brođova „SS France“ i transformirao ga u ogroman brođ za krstarenje, koji je preimenovao u „SS Norway“. Njegov uspjeh pokazao je da postoji tržište za velike brođove za krstarenje. Naručene su sukcesivne klase sve većih brođova, sve dok linijski brođ „Cunard Queen Elizabeth“ konačno nije skinut s prijestolja svoje 56-godišnje vladavine kao najveći putnički brođ ikada izgrađen.



Slika 8. Brođ za krstarenje [28]

2.2.1. Brođovi za krstarenje u uspoređbi s prekoceanskim brođovima

Iako neki brođovi imaju karakteristike i brođova za krstarenje i prekoceanskih brođova, prioriteti dizajna dvaju oblika su različiti: prekoceanski brođovi cijene brzinu i tradicionalni luksuz, dok brođovi za krstarenje cijene sadržaje (bazene, kazališta, plesne dvorane, kasina, sportske objekte itd.) iznad brzine . Ovi prioriteti proizvode različite dizajne. Osim toga, prekoceanski brođovi obično se grade da pređu Atlantski ocean između Europe i Sjedinjenih Država ili putuju dalje u Južnu Ameriku ili Aziju, dok brođovi za krstarenje obično služe kraćim itinererima s više zaustavljanja duž obale ili između raznih otoka. [7]

2.3. SIGURNOSNE MJERE U BRODOVIMA

Putnički brodovi podliježu dvama glavnim zahtjevima Međunarodne pomorske organizacije: da izvrše prikupljanje putnika unutar 24 sata nakon ukrcaja i da budu u mogućnosti izvršiti potpuno napuštanje unutar 30 minuta od ukrcaja.

Studija Odbora za istraživanje prometa iz 2019. izvijestila je da su putnička plovila, puno više nego teretna plovila, podložna pogoršanju stabilnosti kao rezultat povećane težine lakih plovila. Čini se da su putnički brodovi hitniji kandidati za programe praćenja težine brodova nego teretni brodovi. [12]

Putnici na brodovima bez rezervnih generatora trpe znatne poteškoće zbog nedostatka vode, sustava hlađenja i kanalizacije u slučaju kvara glavnog motora ili generatora zbog požara ili druge hitne situacije. Struja također nije dostupna posadi broda za upravljanje mehanizmima na električni pogon. Nedostatak odgovarajućeg rezervnog sustava za pokretanje broda može ga, na nemirnom moru, učiniti mrtvim u vodi i dovesti do gubitka broda.

Revidirani sigurnosni standardi za putničke brodove iz 2006. bave se ovim i drugim problemima, zahtijevajući od brodova porinutih nakon srpnja 2010. da budu u skladu s propisima o sigurnom povratku u luku; međutim, od 2013. mnogi brodovi ostaju u službi bez ovog kapaciteta. [11]

Nakon 1. listopada 2010. Međunarodna konvencija o zaštiti života na moru (SOLAS) zahtijeva da putnički brodovi koji plovo međunarodnim vodama moraju biti izgrađeni ili nadograđeni tako da isključe zapaljive materijale. Vjeruje se da neki vlasnici i operateri brodova izgrađenih prije 1980. godine, koji su dužni unaprijediti ili staviti svoje brodove izvan pogona, neće moći poštovati propise. Međunarodna patrola na ledu osnovana je 1914. nakon potonuća Titanica kako bi se bavila dugo neriješenim problemom sudara sa santama leda. [27]

3. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA

Zaštita od požara definira se kao proučavanje i praksa ublažavanja neželjenih učinaka potencijalno razornih požara, te uključuje proučavanje ponašanja, razdvajanja, suzbijanja i istraživanja požara i s njim povezanih hitnih slučajeva, kao i istraživanje i razvoj, proizvodnju, testiranje i primjenu sustava za ublažavanje požara. U strukturama, bilo da su one na kopnu, u moru ili čak na brodovima, vlasnici i operateri odgovorni su za održavanje svojih objekata u skladu s projektnom osnovom koja je ukorijenjena u zakonima, uključujući lokalne građevinske propise i propise o požaru, koje provodi tijelo koje ima nadležnost za to. [3]

Zaštita od požara odnosi se na mjere koje se poduzimaju kako bi se spriječilo da požar postane destruktivan, smanjio utjecaj nekontroliranog požara te spasili životi i imovina.

Mjere zaštite od požara mogu uključivati: [32]

- provedbu praksi sigurnosnog planiranja i vježbi,
- pružanje edukacije o opasnostima od požara i sigurnosti,
- provođenje istraživanja i istraga,
- planiranje sigurnosti,
- građevinski materijal i postupke otporne na vatru,
- sigurne operacije,
- osposobljavanje i testiranje sustava za ublažavanje.

Također, tri su osnovna elementa zaštite od požara: [32]

Proučavanje požara – pomaže naučiti uzroke požara, tehnike gašenja požara, opremu za otkrivanje i gašenje požara i njihovu upotrebu te pravila i propise koji se odnose na izgradnju zgrada.

Aktivna zaštita od požara - uključuje ručnu ili automatsku detekciju požara, korištenje požarnih i dimnih alarma, gašenje požara i prvu pomoć.

Pasivna zaštita od požara – uključuje projektiranje zgrada i infrastrukture, upotrebu materijala otpornih na vatru u gradnji, osiguranje izolacije od požara, protupožarne zidove i vrata, dimna vrata, obuku za gašenje požara, znakove, oznake i planove evakuacije.

Zaštita od požara je zapravo svakodnevna akcija. Propisi koji su na snazi moraju se često provoditi u tvornicama, stambenim prostorima, javnim mjestima i prijevozu.

Obrazovanje o požarima i redovite protupožarne vježbe također su glavni problemi usklađenosti.

3.1. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA NA PUTNIČKIM BRODOVIMA

Protupožarna zaštita na putničkim brodovima osigurava se opremom za otkrivanje i gašenje požara zajedno sa strukturnim značajkama koje su namijenjene za obuzdavanje izbijanja požara i korištenjem nezapaljivih materijala, kada je potrebno, kao i za sprječavanje njegovog širenja. [10]

Najbolji način rješavanja požara na brodovima je spriječiti ih, a ne dopustiti da nastanu. Izbijanje vatre na mjestu gdje nema vatre naziva se paljenje, dok je bljesak izraz koji se koristi za erupciju požara na novom mjestu kao rezultat plamena iz postojećeg požara na obližnjem mjestu, odnosno izvora paljenja. [16]

Požari na brodovima mogu se spriječiti pronalaženjem i otklanjanjem curenja loživog ulja, ulja za podmazivanje i ispušnih plinova. U prostoriji broskog generatora najveća opasnost od požara je zbog nepropusne visokotlačne cijevi za gorivo. Ulje koje curi iz takve cijevi može pasti na visokotemperaturni ispušni razvodnik ili na indikatorske slavine, koje su osjetljive točke za zapaljivanje. U modernim brodskim motorima postoji poklopac na pritisak koji skriva indikatorske slavine, međutim, u starim motorima takva oprema nije dostupna, što čini prilično teškim osigurati zaostajanje indikatorskih slavina. [10]

Danas su visokotlačne cijevi za gorivo obložene i curenje pronalazi put do malog spremnika na dnu motora poznatog kao spremnik za istjecanje goriva. Neophodno je održavati ovaj sustav u dobrom stanju redovitim testiranjem alarma spremnika, odnosno alarma visoke razine curenja goriva iz spremnika. [25]

Propuštanja su uglavnom uzrokovana lomljenjem cijevi uslijed vibracija, stezaljkama koje trljaju o cijevi te se tako stvaraju rupe, oštećivanjem cijevnih spojeva iza mjerača tlaka zbog starenja, curenjem iz spojnice na prednjoj strani ložišta kotla i prednjoj strani spalionice itd. Ova curenja su neka od najčešćih "vrućih točaka" za požar. Štoviše, pažljive i povremene provjere također su potrebne na dimnoj strani kotla i usišu u spalionicu.

