

# IZVORI POŽARNE OPASNOSTI PRI BRODSKOM PRIJEVOZU

---

**Barišić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:622795>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-09**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Ivan Barišić

# **IZVORI POŽARNE OPASNOSTI PRI BRODSKOM PRIJEVOZU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of safety and protection

Ivan Barišić

# **SOURCES OF FIRE HAZARD ON SHIP TRANSPORT**

Final paper

Karlovac, 2019

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Ivan Barišić

# **IZVORI POŽARNE OPASNOSTI PRI BRODSKOM PRIJEVOZU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Mr.sc. Snježana Kirin dipl.ing.

Karlovac, 2019



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES**

Trg J.J.Strossmayera 9

HR-47000, Karlovac, Croatia

Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510

Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2019.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Ivan Barišić

Matični broj: 0416616055

Naslov: Izvori požarne opasnosti pri brodskom prijevozu

Opis zadatka:

- U teorijskom dijelu rada bit će dane osnovne značajke brodskog prijevoza, te opasnosti i mjere zaštite od požara
- U praktičnom dijelu rada bit će dana analiza požara „ro-ro“ broda, te preventivne mjere zaštite od požara

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

06/2019

09/2019

09/2019

Mentor:

mr. sc. Snježana Kirin, dipl. ing.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

## PREDGOVOR

Nakon dugogodišnjeg članstva u dobrovoljnom vatrogasnom društvu i završetka Vatrogasne škole u Splitu 2007. godine, dobio sam priliku za posao u Javnoj vatrogasnoj postrojbi Grada Šibenika. Tijekom zadnjih desetak godina rada, kao profesionalni vatrogasac u postrojbi, sve sam više razvijao privrženost vatrogastvu. Kako sam oduvijek želio napredovati i usavršavati se u poslu koji obavljam, 2016. godine napokon sam se odlučio na upis stručnog studija Sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu.

Studiranje na Veleučilištu u Karlovcu uvelike je upotpunilo moje dosadašnje iskustvo u vatrogastvu sa velikom količinom teorijskog znanja i donijelo mi jedno lijepo iskustvo u životu.

Ovim putem želio bih se zahvaliti svojoj supruzi koja mi je tijekom cijelog trajanja studija bila velika potpora, svojim kolegama iz Javne vatrogasne postrojbe Šibenik na razumijevanju i zamjenama zbog mojih učestalih izbivanja s posla, te zapovjedniku i zamjeniku zapovjednika što su mi izašli u susret i omogućili mi studiranje.

Želim se zahvaliti svim profesorima i predavačima Veleučilišta na iznimnom trudu i nesebičnom prenošenju znanja i vlastitih iskustava, a posebnu zahvalu želim uputiti svojoj mentorici mr. sc. Snježani Kirin na izvrsnoj komunikaciji, pomoći i savjetima prilikom izrade Završnog rada.

## SAŽETAK

U ovom radu u teorijskom dijelu obrađene su značajke brodskog prijevoza, vrste brodova te mogući izvori požara na samim brodovima. Nadalje, teorijski dio rada bavi se obradom protupožarne zaštite na samim brodovima, konstrukcijskim rješenjima prilikom gradnje broda, vatrodojavnim sustavima na brodu te stabilnim sustavima za gašenje požara koji se ugrađuju na brodove.

U praktičnom dijelu rada izrađena je analiza požara na turskom „ro-ro“ brodu UND ADRIYATIK na kojem je izbio požar u ranim jutarnjim satima 6.02.2006. godine. Brod je plovio na relaciji Istanbul-Trst i u trenutku izbijanja požara nalazio se 15-ak nautičkih milja ispred obale Pule na rubu hrvatskih teritorijalnih voda.

**KLJUČNE RIJEČI:** požar, brod, brodski prijevoz, protupožarna zaštita.

## SUMMARY

In this paper, the theoretical part deals with the characteristics of shipping, types of ships and possible sources of fire on the ships themselves. Furthermore, the theoretical part of the paper deals with the processing of fire protection on ships themselves, construction solutions during ship construction, fire alarm systems on board and stable fire extinguishing systems installed on ships.