Požari se mogu u velikoj mjeri spriječiti pružanjem učinkovitih zastoja na vrućim površinama kao što su mjehovi turbopunjača generatora, ispušni otvori glavnog motora nakon turbopunjača, razne cijevi za paru i cijevi koje prenose vruće ulje. Zatvaranje može

obaviti brodsko osoblje, ali danas na raspolaganju postoje specijalizirani izvođači koji ovaj posao izvode na estetski način. Osim navedenog, također je važno redovito provjeravati/testirati detektore požara. [25]

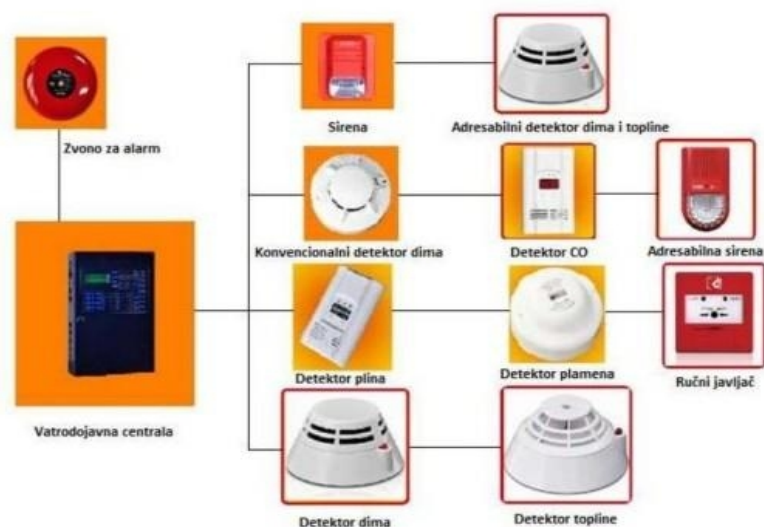
Neki od glavnih tipova detektora koji se koriste na brodovima su:

Detektori plamena - svjetlo proizvedeno plamenom ima karakterističnu frekvenciju titranja od oko 25Hz. Spektar u infracrvenom ili ultraljubičastom rasponu može se pratiti kako bi se dao alarm. Uljni požari općenito ne ispuštaju puno dima i ova vrsta senzora je poželjna, posebno u blizini opreme za rukovanje gorivom ili kotlova za rano upozorenje.

Detektori topline - postoje različiti tipovi detektora topline, kao što je tip za brzinu porasta, koji ima elemente za detekciju bimetalnog tipa – debelu traku i tanku traku. Tanka traka je osjetljivija na porast temperature od deblje, a ako dođe do naglog porasta temperature, tanja traka se savija brže od deblje, dovodeći oboje u dodir. Tijekom normalnog porasta temperature obje trake će se otkloniti približno jednako i stoga neće pokazati reakciju. Normalno, ako je brzina porasta manja od 10°C u pola sata, detektor neće dati nikakav alarm, dok ako brzina poraste na 75°C ili više, dvije trake dolaze u kontakt i tako aktiviraju alarm.

Detektori dima – tekući ili plinski požari možda u početku neće ispuštati dim, ali će se spontano zapaliti, stoga detektori dima nisu učinkoviti za takve požare. Ovi se detektori uglavnom koriste u stambenim prostorima. [1]

Ostali elementi vatrodojavnog sustava su sirena, konvencionalni detektori dima i slično (Slika 9.).



Slika 9. Elementi vatrodojavnog sustava [34]

4. SIGURNOST OD POŽARA NA PUTNIČKIM BRODOVIMA

Važne točke koje treba uzeti u obzir za sprječavanje požara na putničkim brodovima su da u strojarnici posude za smeće koje služe za odlaganje zauljenih krpa moraju imati poklopce. Nauljene krpe ne smiju ležati uokolo ili zalijepljene na nepotrebnim mjestima. Na svakom katu i s obje strane treba postaviti posude s poklopcima. Visokotlačne cijevi za loživo ulje ne smiju se pritezati kako bi se kontroliralo curenje dok motor radi. Također, ulje ne bi trebalo ulaziti u turbopunjače tijekom rada. Kratke zvučne cijevi trebaju biti zatvorene čepovima, pa ih nikada ne bi trebalo ostaviti u otvorenom položaju radi praktičnosti. Zabilježeni su slučajevi u kojima je nafta iscurila iz ovih kratkih zvučnih cijevi što je dovelo do nesreća. Propuštanje ispušnih plinova i istjecanje pare treba odmah riješiti. Posada broda treba paziti na požare u kuhinji, posebno održavajući električnu opremu u dobrom stanju. Viši časnici trebaju paziti na kuhinju kada se prima hrana jer je to vrijeme kada kuhinja ostaje bez nadzora dugo vremena. [12]

Jedna od patentiranih metoda prevencije požara je učinkovita i redovita vatrogasna ophodnja. Ne postoji metoda koja može nadmašiti fizički nadzor. Požar izazvan cigaretama i dalje je jedan od najčešćih uzroka požara, pogotovo na putničkim brodovima. Treba pripaziti na odlaganje cigareta (koristeći samozatvarajuće pepeljare) i nikada ne pušiti u krevetu.

4.1. DETEKCIJA POŽARA

Moderni brodovi možda nisu izrađeni od lako zapaljivog drva, ali požar je još uvijek jedan od najstrašnijih događaja na brodu. Iako je ploveći brod okružen sredstvima za borbu protiv većine požara, konstrukcija broda i zapaljivi i eksplozivni materijali koji se mogu nalaziti na brodu čine gašenje požara vrlo opasnim pothvatom. Stoga je prevencija i otkrivanje od najveće važnosti. [4]

SOLAS zahtijeva redovite provjere požara koje se danas uglavnom obavljaju automatskim sustavima raznih vrsta umjesto tradicionalnih sredstava protupožarnih patrola, ali vrlo često požar će otkriti član posade ili putnik prije nego što se aktivira automatski alarmni sustav. Iz tog je razloga važno da točke ručnog dojavljivanja požara budu strateški smještene po cijelom plovilu i da su njihove lokacije dobro označene. Neke

uprave još uvijek zahtijevaju vatrogasne patrole čak i ako su ugrađeni automatski sustavi. Strojarnice, osobne kabine i prostori za teret su mjesta gdje većina požara počinje.

4.1.1. Otkrivanje požara

Sustavi za otkrivanje požara obavezni su na brodovima koji povremeno imaju prostorije strojeva bez nadzora. Osim općeg protupožarnog alarmnog sustava, na brodu postoje i drugi uređaji koji će upozoriti posadu kada se dogodi situacija koja bi mogla dovesti do požara ili eksplozije. Senzori temperature na strojevima i detektori uljne magle ugrađeni u glavni motor spadaju u ovu kategoriju.

Velika većina sustava za otkrivanje požara i alarmnih sustava su oni koji koriste detektore i javljače požara. Obično postoje tri vrste detektora koji detektiraju toplinu, dim ili plamen. Prvi je pomoću temperaturnih senzora, drugi pomoću ionske komore i treći pomoću infracrvenog svjetla za otkrivanje uzoraka treperenja uzrokovanih plamenom. [22]

Detektori dima za uzorkovanje neprestano izvlače zrak iz skladišta pomoću ventilatora i sustava cjevovoda koji se također može koristiti za slanje plina CO₂ za gašenje požara u skladištu. U sustavu za detekciju dima, zrak se testira na dim i druge proizvode izgaranja prije nego što se ispusti u zrak.

Sustav za detekciju požara može biti u jednoj od dvije konfiguracije. Oni se obično opisuju kao konvencionalni ili adresabilni, pri čemu potonji mogu odrediti točno područje gdje je požar započeo ili gdje je podignut alarm. Izbor između ova dva sustava često se svodi na pitanje cijene, ali nema sumnje da su na velikim plovilima, posebno na putničkim brodovima, adresabilni sustavi daleko poželjniji. Tijekom rada oba sustava rade na gotovo isti način i koriste zajedničke komponente. Razlika između ova dva sustava je način na koji su detektori i javljači spojeni na centralu. U konvencionalnom sustavu, detektori i javljači su povezani s upravljačkom pločom korištenjem pojedinačnih žičanih veza, dok će u adresabilnom sustavu određeni broj detektora i javljača biti međusobno povezan pomoću onoga što se naziva petljama. To znači da u konvencionalnom sustavu, iako postoji više žica i posljedično skuplja operacija povezivanja, sustav nije tako precizan kao adresabilni sustav. Svaki uređaj duž petlje u adresabilnom sustavu ima svoju jedinstvenu adresu koja se može identificirati, ali u konvencionalnom sustavu to nije slučaj.