In the practical part of the paper, a fire analysis was performed on a Turkish "ro-ro" ship UND ADRIYATIK, on which a fire broke out in the early morning hours of February 6, 2006. The ship sailed on the Istanbul-Trieste route and at the time of the fire outbreak was located about 15 nautical miles off the coast of Pula at the edge of Croatian territorial waters.

**KEYWORDS:** fire, ship, ship transport, fire protection.

## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK	III
SADRŽAJ	IV
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvor podataka i metode prikupljanja .....	2
2. TEORIJA PROCESA GORENJA I GAŠENJA.....	3
2.1. Gorenje.....	3
2.2. Gašenje.....	5
2.3. Požar.....	7
3. ZNAČAJKE BRODSKOG PRIJEVOZA .....	8
3.1. Vrste brodova.....	9
3.1.1. Brodovi za prijevoz rasutih tereta .....	9
3.1.2. Brodovi za prijevoz kontejnera.....	10
3.1.3. Tankerski brodovi .....	12
3.1.4. Roll on/ roll off brodovi .....	13
4. Uzroci požara na brodu .....	16
5. Protupožarna zaštita na brodu.....	19
5.1. Konstrukcijske protupožarne mjere .....	19
5.2. Vatrodjavni sustavi na brodu .....	20
5.2.1. Javljači požara.....	21
5.2.2. Vatrodjavna centrala.....	23
5.3. Stabilni sustavi za gašenje požara .....	24



5.3.1. Glavni protupožarni sustav za gašenje morskom vodom .....	24
5.3.2. Automatski sustav za gašenje požara prskanjem.....	25
5.3.3. Stabilni sustav za prskanje vode pod tlakom .....	27
5.3.4. Stabilni sustav za gašenje požara plinom CO <sub>2</sub> .....	28
5.3.5. Stabilni sustavi za gašenje pjenu.....	29
5.3.6. Stabilni sustav za gašenje požara prahom .....	29
5.3.7. Stabilni sustav za gašenje inertnim plinom .....	30
6. ANALIZA POŽARA NA BRODU UND ADRIYATIK .....	32
6.1. Podaci o brodu .....	32
6.2. Protupožarna zaštita na UND ADRIYATIK.....	38
6.2.1. Vatrodojavni sustav.....	38
6.2.2. Stabilni sustav za gašenje požara .....	39
6.2.3. Sustav ventilacije.....	40
6.3. Kronološki opis požara .....	42
6.4. Analiza tijeka požara .....	50
6.5. Uočeni nedostaci koji su pogodovali razvoju požara .....	53
7. ZAKLJUČAK .....	55
8. LITERATURA.....	57

# 1. UVOD

Od davnih vremena, sve od njenog otkrića, vatra je izazivala strah u ljudima. Tijekom razvitka ljudske civilizacije spoznavale su se sve dobre i loše strane vatre. Najveći strah u ljudima izaziva upravo najgora strana vatre, nekontrolirano gorenje odnosno požar. Slijedom toga, razvijala se i zaštita od požara i rasla je svijest čovječanstva za sprječavanje prelaska vatre u požar.

Požar je, definitivno, jedna od najgorih i najopasnijih nesreća koja se može dogoditi, bez obzira na mjesto nastanka. U pomorskom prijevozu, najopasniji požari su požari na brodu.

Da bi se borili protiv bilo kojeg požara bitno je poznavati osnove gorenja, biti upoznati sa sredstvima za gašenje požara, te najbitnije od svega, provoditi preventivne mjere zaštite da nastanak samog požara svedemo na minimum.

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Pomorski prijevoz najvažniji je tip prijevoza robe i dobara na Zemlji, te prenosi 4/5 svjetske trgovine. Oko 80% svjetske trgovine po obujmu i 70% po vrijednosti odvija se morem. Upravo tu se vidi važnost cjelokupne zaštite pomorskog prijevoza.

Općenito kada se priča o protupožarnoj zaštiti, treba imati na umu da se požari ne mogu otkloniti u potpunosti i svesti rizik nastajanja na apsolutnu nulu; ali ono što se može i što je poželjno je upravo pravovremeno provođenje odgovarajućih mjera zaštite.

Naime, uz materijalna sredstva koja su nam potrebna kako bi se sve moglo održavati na optimalnoj razini rizika, potreban je i ljudski čimbenik koji kroz ovo sve mora nastupati moralno i odgovorno; naravno uz edukaciju i učenje o zaštiti i sprečavanju bilo kakvoga oblika požara, radilo se o požaru na otvorenom ili zatvorenom, rukovanju sredstvima i uređajima i sl.

Posebice opasnim smatra se upravo požar na brodovima, a zaštita istoga iziskuje mnogo financijskih izdataka i edukacije ljudstva. Brodom se smatra objekt na kojem se nalazi određeni materijal ili teret, a sveukupan prostor smatra se površinski malim u odnosu na to da je vrijednost na tako malom prostoru velika.

## **1.2. Izvor podataka i metode prikupljanja**

Naime, kao i sve ostalo, pa tako i protupožarna zaštita se mijenja godinama. Uvelike se razlikuje taktika zaštite od prije desetak godina od one danas. Mijenjaju se sredstva, taktike i vrste zaštita, ali ono najvažnije i svijest ljudstva evoluirala i samim time cjelokupna zaštita od požara poprima sasvim novi oblik koji iz godine u godinu je rastao i rasti će – nadamo se ka boljem.

Problem se nalazi upravo u tome što kada se priča o požaru – priča se o pojavi koja se ne može u potpunosti ukloniti, a ako taj isti problem zamislimo na jednom brodu koji, kako smo ranije rekli – poprima jako veliku vrijednost na relativno malom prostoru – dolazimo do zaista zabrinjavajućih mogućih ishoda.

Najjače oružje koje možemo koristiti u svrhu protiv požara, bazirat ćemo se na brodovima - jeste poduzimanje određenih preventivnih mjera, tj. u slučaju nastanka požara pravovremeno reagirati, pomoću uređaja i raznih sustava protupožarne zaštite na vrijeme otkriti izvor gorenja i pravovremeno reagirati, a upravo reakcija je ta koju moramo graditi edukacijama i učenjem kako bi u ovakvim situacijama uvijek mogli donijeti odluku koja je pogodna.

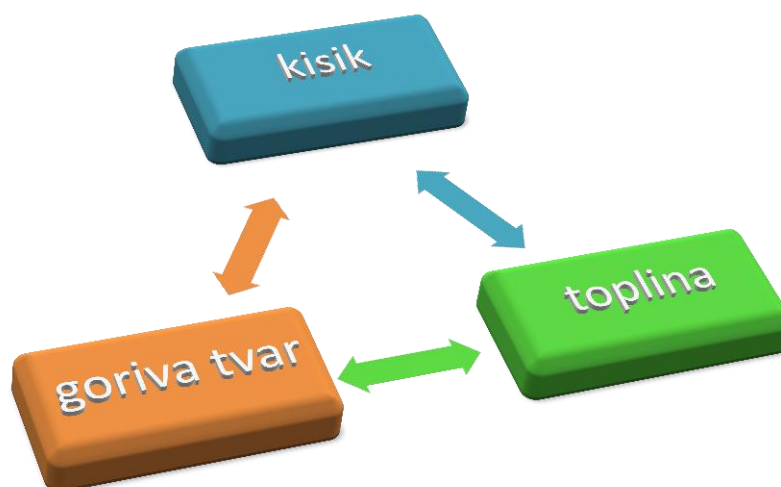
Prilikom pisanja ovog rada korištena je uglavnom stručna literatura iz područja zaštite od požara. Kako je rad usko vezan za pomorski transport korištena je i literatura iz pomorstva, te internet. Za izradu analize požara korišteno je izvješće o istrazi požara na brodu UND Adriyatik koju je provela turska pomorska agencija.