5. BRODSKI PROTUPOŽARNI SUSTAVI

S novijim vremenom nove su tehnologije poboljšale arsenal oružja koje brodske posade imaju u borbi protiv vatre, ali gašenje požara još uvijek može uključivati ručna sredstva poput vatrogasnih crijeva i ručnih aparata za gašenje, kante i pijeska, kao i napredne sustave poput vode, magle, prskalica i sredstava za suzbijanje plina. U nastavku rada su navedene te detaljnije opisane vrste sustava koje mogu postojati na modernim putničkim brodovima. [2]

Putnički brodovi moraju biti u skladu sa svim relevantnim standardima IMO-a, uključujući sigurnosne propise i zahtjeve za sprječavanje onečišćenja s brodova. Katastrofa Titanica 1912. godine dovela je do usvajanja prvog SOLAS ugovora i od tada je bilo mnogo revizija propisa, kako kao odgovor na velike incidente tako i kao rezultat proaktivnog pristupa održavanju propisa ažurnim. SOLAS se odnosi na putničke brodove koji prevoze više od 12 putnika na međunarodnim putovanjima. No, IMO također radi sa zemljama na rješavanju pitanja sigurnosti takozvanih brodova koji ne pripadaju SOLAS-u, uključujući razvoj modela zakonodavstva i smjernica.

Danas brodovi za krstarenje mogu prevesti više od 5000 putnika i članova posade. Svi putnički brodovi moraju biti u skladu s IMO MARPOL propisima za sprječavanje onečišćenja s brodova. Za brodove za krstarenje pravilno odlaganje smeća (MARPOL Annex V) i pročišćavanje otpadnih voda (MARPOL Annex IV) su od vitalne važnosti. Putnički brodovi također moraju ispunjavati sve relevantne zahtjeve za energetske učinkovitost i onečišćenje zraka (MARPOL Annex VI). Predstojeće smanjenje sumpora u loživom ulju na 0,50% od 1. siječnja 2020. (sa sadašnjih 3,50%) važna je mjera koja će pomoći u zaštiti zdravlja ljudi u lukama i obalnim područjima te putnika i posade na brodovima.

5.1. KLASE POŽARA

Prema vrsti tvari koje mogu biti obuhvaćene požarom, požari se razvrstavaju u pet klasa (razreda):

Požari klase A najčešći su tip požara i tip koji je većini nas poznat. Oni uključuju čvrste zapaljive materijale kao što su drvo, papir, tkanina, smeće ili plastika (Slika 10.). Požar klase A može se namjerno izazvati kada se zapali šibica ili vatra. Slučajni požar

klase A može izazvati prevrnuti svijeća, zalutala iskra iz kamina ili munja koja udara u drvo. Međutim, požare klase A najlakše je ugasiti. Udruga proizvođača opreme za zaštitu od požara preporučuje korištenje aparata za gašenje vodom ili pjenom za požare klase A, a kod gašenja požara može se koristiti i voda jer može prekinuti dovod vatre. [39]



Slika 10. Naljepnica požara klase A

Požari klase B uključuju zapaljive tvari ili plinove kao što su naftna mast, alkohol, boja, propan ili benzin, ali ova klasifikacija obično ne uključuje požare koji uključuju jestivo ulje ili mast (Slika 11.). Ove vrste požara mogu se pojaviti bilo gdje, gdje se skladište ili koriste zapaljive tekućine ili plinovi. Vrlo je važno da se bojler ne koristi kod požara klase B jer vodeni mlaz može raširiti zapaljivi materijal, ali ga ne može ugasiti. Prema udruzi proizvođača vatrogasne opreme, požare klase B treba gasiti aparatima za gašenje pjenom, prahom ili ugljičnim dioksidom. Takvi aparati za gašenje požara prekidaju dovod kisika u vatru. [39]



Slika 11. Naljepnica požara klase B

Požari klase C uključuju električnu opremu. Ovu vrstu požara mogu uzrokovati stare žice u zidovima, pohabani električni kabeli, istrošene razvodne kutije ili neispravni uređaji (Slika 12.). Električni požari vrlo su česti u domovima i u industrijskim okruženjima. Prvo što bi se trebalo pokušati učiniti u slučaju električnog požara je isključiti uređaj ili predmet samo ako je to sigurno. Ako je moguće, trebalo bi pokušati ugasiti plamen aparatom za gašenje na ugljični dioksid ili suhi prah. Ako i kada je izvor napajanja isključen, vatra može postati druga klasa požara, obično klasa A. Također, ne bi se smjelo pokušavati ugasiti električni požar vodom ili pjenom, jer oba ova materijala mogu provoditi elektricitet i potencijalno pogoršati situaciju. [39]



Slika 12. Naljepnica požara klase C

Požari klase D su rijetki, ali se mogu dogoditi kada se metal zapali (Slika 13.). Većina metala zahtijeva visoku razinu topline da bi se zapalila, zbog čega su požari klase D vrlo rijetki izvan laboratorijskih i industrijskih okruženja. Požare klase D često uzrokuju alkalni metali kao što su kalij, magnezij, aluminijski i natrij, jer se mogu zapaliti kada su izloženi zraku ili vodi. Udruga proizvođača opreme za požare savjetuje gašenje ove vrste požara samo aparatom sa suhim prahom. Aparati za gašenje suhim prahom djeluju na metalne požare odvajanjem goriva od kisika ili uklanjanjem toplinskog elementa plamena, ali aparati za gašenje pjenom ili vodom mogu potencijalno povećati snagu plamena i izazvati opasne eksplozije.[39]



Slika 13. Naljepnica požara klase D

Požari klase F su požari masti i jestivog ulja (požari biljnog i životinjskog ulja i masti) (Slika 14.). Kod ovakvih požara nikada se ne smije koristiti voda za gašenje zapaljenog ulja jer može izazvati eksploziju masnoće koja može ozlijediti nekoga i izazvati požar na kuhinjskim elementima. Zapaljeno ulje najbrže se može ugasiti tako da se posuda s uljem prekrije poklopcem, vlažnom pamučnom krpom ili dekom za gašenje požara. Nakon gašenja posudu treba ostaviti nekoliko minuta poklopljenu jer se pregrijano ulje u dodiru sa zrakom može ponovno zapaliti.[39]



Slika 14. Naljepnica požara klase F

Oznake klasa požara navedene su u istom obliku na naljepnici vatrogasnog aparata, što znači da je sredstvo za gašenje koje sadrži vatrogasni aparat prikladno za gašenje požara tog razreda. Npr. oznaka na vatrogasnom aparatu ABC znači da je sredstvo u tom aparatu prikladno za gašenje požara zapaljivih krutih tvari – klasa A, tekućina – klasa B i plinova – klasa C.[38]

5.2. VRSTE APARATA ZA GAŠENJE

Kada je riječ o aparatima za gašenje požara, pogrešan odabir može pogoršati stvari. Dio osnovne obuke za pomorca će obuhvatiti koju vrstu aparata za gašenje požara koristiti u različitim situacijama. Postoji šest različitih tipova ručnih aparata za gašenje požara od kojih je svaki tip namijenjen za gašenje jedne ili više različitih vrsta požara i potpuno neprikladan za druge (Slika 15.): [6]



Slika 15. Vrste aparata za gašenje požara [13]

- **vodeni aparati za gašenje požara** prikladni su za uporabu u okruženjima koja sadrže čvrste zapaljive materijale kao što su drvo, papir i tekstil. Ne smiju se koristiti u blizini električne opreme (osim ako se koriste vodeni aparati za gašenje požara s dodatkom).
- **aparati za gašenje požara prahom** idealni su za korištenje u okruženjima s mješovitim rizikom. Oni su jedino učinkovito rješenje za požare koji uključuju zapaljive plinove.