## 2. TEORIJA PROCESA GORENJA I GAŠENJA

### 2.1. Gorenje

Gorenje je kemijski proces koji se najjednostavnije može opisati kao proces oksidacije pri kojem dolazi do spajanja gorive tvari s kisikom, uz oslobađanje toplinske i svjetlosne energije. Takav proces, dakle, naziva se gorenje ili brza oksidacija.

Da bi se proces gorenja ostvario potrebna su tri uvjeta: prisutnost gorive tvari, kisik (oksidans), te izvor zapaljenja. Proces gorenja najlakše se može prikazati takozvanim trokutom gorenja, na kojem se jasno vide svi uvjeti potrebni za nastanak, te njihova međusobna povezanost bez koje nema gorenja. Na (slici 1) prikazan je trokut gorenja.



*Slika 1. Trokut gorenja*

Uz navedene uvjete za nastanak gorenja, da bi se isto odvijalo, potrebno je nesmetano odvijanje kemijskih lančanih reakcija između gorive tvari, kisika i izvora topline. Prema tome, za odvijanje gorenja potrebna su četiri uvjeta: goriva tvar, kisik, izvor topline i odvijanje lančanih reakcija između njih.

Tvari općenito možemo podijeliti na gorive i negorive tvari. Gorive tvari nadalje dijele se na lako gorive i na teško gorive tvari. Gorive tvari prema agregatnom stanju dijelimo na zapaljive krutine, zapaljive tekućine i na zapaljive plinove. Upravo prema podjeli gorivih tvari po agregatnom stanju nastala je i osnovna klasifikacija požara.

Osnovna klasifikacija požara:

- ❖ Klasa požara A – požari krutih tvari organskog porijekla(drvo, tekstil..), koje gore plamenom i žarom
- ❖ Klasa požara B – požari tekućina (benzin, etanol...) i nekih krutina koje se u požaru rastale u tekućinu (parafin, neke vrste plastike). Gorenje se odvija plamenom
- ❖ Klasa požara C – požari plinova (metan, acetilen...). Gorenje se odvija plamenom
- ❖ Klasa požara D – požari lakih metala (magnezij, cink, aluminij...). Gorenje se odvija samo žarom
- ❖ Klasa požara F – požari masti i ulja.

Drugi uvjet gorenja je prisutnost oksidansa, odnosno kisika. Kisik je plin bez boje, okusa i mirisa. Sam po sebi ne gori ali zato podržava gorenje. Kemijska osobina kisika je njegova sposobnost da se na povišenoj temperaturi spaja s gorivim tvarima i na taj način podržava proces gorenja.

Kisik je najrašireniji element na našem planetu. U prirodi ga nalazimo u slobodnom ili elementarnom stanju i to u zraku oko 21 posto. Nadalje kisika u prirodi ima i kemijski vezanog u mnogim spojevima. Jedan od tih njegovih spojeva je i voda koja zauzima oko tri četvrtine zemaljske površine. Kisika u vodi ima 89 posto, a ostalo je element vodik. Ima ga i u drugim spojevima, primjerice u različitom kamenju, pa ukupan sadržaj kisika u zemljinoj kori, morima i zraku iznosi oko 50 posto težine. Tako je težina kisika na Zemlji jednaka težini svih ostalih elemenata zajedno. [1]

Treći uvjet da bi došlo do procesa gorenja je da se, gorivoj tvari i oksidansu, dovede izvor zapaljenja odnosno određena količina topline. Kad se nekoj gorivoj tvari, uz prisustvo kisika, dovodi toplina ta tvar se zagrijava do određene temperature. Kad se tvar zagrije do te određene temperature tada započinje brzo spajanje te tvari s kisikom i počinje gorenje. Ta određena temperatura na koju se neka tvar mora zagrijati zove se temperatura zapaljenja. Da bi se proces gorenja odvijao potrebno je da goriva tvar cijelo vrijeme gorenja održava temperaturu iznad temperature zapaljenja.