- **aparati za gašenje požara pjenom** idealni su za upotrebu kod požara koji uključuju čvrste zapaljive materijale i vrlo su učinkoviti kod požara zapaljivih tekućina. Sloj pjene koji nanose ovi aparati za gašenje pomaže u sprječavanju ponovnog paljenja nakon što se vatra ugasi.
- **aparati za gašenje požara s CO₂ plinom** prikladni su za upotrebu kod požara zapaljivih tekućina i iznimno su učinkoviti u gašenju požara koji uključuje električnu opremu.
- **mokri kemijski aparati za gašenje požara** obično se isporučuju s posebnim uputama za primjenu. Namijenjeni su za gašenje velikih požara na lož ulje i idealno su prilagođeni za kuhinje.
- **aparati s vodenom maglom** gdje vodena magla djeluje na temelju korištenja mikroskopskih čestica vode za hlađenje vatre, gušenje i zatim hlađenje gorućeg medija kako bi se spriječilo ponovno paljenje. Aparati za gašenje vodenom maglom idealni su za pokrivanje područja gdje postoji višestruki rizik od požara.

5.3. PUMPE I CRIJEVA

Ručno gašenje požara kada se ne koriste aparati za gašenje požara oslanjat će se na pumpe i crijeva (Slika 16.). Dovoljna opskrba vodom za gašenje požara obično nije problem za brodove, osim ako su pumpe i crijeva oštećeni ili neispravni ili ako je plovilo na vezu gdje se ili nasuka ili ako je dubina vode vrlo mala. U potonjim slučajevima uvijek je mudra mjera opreza za brodske časnike i posadu osigurati da obalni hidrant bude dostupan u blizini.



Slika 16. Crijevo za gašenje požara [26]

Za razliku od gašenja požara na obali gdje količina vode koja se koristi nije problem, na moru je višak vode vrlo opasan i uzrokuje prevrtanje broda. Voda također može reagirati s nekim teretom ispuštajući opasne plinove ili čak uzrokujući daljnje požare i eksplozije.

Kodeks FSS i SOLAS sadrže propise koji pokrivaju sve aspekte protupožarnih pumpi, hidranata i crijeva, uključujući njihov kapacitet, smještaj i brojeve. Točne pojedinosti bit će specifične za brod i također će ovisiti o vrsti broda. Propisi također pokrivaju ventilaciju, zaklopke i protupožarna vrata. Sustav bi neizbježno sadržavao brojne ventile za izolaciju dijelova sustava kada je potrebno održavanje ili popravak. Ventili koji povezuju crpke s morskim spremnikom trebaju biti zatvoreni samo kada se obavljaju radovi kako bi u svim ostalim trenucima bio spreman dovod vode u sustav. Provjera statusa ventila bitan je dio redovitih pregleda.

Cjevovod je često zanemaren dio protupožarnog sustava, ali njegovo stanje jednako je važno kao i bilo koji drugi dio jer oštećena cijev ili cijev koja curi može cijeli sustav učiniti beskorisnim. Cijevi za protupožarni sustav općenito su čelične konstrukcije i stoga podložne koroziji. To se posebno odnosi na cijevi na palubi koje su izložene otvorenom zraku i korozija na tim cijevima često ostaje neotkrivena, osobito ako boja skriva područja otpada. Odgovarajuće protupožarno crijevo treba biti pohranjeno u blizini svakog hidranta zajedno s odgovarajućim priključcima i mlaznicama. Kao i kod cijevi, crijeva treba

redovito provjeravati zbog oštećenja. Vizualnim provjerama otkrit će se određena oštećenja, ali povremeno punjenje crijeva otkrit će skrivena curenja.

Također, svi brodovi moraju imati međunarodni priključak za vatrogasno crijevo (Slika 17.) tako da u slučaju kvara vlastitog protupožarnog sustava brod u luci može spojiti svoje cijevi i sustav crijeva na dovod vode s obale, a svaka točka na brodu mora biti pokrivena s minimalno dva vatrogasna crijeva. Konektor se također može koristiti za spajanje sustava na pumpe drugog plovila u luci ili na moru. [9]



Slika 17. Priključak za vatrogasno crijevo

5.4. PRSKALICE I VODENA MAGLA

Većina putničkih modernih brodova sada je opremljena sustavom za gašenje raspršivačem ili vodenom maglom (Slika 18.). U takvim sustavima, glava raspršivača je obično kombinirana detektorska jedinica. Sprinkler sustavi se također mogu aktivirati ručno ako se uoči požar prije nego se sustav aktivira. Kada toplina ili dim aktiviraju sustav, glavna voda se oslobađa kako bi se ugasio požar. Vrste sustava u osnovi su slične po tome što koriste vodu koja se oslobađa iz točaka iznad glave kada se aktiviraju, ali sustavi za maglu koriste manje vode i imaju druge navodne prednosti. [5]



Slika 18. Vatrogasni sustav na putničkom brodu

Voda za sustave se dovodi kroz morskú komoru, ali postoji i spremnik slatke vode koji se u prvom redu koristi za punjenje sustava kako stajaća voda u cijevima ne bi bila korozivna. Sustavi raspršivača i vodene magle mogu se pokrenuti brže od plinskih sustava budući da nije potrebno zatvoriti otvore, isključiti ventilaciju ili evakuirati prostor prije puštanja. Vrijeme potrebno za gašenje požara vodenom maglom može biti dulje nego kod plina, ali vodena magla također hladi prostor i kontrolira dim u procesu. Obično je dostupna i neograničena opskrba vodom.

U sustavu vodene magle voda je pod pritiskom i ispušta se kroz glavu raspršivača. Male kapljice vode omogućuju magli kontrolu, suzbijanje ili gašenje požara hlađenjem plamena i atmosfere i istiskivanjem kisika isparavanjem. Magla je prodornija od vode iz raspršivača i također djeluje kao suzbijač dima, čime se sprječava da se druge glave aktiviraju dimom i tako smanjuje potražnju za vodom. [5]

Sa sigurnosne točke gledišta, daleko je manja vjerojatnost da će stabilnost broda biti ugrožena učinkom slobodne površine količine korištene vode, a za one sustave koji koriste svježú vodu, manje količine vode znači da je dostupan veći kapacitet tereta.

Vodena magla se pokazala vrlo učinkovitom u gašenju požara i u demonstracijama i u stvarnim radnim okolnostima. Sustavi vodene magle dolaze u visokotlačnim i niskotlačnim varijantama. Tijekom godina, tlak potreban za proizvodnju finih kapljica smanjio se s oko 100 bara na razinu od oko 7 bara u nekim sustavima. Međutim, još uvijek postoji mnogo proizvođača koji nastavljaju proizvoditi visokotlačne sustave. Zagovornici toga tvrde da viši tlak proizvodi manje kapljice koje pomažu u brzom gašenju. Kapljice vode mogu se povećati do gotovo 2000 puta dok ispare, lišavajući vatru neophodnog kisika. Što je kapljica više i što veću površinu zauzimaju, to će suzbijanje biti učinkovitije. [5]

Iako se smatraju poboljšanjem u odnosu na sustave raspršivača, instalacije s vodenom maglom nisu bez problema. Nakon što je nekoliko brodova zadržano u

američkim lukama zbog neoperativnih sustava, brojne države smatrale su potrebnim ponuditi savjete o održavanju i provjeri sustava. Većina zadržavanja bila je zbog sustava koji su bili osigurani ili zatvorenim dovodnim ventilima ili postavljanjem sustava u ručni način rada, jer kada se sustav koji zahtijeva mogućnost automatskog rada postavi u ručni način rada, senzori i alarmi nisu uključeni i mogućnost brzog odgovora sustava je onemogućena. Šanse za širenje požara povećavaju se kada u štijećenom prostoru nema ljudi, a ukupna učinkovitost sustava vodene magle mogla bi biti smanjena, posebno u pogledu vremena potrebnog za gašenje požara. [8]