Toplina koja je potrebna da se tvar zagrije na temperaturu zapaljenja može se osloboditi iz različitih izvora:

1. Kemijskom reakcijom
2. Mehaničkim putem ( trenje, udar)
3. Električnim putem ( iskre, grijaća tijela)
4. Nuklearnom reakcijom
5. Ostalim prirodnim izvorima ( djelovanjem sunca, udar munje, potresi, itd.)

Toplina proizvedena iz bilo kojeg izvora može se prenijeti do gorive tvari na tri načina. To su kondukcija ili provođenje, konvekcija ili strujanje te radijacija ili zračenje.

Izvore zapaljenja prema tome možemo smatrati sve što stvoriti i predati toplinsku energiju okolini. Mogući izvori zapaljenja tako mogu biti:

- a) Otvoreni plamen
- b) Zgrijane površine
- c) Mehanička iskra
- d) Električna iskra
- e) Statički elektricitet itd...

## **2.2. Gašenje**

Kako je rečeno, gorenje je kemijski proces spajanja gorive tvari s kisikom uz pojavu plamena i topline. Da bi se prekinuo proces gorenja dovoljno je ukloniti jedan od uvjeta koji su potrebni da bi se gorenje odvijalo. Prema tome, gašenje se definira kao

proces u kojem se, pomoću određenih sredstava za gašenje, iz procesa gorenja oduzima jedan ili više uvjeta potrebnih za odvijanje gorenja.

Sredstva za gašenje su tvari koje imaju svojstvo da prekinu proces gorenja. Učinci takvih sredstava na gorenje mogu biti različiti a svrstaju se u tri glavne skupine:

- ohlađujući učinak
- ugušujući učinak i
- antikatalitički učinak.

Od sredstava za gašenje traži se da imaju zadovoljavajući učinak gašenja, da nisu štetni za ljude i okoliš, da su lako dostupna, te da se laku mogu primijeniti, transportirati i čuvati. Postoje razne podjele sredstava za gašenje, ali najmjerodavnija podjela je prema navedenim učincima gašenja jer su to njihova temeljna svojstva. Najpoznatija sredstva za gašenje su: voda, pjena za gašenje, prah za gašenje, ugljični dioksid i halogenizirani ugljikovodici (haloni). Svako od ovih sredstava za gašenje ima jedan osnovni učinak gašenja i sporedne učinke. Prema učinku sredstva za gašenje određeno je i za koju klasu požara se koje sredstvo smije koristiti. U (*tablici 1.*) prikazane su klase požara i sredstva za gašenje za pojedinu klasu:

*Tablica 1. Klase požara i sredstva za gašenje*

KLASA	Vrsta gorive tvari	Sredstvo za gašenje
A	Požari krutina	Voda, pjena, prah
B	Požari zapaljivih tekućina	Prah, pjena, CO <sub>2</sub>
C	Požari zapaljivih plinova	Prah, CO <sub>2</sub>
D	Požari lakih metala	ABCD - prah
F	Požari masti i ulja	Specijalna sredstva

### **2.3. Požar**

Svako kontrolirano gorenje unutar predviđenog ložišta, koje je svjesno izazvano nazivamo vatra. Vatra nastala izvan mjesta predviđenog za gorenje tj. na mjestu koje nije pod kontrolom čovjeka naziva se požar. Dakle, svako neželjeno i nekontrolirano gorenje koje za posljedicu ima uništavanje materijalnih dobara, ljudskih života i kvalitete radne i životne sredine je požar. [2]

Požari se dijele po nekoliko osnova. Mogu se podijeliti prema mjestu nastanka, prema veličini, prema vrsti gorive tvari, te prema fazama razvoja požara.