5.5. SUSTAVI ZA GAŠENJE PLINOM

Osim vode, postoje i druga sredstva koja se koriste za gašenje požara na putničkim brodovima. Neki od najučinkovitijih sustava, poput onih koji koriste halon, zabranjeni su „Montrealskom konvencijom“ zbog svojih učinaka na oštećivanje ozona. Umjesto halona sada se koristi alternativa pod nazivom „Novec 1230“. [5]

„Novec 1230“ sustavi su individualno dizajnirani spremnici odgovarajuće veličine odabrani prema hidraulici i potrebnoj količini sredstva. Komponente su dizajnirane i ispitane za rad u temperaturnom rasponu od 0°C do 50°C. Cilindri se općenito skladište izvan zaštićenog prostora, iako se pod određenim okolnostima mogu držati u istom prostoru. Sustavi „Novec 1230“ dizajnirani su za držanje „Novec 1230“ u obliku tekućine i dušika, koji se koristi za supertlak spremnika na 24,8 bara na 20°C. „Novec 1230“ je plin koji pripada posljednjoj generaciji nasljednika nekadašnjeg halona. Ima izrazito blag utjecaj na okoliš i ozonski omotač. Uz veliku učinkovitost i brzinu kojom gasi vatru, njegova najvažnija karakteristika je vrlo kratko vrijeme razgradnje u atmosferi od samo 5 dana. Elektronski je neprovodljiv i idealan je za zaštitu IT područja (Slika 20.), poslužiteljskih područja, telefonske centrale, raznih prostora s elektronikom, galerija, muzeja, trezora i sličnih prostora. Također, uspješno gasi požar u roku od 10 sekundi od aktiviranja, a potpuno je bezopasan za ljude koji se zateknu u trenutku aktivacije u određenom prostoru, te postoji i kao prijenosni aparat za gašenje (Slika 19.).



Slika 19. Izgled spremnika plina „NOVEC 1230“



Slika 20. Ispuštanje plina „NOVEC 1230“ u računalnoj prostoriji

Sustav koji požar gasi pomoću ugljičnog dioksida može požar gasiti u jednom ali i više prostorija. Mora imati uređaj za uzbunu prilikom gašenja požara u prostorijama gdje se nalaze ljudi, a postoje dva načina aktivacije ovakvog sustava: daljinski ili ručno.

Plin „Novec 1230“ skladišti se u tekućem stanju u spremnicima pod tlakom dušika od 50bar na temperaturi od 21°C. Kako bi se zajamčila učinkovitost u gašenju požara, potrebno je instalacije projektirati precizno, tako da trajanje sredstva za gašenje bude dugo 10 sekundi. Vrlo je važno istaknuti da cjevovod i ispusti mogu biti međusobno udaljeni do 80 m od spremnika s plinom, što je prednost Noveca 1230 u odnosu na druge plinove (Slika 21.).[18]



Slika 21. Izgled spremnika plina u prostoriji

Kada je sustav aktiviran, sadržaj teče u distribucijski cjevovod do ispusne mlaznice gdje se raspršuje kao para za manje od 10 sekundi. Tijekom pražnjenja kućište će se zamagliti što može smanjiti vidljivost. To obično nestaje brzo i ne bi trebalo ometati sposobnost osoblja da sigurno izađe iz zaštićenog područja.

U normalnim uvjetima, Novec 1230 je bezbojna tekućina slabog mirisa s gustoćom oko 11 puta većom od gustoće zraka. Raspada se na temperaturama iznad 500°C i stoga je važno izbjegavati primjene koje uključuju opasnosti kada su uključene stalno vruće površine. Nakon izlaganja plamenu, Novec 1230 će se razgraditi i formirati halogene

kiseline. Njihova će se prisutnost lako otkriti po oštrom mirisu prije nego što se dosegnu maksimalne opasne razine izloženosti. Studije toksičnosti požara pokazuju da produkti raspadanja iz samog požara, osobito ugljični monoksid, dim, nedostatak kisika i toplina, mogu stvoriti veću opasnost.

Uspješna izvedba sustava potpunog navodnjavanja plinom uvelike ovisi o cjelovitosti zaštićenog kućišta. Neophodno je provesti ispitivanje cjelovitosti prostorije na svakom zaštićenom kućištu kako bi se utvrdilo ukupno ekvivalentno područje propuštanja i omogućilo predviđanje sposobnosti kućišta da zadrži Novec 1230. Potrebno vrijeme zadržavanja ovisit će o pojedinostima opasnosti, ali navodi se da ono ne smije biti kraće od 15 minuta. Ponekad može biti potrebno dulje vrijeme zadržavanja ako kućišta sadrže opasnosti koje se lako mogu duboko ukorijeniti.

5.5.1. CO₂ sustavi za gašenje požara

S obzirom na to da su halonski sustavi bili zabranjeni zbog svojstava oštećivanja ozonskog omotača, ugljični dioksid (CO₂) je ipak zamijenio „Novec 1230“, iako je okarakteriziran kao moderni "zagađivač" i staklenički plin (Slika 22.). Ovaj plin ima izvrsne mogućnosti gašenja požara i relativno je jeftin, ali može predstavljati ozbiljnu opasnost za osoblje jer djeluje tako da smanjuje sadržaj kisika u atmosferi. Sa CO₂ sustavima, razdoblje između otkrivanja požara i ispuštanja plina često se čini prilično dugim jer posada mora evakuirati područje kako bi izbjegli smrtonosne učinke plina. Kao posljedica toga, ponekad je dopušteno da manji požari eskaliraju uzrokujući gubitak života, pa čak i potpuni gubitak brodova. [17]



Slika 22. Baterije boca sa CO₂

Problemi s CO₂ sustavima pojavljuju se u mnogim službenim istragama nesreća, a savjete industriji redovito objavljuju osiguravatelji, P&I klubovi, klasna društva i druga tijela. Koncentracija CO₂ iznad određenih razina u protupožarnim akcijama glavna je briga među regulatorima zaštite od požara. [5]

SOLAS ne zabranjuje korištenje CO₂ u sustavima koji štite brodsku strojarnicu ili druge prostore kojima posada ima pristup tijekom normalnog rada, ali su rizici za osoblje jasno prepoznati i SOLAS poziva na različite zaštitne mjere, kao što su dvije odvojene i međusobno povezane kontrole, alarmi prije pražnjenja i vremenske odgode, za zaštitu osoblja u strojarnici. Međutim, SOLAS ne dopušta postavljanje prijenosnih aparata za gašenje požara s CO₂ u smještajne prostore na brodovima zbog povezanog rizika za osoblje. Za tipičan požar u strojarnici koji uključuje zapaljive tekućine, važno je brzo unijeti potrebne količine CO₂ kako bi se ograničila eskalacija požara. Istrage otkrivaju da evakuacija, okupljanje i brojanje ljudi tijekom požara u strojarnici često traju dulje od očekivanog jer posada nije disciplinirana u okupljanju. [10]

Zbog ograničenog skladišnog kapaciteta, vrlo malo brodova može nositi dovoljno plina za više od jednog pražnjenja. CO₂ ima ograničen učinak hlađenja, a temperatura opreme i struktura u strojarnici može biti vrlo visoka, posebno ako je vrijeme potrebno za oslobađanje fiksnog sustava za gašenje požara bilo dugo. Postoji dodatni rizik za vatrogasce ili posadu koji prerano uđu u prostor, dopuštajući tako ulazak zraka bogatog kisikom, što može uzrokovati ponovno rasplamsavanje požara. Većina savjeta izdanih u vezi sa CO₂ sustavima preporučuje poticanje svijesti o opasnostima povezanim s njihovom

uporabom kroz detaljne i nedvosmislene postupke, odgovarajuću obuku i propisano održavanje. Opasnosti od CO₂ moraju se stalno naglašavati, a obuka i prijenos iskustva između posade trebali bi stvoriti zajedničko razumijevanje funkcionalnosti, ograničenja i opasnosti povezanih s posebnim brodskim instalacijama. [5]

Dizajn CO₂ sustava pokriven je FSS kodeksom i mora ga odobriti država ili klasifikacijsko društvo, ali postoje aspekti koje treba uzeti u obzir kao zdrav razum. Na primjer, barem jedan ventilacijski ventilator strojarne treba bi se napajati generatorom za hitne slučajeve kako bi se strojarne učinila sigurnom za ulazak nakon upotrebe sustava. Osim toga, opasnosti CO₂ sustava nisu ograničene na prostore za koje su dizajnirani da štite, već se protežu i na sam prostor za skladištenje CO₂. Nije nepoznato da cilindri cure, stvarajući opasnost od gušenja u skladištu CO₂. Kao posljedica toga, treba postojati odgovarajuća ventilacija, a područje treba smatrati zatvorenim prostorom s odgovarajućim postupcima za testiranje prije ulaska. [17]

U nastavku je prikazana shema izvedenog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom (Slika 23.) u kojem su dijelovi označeni brojevima na sljedeći način: 1 – pilot boca sa ugljičnim dioksidom; 2 – boce sa ugljičnim dioksidom; 3 – cjevovod; 4 – uređaj za vremensku odgodu ispuštanja ugljičnog dioksida; 5 – mlaznice za disperziju ugljičnog dioksida; 6 – detektori (javljači) požara; 7 – vatrodojavna centrala; 8 – svjetlosna signalizacija požara; 9 – zvučna signalizacija požara; 10 – sirena za upozoravanje ljudi zbog gašenja požara sa CO₂; 11 – uređaj za ručno aktiviranje gašenja.



Slika 23. Shema visokotlačnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom

5.6. OPREMA ZA GAŠENJE POŽARA

Oprema za gašenje požara koja se koristi na putničkim brodovima je: [30]

- **Vatrootporna pregrada:** Različite klase pregrada kao što su Klasa-A, Klasa-B i Klasa-C koristile su se na brodovima za izgradnju pregrada u područjima kao što su smještaj, prostor za strojeve, pumpna soba itd. Glavne primjene takvih pregrada su za obuzdavanje ili ograničavanje širenja požara u osjetljivim područjima.
- **Protupožarna vrata:** Protupožarna vrata su ugrađena u vatrootpornu pregradu kako bi se omogućio pristup iz iste. To su samozatvarajuća vrata bez sigurnosnog mehanizma.
- **Protupožarne zaklopke:** Zaklopke se nalaze u ventilacijskom sustavu skladišta tereta, strojarnice, nastambi itd. kako bi se spriječio prekomjerni dotok kisika u vatru. Za to je potrebno da su položaji otvaranja i zatvaranja jasno označeni za protupožarne zaklopke (Slika 24.).



Slika 24. Protupožarna zaklopka

- **Protupožarne pumpe:** Prema propisima, brod mora imati glavnu protupožarnu pumpu i pumpu za hitne slučajeve odobrenog tipa i kapaciteta. Mjesto postavljanja protupožarne pumpe mora biti izvan prostora u kojem se nalazi glavna protupožarna pumpa (Slika 25.).



Slika 25. Protupožarna pumpa

- **Glavni protupožarni cjevovod i ventili:** Glavni protupožarni cjevovod koji je spojen na glavnu i hitnu protupožarnu pumpu mora biti odobrenog tipa i kapaciteta. U cjevovodu moraju biti postavljeni izolacijski i sigurnosni ventili kako bi se izbjegao njihov nadtlak.
- **Vatrogasna crijeva i mlaznice:** Vatrogasna crijeva duljine najmanje 10m koriste se na brodovima. Broj i promjer crijeva određuje klasifikacijsko društvo. Mlaznice promjera 12m, 16m i 19m koje se koriste na brodu dvonamjenske su vrste - mlaz i raspršivač (Slika 26.).



Slika 26. Vatrogasna crijeva i mlaznice

- **Vatrogasni hidranti:** Vatrogasna crijeva su spojena na požarne hidrante iz kojih se kontrolira opskrba vodom. Izrađeni su od materijala koji usporava toplinu kako bi bili što manje pogođeni temperaturama ispod ništice i kako bi se crijeva mogla lako spojiti s njima (Slika 27.).



Slika 27. Vatrogasni hidranti

- **Prijenosni aparati za gašenje požara:** Prijenosni aparati za gašenje požara s CO₂, pjenom i suhim kemijskim prahom nalaze se u nastambama, na palubi i u prostorijama sa strojevima zajedno s određenim brojem rezervnih dijelova kako je navedeno u propisima.

- **Fiksni sustav za gašenje požara:** CO₂, pjena i voda koriste se u ovoj vrsti sustava, koji je instaliran na različitim lokacijama na brodu i kojim se daljinski upravlja izvan prostora koji se štiti.
- **Sustav inertnog plina:** Sustav inertnog plina predviđen je u tankerima za naftu i onima koji su opremljeni sustavom za pranje sirove nafte, ali ne i putničkim brodovima. Ovaj sustav štiti teretni prostor od opasnosti od požara (Slika 28.).



Slika 28. Sustav za gašenje požara sa inertnim plinom

- **Detektori požara i alarmi:** Sustavi za otkrivanje požara i alarmni sustavi instalirani su u prostoru tereta, nastambama, palubama i prostorijama strojeva, zajedno s alarmnim sustavom za obavještanje o svakom izbijanju vatre ili dima što je ranije moguće (Slika 29.).



Slika 29. Detektor požara s alarmom

- **Sustav daljinskog zatvaranja i zaustavljanja:** Daljinsko isključivanje stanice omogućeno je za sve vodove goriva iz spremnika loživog ulja i dizelskog goriva u

strojarnici, a koje se vrši brzim zatvaranjem ventila. Također je osiguran sustav daljinskog zaustavljanja za zaustavljanje strojeva poput pumpi za gorivo, pročištača, ventilacijskih ventilatora, kotlova itd.

- **Uređaj za disanje:** EEBD (eng. *Emergency Escape Breathing Device*) koristi se za bijeg iz prostorije u plamenu ili ispunjene dimom. Lokacija i rezervni dijelovi istih moraju biti u skladu sa zahtjevima navedenim u FSS kodu (Slika 30.).



Slika 30. Uređaj za disanje u hitnim slučajevima

- **Vatrogasna oprema:** Vatrogasna oprema koristi se za gašenje požara na brodu izrađena od materijala koji usporava vatru odobrenog tipa. Za teretni brod najmanje 2 opreme, a za putnički brod najmanje 4 opreme moraju biti prisutne na brodu.
- **Međunarodna obalna veza:** ISC (eng. *International Shore Connection*) se koristi za povezivanje obalne vode s brodskim sustavom za gašenje požara kada sustav brodske protupožarne pumpe ne radi i nalazi se u luci, na čekanju ili na suhom doku. Veličina i dimenzije su standardne za sve brodove i na brodu mora biti prisutna najmanje jedna spojka s brtvom.
- **Sredstva za bijeg:** Rute za bijeg i prolazi moraju biti osigurani na različitim mjestima na brodu zajedno sa ljestvama i podupiračima koji vode do sigurnog mjesta. Veličina i položaj moraju biti projektirani prema propisu.

6. EVAKUACIJA NA PUTNIČKIM BRODOVIMA

Premda su putnički brodovi jedni od najsigurnijih prijevoznih sredstava, osoblje i putnici moraju biti upoznati s postupcima koji se moraju izvršiti u slučaju opasnosti od požara na brodu. Unutar 24 sata od ukrcaja na brod putnici moraju biti upoznati s postupcima koji se moraju izvršiti u slučaju nužde. Također u svakoj putničkoj kabini se mora nalaziti raspored za uzbunu na kojem pišu postupci koje članovi posade i putnici moraju obaviti u slučaju nužde. Zbog drukčije prirode požara na kopnu i na brodu, primarna zadaća nije gašenje požara već evakuacija putnika na sigurnu lokaciju.

Prvi preduvjet za uspješnu evakuaciju putnika je pravovremeno dojavljivanje pomoću sustava za alarmiranje. Osim automatskih sustava za dojavljivanje na brodu su strateški raspoređene i stanice za ručno dojavljivanje jer često članovi posade primijete požar prije nego ga automatski sustav detektira.

Evakuacijski putevi moraju biti jasno označeni kako bi ih putnici i posada lako raspoznali u slučaju nužde. Osim oznaka, evakuacijski putevi moraju biti prohodni, bez ikakvih prepreka te moraju spajati sve prostorije s mjestom za okupljanje u slučaju nužde. Stubišta i ljestve moraju biti raspoređeni tako da omogućuju brz i siguran put do palube za ukrcaj na čamce za spašavanje.