Prema mjestu nastanka dijele se na požare u zatvorenim prostorima i požare na otvorenim prostorima. Prema veličini dijele se na mali, srednji, veliki i katastrofalni požar.

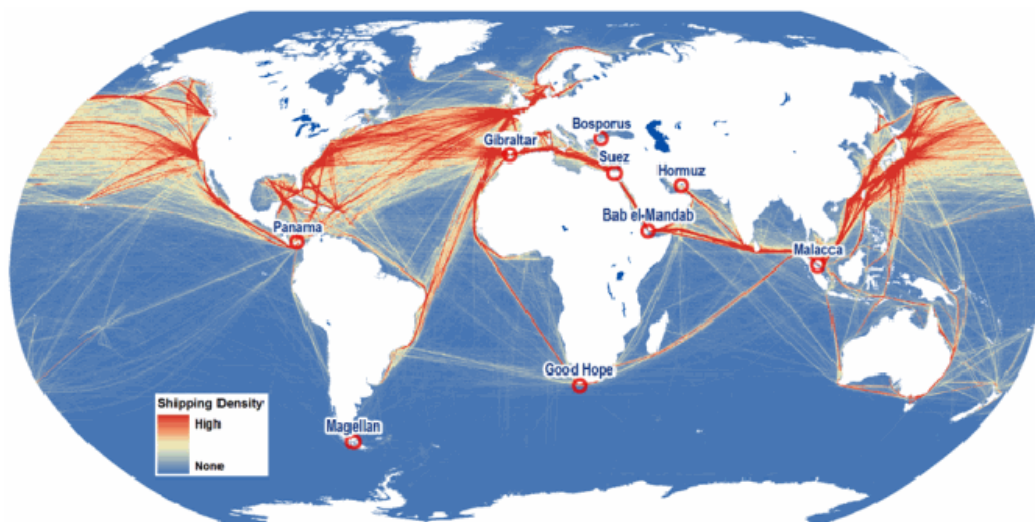
Požar se može podijeliti i prema fazama razvoja samog požara. Tako se razlikuju četiri faze razvoja požara: početna faza, faza razvoja požara, razbuktala faza i faza gašenja požara.



### 3. ZNAČAJKE BRODSKOG PRIJEVOZA

Prijevoz ljudi i dobara brodom od davnih dana bio je najprihvatljiviji i najjeftiniji način transporta. Dugo vremena bio je i jedini način prebacivanja između kontinenata. Neke zemlje su, upravo zahvaljujući brodskom prijevozu postale današnje velesile. Brodovi su se koristili u trgovačke, vojne i putničke svrhe. I u današnje, moderno doba, kad su zrakoplovi visoko razvijeni za trgovinu, prijevoz trgovačkih dobara brodskim prometom i dalje je najzastupljeniji i najrašireniji na svijetu.

Intenzivan razvoj brodskog prijevoza počinje primjenom parnog stroja, koji zamjenjuje dotadašnja jedra i jedrenjake. Snaga brodova i njihova nosivost se povećava kao i njihove eksploatacijske i konstrukcijske značajke (odnos bruto i neto težine, brzina kretanja, sigurnost, manevarska sposobnost i dr.). Zbog velike nosivosti i niskih cijena, brodski prijevoz je najpovoljniji ne samo u prekomorskim prijevozima nego i u prijevozima s obale na obalu jednoga kontinenta ili zemlje koja ima more. [3]



Slika 2. Pravci brodskog prijevoza [4]

Osnovne prednosti brodskog prijevoza naspram ostalih vrsta prijevoza su:

- propusna sposobnost u funkciji puta je bez ograničenja
- potrošnja goriva po jedinici tereta je manja, odnosno manja je potrošnja energije
- manji otpor kretanja u odnosu na kretanje na čvrstoj podlozi, što znači znatno manju vučnu snagu po jedinici tereta
- brodski prijevoz ima najniže troškove na većim udaljenostima
- osigurava se viša proizvodnost rada u usporedbi s ostalim transportnim oblicima

Ovakva vrsta prijevoza, odnosno brodski prijevoz naravno ima i neke nedostatke koji se najviše uočavaju na skupom razvoju lučnih infrastruktura te, klimatskim, navigacijskim i drugim prirodnim utjecajima koji nepredviđeno mogu utjecati na planirani tijek transporta.

### **3.1. Vrste brodova**

Kad se govori o brodskom prijevozu jasno je da se za njega koriste brodovi. U pogledu transporta trgovačke robe i dobara danas se razvilo nekoliko glavnih vrsta brodova.

#### **3.1.1. Brodovi za prijevoz rasutih tereta**

Brodovi za prijevoz rasutih tereta (eng.: bulkcarriers) čine posebnu skupinu brodova za prijevoz suhих rasutih tereta (žitarice, rude itd.). Pojavljuju se na tržištu prije gotovo jednog stoljeća i služili su za prijevoz suhих (homogenih) tereta. Većinom su bili u službi velikih korporacija i industrija. Namijenjeni su za prijevoz: rudača, žitarica, ugljena, raznih minerala, drva, strojeva. Određeni brodovi su za prijevoz samo rasutih tereta, dok imamo tipove koji u jednom pravcu prijevoze rasuti teret, a na povratku specijalizirani teret. Pod suhi teret ubrajaju se osim suhoga tereta i kruti teret. Ovakav

tip broda koristi se za prijevoz gotovo svega, a samim time se smanjuje broj praznih prijevoza.



*Slika 3. Brod za prijevoz rasutog tereta, [5]*

### **3.1.2. Brodovi za prijevoz kontejnera**

Brod za prijevoz kontejnera ili kontejnerski brod je brod koji prevozi samo kontejnere, ima jednu palubu i dvostruke bokove u srednjem dijelu broda. Otvori grotala na palubi široki su i do 80 posto širine broda, a podijeljeni su po širini, ovisno o širini broda, u jedno, dva, tri i do pet grotala. Grotla i njegovi poklopci posebno su čvrsto građeni za 3-4 reda kontejnera. Ukrcaj i prekrcaj kontejnera obavlja se vlastitom dizalicom broda ili lučkom dizalicom. Ovakvim brodovima se najčešće prevozi gotovo većina svjetskog suhog tereta tj. tvorničkih proizvoda; upravo zbog pogodnog načina

spremanja takvog tereta i sigurnosti prijevoza istih. Do danas je izgrađeno i u prometu se nalazi šest generacija kontejnerskih brodova.

Po vrsti ukrcaja dijele se na:

- Kontejnerski brod s vertikalnim vodilicama
- Kontejnerski brod za vodoravno ukrcavanje

Prema namjeni dijele se na:

- Velike oceanske
- Manje feedere



*Slika 4. Brod za prijevoz kontejnera, [6]*

### 3.1.3. Tankerski brodovi

Tankerski brodovi ili tankeri služe za prijevoz tereta u tekućem i plinovitom agregatnom stanju kojima je čitav prostor za teret podijeljen uzdužnim i poprečnim pregradama na nepropusna odjeljenja, koja se nazivaju tankovima. Za ukrcavanje i iskrcavanje tekućeg tereta iz pojedinih tankova tankeri imaju poseban sustav cjevovoda i pumpnih uređaja. Prvi tankeri su se pojavili krajem 19. stoljeća i prevozili su naftu iz Meksičkog zaljeva za Englesku. Današnja moderna plovila imaju dvobok<sup>1</sup> i dvodno<sup>2</sup>, a oni sprječavaju istjecanje tereta ako dođe do oštećenja vanjskog trupa.