Kada dođe do požara na putničkom brodu, važno je slijediti protokol i odgovoriti na vatru što je brže moguće. Požari na brodovima mogu biti uzrokovani, na primjer, curenjem ulja, kvarom bojlera ili električnim kvarovima. Nakon otkrivanja požara potrebno je poduzeti nekoliko radnji kako bi se osigurala sigurnost broda i članova njegove posade:

- treba se oglasiti opći alarm,
- mora se obavijestiti posada zadužena za požare,
- mora se okupiti vatrogasna postrojba,
- potrebno je pokušati izolirati požar zatvaranjem ventilacijskog sustava, krovnih prozora, vrata itd.
- prije ulaska u požarno područje, posada treba nositi odgovarajuću opremu i koristiti odgovarajući sustav za gašenje požara.

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) u skladu s Uredbom 21.1.4 Poglavlja III. SOLAS-a zahtijeva da se sva plovila za preživljavanje mogu porinuti s punim sastavom

osoba unutar razdoblja od 30 minuta od trenutka kada je dan signal za napuštanje broda. Međutim, ova uredba propisuje da vremenski okvir od 30 minuta počinje tek kada se okupe svi putnici s prslucima za spašavanje.

Ukupno vrijeme za evakuaciju putničkog broda također uključuje vrijeme koje je potrebno putnicima i posadi da se okupe na mjestu okupljanja s bilo kojeg mjesta na brodu nakon što se oglasi prvi alarm. „Smjernice za pojednostavljenu analizu evakuacije za nove i postojeće putničke brodove" pokrivene MSC Circ 1033 i njegovim nasljednikom MSC Circ 1238, izdane od IMO-a, preporučuju da maksimalno dopušteno ukupno vrijeme evakuacije za putnički brod bude u rasponu od 60 do 80 minuta na temelju sljedećeg:

- 60 minuta treba se primjenjivati na brodove koji nemaju više od tri glavne okomite (požarne) zone i
- 80 minuta za brodove koji imaju više od tri glavne okomite (vatrene) zone.

Budući da su ovo trenutno samo smjernice IMO-a, odgovornost je pojedinačnih vlada članica da odluče hoće li ugraditi sve ili dio smjernica u vlastito nacionalno zakonodavstvo ili će ih samo ostaviti kao „smjernice“.

Smjernice zahtijevaju da se evakuacija putničkog broda procijeni računalnim sredstvima tijekom faze projektiranja kako bi se pružile informacije o trajanju evakuacije, protoku putnika po brodu te koliko je to moguće, eliminirala područja zagušenja. Smjernice daju mogućnost poduzimanja pojednostavljene ili naprednije metode analize evakuacije putničkog broda. Smjernice određuju najmanje četiri slučaja evakuacije putnika koje treba razmotriti; modeliranje pune evakuacije putničkog broda tijekom dana i noći i drugi slučaj koji uključuje samo jednu od glavnih okomitih požarnih zona, ali uz pretpostavku da je dostupno samo 50% stubišta ili da je dodatnih 50% putnika iz susjedne zone prisiljeno da se presele u zonu do mjesta okupljanja i danju i noću.

6.1. PRIMJER POMORSKIH NEZGODA UZROKOVANIH POŽAROM NA PUTNIČKIM BRODOVIMA

Brodski požari nisu neuobičajeni te su tijekom godina zabilježene mnoge tragične priče o pomorskim nesrećama. Davne 1930. godine brod „SS Morro Castle“ se zapalio dok je prevozio kubanske putnike u New York. Živote je izgubilo čak 137 osoba, putnika i članova posade. Taj incident je bio užasan, ali je potaknuo promjene u zaštiti brodova od

požara i doveo do uvođenja protupožarnih vrata, protupožarnih alarma, vježbi i sigurnosnih postupaka te upotrebe vatrootpornih materijala na brodovima. [40]

Unatoč ogromnom napretku u zaštiti od požara na putničkim brodovima, oni danas nisu rijetkost. Tako se godišnje dogodi nekoliko desetaka požara na putničkim brodovima, a posljedice se ublažavaju mjerama i propisima zaštite od požara.

Putnički brod „Pearl of Scandinavia“ bio je na putu iz Osla za Kopenhagen 16. studenog 2010. kada je na palubi izbio požar. Vatrogasni alarm je signalizirao požar koji je zatim aktivirao sustav za gašenje požara i požar je ugašen. Švedski vatrogasci stigli su u pomoć helikopterom. Uzrok požara bio je električni automobil koji se punio tijekom putovanja. Svi putnici su evakuirani na sigurno, a ozlijeđenih nije bilo. [41]

Norveški obalni brod „Nordlys“ se 2011. godine zapalio na putu prema luci Aalesund. Na brodu je bilo 55 članova posade i 207 putnika. U nesreći su poginula dva člana posade, a 12 osoba je ozlijeđeno. Istraga nesreće pokazala je da je požar izbio na glavnom stroju, a uzrok nesreće je curenje goriva. Osim toga, istragom je utvrđeno da pumpa za gorivo, iako je nedavno zamijenjena, nije bila pravilno osigurana, a također je pronađen nedostatak izolacije oko strojarnice i neispravan generator za hitne slučajeve. Nažalost, ljudski faktor bio je uzrok nesreće i katastrofe koja se mogla spriječiti poduzimanjem protupožarnih mjera, ali nije. [42]

Godine 2013. izbio je požar na kruzaru „Carnival Triumph“ na kojem je bilo više od 3000 putnika i više od 1000 članova posade. Iako u samom požaru nitko nije ozlijeđen, jedan je putnik pao u more i smrtno stradao. Vatra je zatvorila sve službe na brodu koji je plutao u Meksičkom zaljevu, ostavljajući tisuće ljudi bez vode i struje četiri dana dok brod nije odvučen u najbližu luku. Naknadna istraga otkrila je da je tvrtka, koja je bila vlasnik kruzera, znala da na brodu postoji rizik da bi crijeva za gorivo mogla procuriti i izazvati požar. I u ovom slučaju katastrofa se mogla spriječiti, ali nije. [43]

7. ZAKLJUČAK

Sigurnost brodova je od velike važnosti u pomorstvu. Požari na putničkim brodovima predstavljaju veliku opasnost za sigurnost broda, njegove posade i putnika, te se u svrhu zaštite od požara kontinuirano razvijaju sustavi brodske protupožarne zaštite. Cilj ovog rada bio je prikazati protupožarni sustav broda i način na koji se njegovi elementi koriste u svrhu protupožarne zaštite.

U prošlosti se sustav za dojavu požara sastojao od zone i točna lokacija nije mogla utvrditi uzrok požara. Ova činjenica je veliki problem na putničkim brodovima koji imaju veliku količinu zatvorenih prostora (kabina). Današnji sustavi reagiraju točno na mjesto aktiviranja detektora, a time i požara. Ispravan rad uređaja protupožarnog sustava ključan je za sigurnost broda, te njihovo održavanje i ispitivanje.

Protupožarni sustav na brodu spada u opće servisne sustave. Brod je vrlo osjetljiv na mogućnost požara zbog materijala koji su ugrađeni u sam brod, kao i goriva i maziva. Može se zaključiti da postoji značajna opasnost od požara s velikim materijalnim štetama i čestim ljudskim žrtvama. Tijekom razgradnje brod je bio prepušten isključivo posadi i imovini koja je bila instalirana na brodu, posebice kada se požar dogodi na otvorenom moru, kada mogućnost gašenja ovisi isključivo o sposobnosti, znanju i vještinama posade, a vatrogasna spremnost. aparati i uređaji za gašenje požara. Posada broda mora biti u stanju brzo reagirati na pojavu požara ili alarma, što podrazumijeva dobru organizaciju i praktičnu osposobljenost.

Cilj zaštite od požara na brodu prvenstveno je spriječiti požare ili eksplozije. Ukoliko do požara ipak dođe potrebno je ograničiti nastalu opasnost po život od požara, smanjiti opasnost od požara za brod, njegov teret i okoliš. Potrebno je nadomjestiti, nadzirati i suzbiti požar i eksploziju u odjeljku u kojem je nastao, odnosno osigurati odgovarajuće i lako dostupne izlaze za putnike i posadu. Redovita provjera i procjena opreme u protupožarnom sustavu iznimno je važna. To uključuje pregled i ocjenu opreme za dojavu požara, prijenosnih i mobilnih aparata za gašenje požara, ugradbenih aparata za gašenje požara i kompletnog sustava zaštite od požara.

Čak i uz najbolju tehnologiju ne mogu se u potpunosti izbjeći nesreće, ali može se puno toga učiniti da se smanji šteta i spase životi. Budući proizvodi i rješenja kao što su pametni detektori, alarmi i sustavi obavijesti mogu pomoći u povećanju sigurnosti od požara na brodu.

LITERATURA

- [1] Bićanić, Z., Zujić, M.: Sigurnost na moru, Pomorski fakultet u Splitu, Split, 2009
- [2] Bistrović, M., Tomas, V.: Application of New Techniques and Information Technology for Early Fire Detection on Ships, Naše More, Izd. 61 Br. 5-6, 2014.
- [3] Carević, M.; Jukić, P.; Sertić, Z.; Šimara, B.: Tehnički priručnik za zaštitu od požara, Zagrebinspekt, Zagreb, 2002.
- [4] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Protupožarna zaštita - Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. (2020.),
- [5] Pavić, I.: Ugrađeni sustavi za gašenje požara na brodovima, PFST, Split
- [6] Pavić, I.: Načela protupožarne zaštite i prijenosni uređaji za gašenje požara na brodovima, PFST, Split
- [7] Pomorska enciklopedija JLZ-a 1972. - 1988., Putnički brod, dostupno na https://hr.wikipedia.org/wiki/Putni%C4%8Dki_brod (pristupljeno 4.12.2022.).
- [8] Ručni javljač požara, <https://www.schrack.hr/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [9] Pravilnik o Hidrantskoj mreži za gašenje požara, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_01_8_180.html (pristupljeno 4.12.2022.).
- [10] Shangchun, Z.: Fire protection onboard : Enhance fire safety by design, World Maritime University, 2020.
- [11] Sikirica, I: Putnički brodovi – propisi Međunarodne pomorske organizacije, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Split, 2019.
- [12] Temeljna sigurnost na brodu: Protupožarna zaštita, <https://www.pfri.uniri.hr/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [13] <http://ba.automaticextinguisher.com/info/use-a-correct-fire-extinguisher-37683018.html> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [14] <https://bs.wikipedia.org/wiki/Trajekt> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [15] <https://docplayer.rs/192629045-Ga%C5%A1enje-po%C5%BEara-na-postrojenju-za-primarnu-destilaciju-sirove-nafte.html> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [16] https://en.m.wikipedia.org/wiki/Fire_protection (pristupljeno 4.12.2022.).
- [17] <http://generalcargoship.com/fire-protection.html> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [18] <https://luveti.hr/product-category/vatrogasna-oprema/vatrogasne-pumpe/> (pristupljeno 4.12.2022.).

- [19] <https://nfsa.org/2019/12/06/fire-protection-on-the-high-seas/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [20] <https://ottante.it/prodotto/giunca-cinese/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [21] <https://povijest.hr/nadanasnjidan/najveci-prekooceanski-putnicki-brod-u-povijesti-2004/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [22] <https://shipinsight.com/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [23] <https://turizam24.com/msc-cruises-za-sezonu-priprema-21-moderni-brod-koji-ce-ploviti-u-85-zemalja/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [24] <https://www.britannica.com/technology/carrack> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [25] <https://www.gard.no/web/updates/content/33539588/fire-safety-onboard-ships-a-continuous-cause-for-concern> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [26] <https://www.haberkorn.hr/novosti/novosti-detaljno/gradevinska-vatrogasna-crijeva-trevira-izvrsna-su-za-gradevinarstvo-i-radove-u-industriji> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [27] <http://www.imo.org/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [28] <https://www.integral-zagreb.hr/hr/krstarenje-zapadnim-karibima-brodom-symphony-od-seas> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [29] <https://www.marineinsight.com/cruise/what-are-passenger-ships/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [30] <https://www.marineinsight.com/marine-safety/16-fire-fighting-appliances-and-preventive-measures-present-onboard-ship/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [31] <https://www.marineinsight.com/maritime-history/the-history-of-ships-ancient-maritime-world/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [32] <https://www.safeopedia.com/definition/193/fire-protection> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [33] <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/egypts-ancient-king-khufus-boat-moved-pyramids-giza-new-grand-egyptian-museum-180978413/> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [34] <https://www.vedard.com/post-fire-detector.html> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [35] <https://www.vikingskibsmuseet.dk/en/professions/boatyard/building-projects/the-gokstad-boat> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [36] <https://www.shipownersclub.com/media/2018/08/Case-Study-Fire-on-board-and-sinking-of-a-restricted-limits-passenger-vessel.pdf> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [37] <https://www.rina.org.uk/passenger-ship-evacuation.html> (pristupljeno 4.12.2022.).
- [38] [4 Kategorije požara - Vatrozastita](#) (pristupljeno 01.02.2023.).
- [39] [Klase požara i sredstva za gašenje \(vatropromet.hr\)](#) (pristupljeno 01.02.2023.).

- [40] <https://www.maritimeinjurycenter.com/accidents-and-injuries/ship-fires/> (pristupljeno 07.02.2023.)
- [41] <https://maritimedanmark.dk/?Id=9375> (pristupljeno 06.02.2023.)
- [42] <https://www.norwegianamerican.com/fuel-leak-likely-the-cause-in-ms-nordlys-fire/> (pristupljeno 07.02.2023.)
- [43] <https://www.theguardian.com/world/2013/feb/18/carnival-triumph-cruise-ship-fire-fuel-leak> (pristupljeno 05.02.2023.)

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Moderni putnički brod [23]..... | |
| Slika 2. Khufuov brod [33]..... | |
| Slika 3. Gokstad brod [35]..... | |
| Slika 4. Giunca Chinese čamac [20]..... | |
| Slika 5. Karaka – jedrenjak [24]..... | |
| Slika 6. Primjer trajekta [14]..... | |
| Slika 7. Najveći preoceanski brod [21]..... | |
| Slika 8. Brod za krstarenje [28]..... | |
| Slika 9. Elementi vatrodajavnog sustava [34]..... | 12 |
| Slika 10. Naljepnica požara klase A..... | 16 |
| Slika 11. Naljepnica požara klase B..... | 17 |
| Slika 12. Naljepnica požara klase C..... | 18 |
| Slika 13. Naljepnica požara klase D..... | 19 |
| Slika 14. Naljepnica požara klase F..... | 19 |
| Slika 15. Vrste aparata za gašenje požara [13]..... | 20 |
| Slika 16. Crijevo za gašenje požara [26]..... | 22 |
| Slika 17. Priključak za vatrogasno crijevo..... | 23 |
| Slika 18. Vatrogasni sustav na putničkom brodu..... | 23 |
| Slika 19. Izgled spremnika plina „NOVEC 1230“..... | 26 |
| Slika 20. Ispuštanje plina „NOVEC 1230“ u računalnoj prostoriji..... | 26 |
| Slika 21. Izgled spremnika plina u prostoriji..... | 27 |
| Slika 22. Baterije boca sa CO ₂ | 29 |
| Slika 23. Shema visokotlačnog sustava za gašenje požara ugljičnim dioksidom..... | 30 |
| Slika 24. Protupožarna zaklopka..... | 31 |
| Slika 25. Protupožarna pumpa..... | 32 |
| Slika 26. Vatrogasna crijeva i mlaznice..... | 33 |
| Slika 27. Vatrogasni hidranti..... | 33 |
| Slika 28. Sustav za gašenje požara sa inertnim plinom..... | 34 |
| Slika 29. Detektor požara s alarmom..... | 34 |
| Slika 30. Uređaj za disanje u hitnim slučajevima..... | 35 |