Skladište broda je najčešće podijeljeno u nekoliko zasebnih tankova koji mogu biti odvojeni u individualna područja. To znači da su sustavi punjenja spremnika i gašenja požara, kao gasna povratna cijev, cijevi za ostatak tvari i spremnik za ostatak tvari međusobno odvojeni. Ovi sustavi su potrebni kako bi se spriječilo da preostali otrovni plinovi i tekućine ne dođu u kontakt sa okolinom.

Prijevozi tekućih tereta zahtijevaju najnoviju tehnologiju. Tako se spremnici od nehrđajućeg čelika ili brodska skladišta sa posebnom prevlakom koriste kako bi se spriječilo da opasni tereti reagiraju sa površinom spremnika.

Kada se govori o zaštiti tokom zimskih hladnoća i ljetnih vrućina, tada se koriste grijači i ventil kod prijevoza tereta koji se lako zamrzne zimi, a sustav prskalice štiti spremnike od ljetnih vrućina.



*Slika 5. Tankerski brod [7]*

---

<sup>1</sup> konstrukcija boka broda izvedena postavljanjem pregrade blizu boka i usporedno s bokom broda

<sup>2</sup> prostor između vanjske i unutarnje oplata dna broskog trupa

### 3.1.4. Roll on/ roll off brodovi

Brodovi za prijevoz tereta na kotačima spadaju u specijalizirane brodove, te se svojim osobinama i namjenom bitno razlikuju od ostalih vrsta brodova. Roll on/Roll off brodovi ili kako se koristi skraćeni naziv Ro-Ro brodovi. Kod prijevoza ro-ro tereta u pomorskom prometu osnovno je obilježje ukrcaj koji se obavlja u horizontalnom smjeru. Teret se ukrcava na brod horizontalno preko brodske rampe koja povezuje skladišni prostor i operativnu obalu vlastitim pogonom ili se prevozi do mjesta predviđenog za slaganje. Učvršćivanje se obavlja skupa s prijevoznim sredstvom u slučaju da ono ostaje na brodu tijekom prijevoza.

*To su brodovi dizajnirani za prijevoz kotrljajućeg tereta kao što su:*

- automobili,
- kamioni,
- prikolice itd.

Dok za ukrcaj i iskrcaj tereta, kao i premještanje tereta unutar plovila se upotrebljavaju rampe. Rampe se s obzirom na smještaj na brodu dijele na:

- vanjske (rampe koje služe za ukrcaj i iskrcaj tereta)
- unutarnje (rampe koje služe za manipulaciju tereta unutar broda).

*Vanjske se dijele na:*

- Pramčane rampe u simetrali broda
- Krmene rampe u simetrali broda
- Krmene rampe van simetrane, smještene pod kutom u odnosu na simetralu
- Zakretne rampe, postavljene u simetrali broda s mogućnošću zakretanja bočno. Ovakva vrsta rampe se ugrađuje na brodove koji plovo morima i oceanima.

*Unutarnje rampe se dijele na:*

- pomične (mogu spajati više paluba, mogu zatvarati palubne otvore, a mogu se koristiti i za dodatno slaganje tereta)



- nepomične rampe

Ro-ro brodovi su svoje prednosti i dobre rezultate dokazali u početku na kratkim relacijama, a potom i na dugim relacijama. Prvenstveno su do izražaja došle dobre prekrcajne osobine, koje omogućavaju ro-ro tehnologiji najnižu visinu troškova po jedinici tereta od bilo kojeg drugog sustava. Danas se ro-ro tehnologija uspješno kombinira s drugim tehnologijama. Tada se govori o višenamjenskim brodovima koji uz prijevoz ro-ro tereta, na svojoj glavnoj palubi prevoze nekoliko redova kontejnera. Zbog nedostatka prikolica, poluprikolica i trajlera, konvencionalni tereti se krcaju i u trup broda tako da ih se odvozi i dovozi viljuškama. Ro-ro brodovi su izgrađeni i namijenjeni prijevozu isključivo tereta na kotačima.

*Glavni segmenti po kojima se razvrstavaju ro-ro brodovi su:*

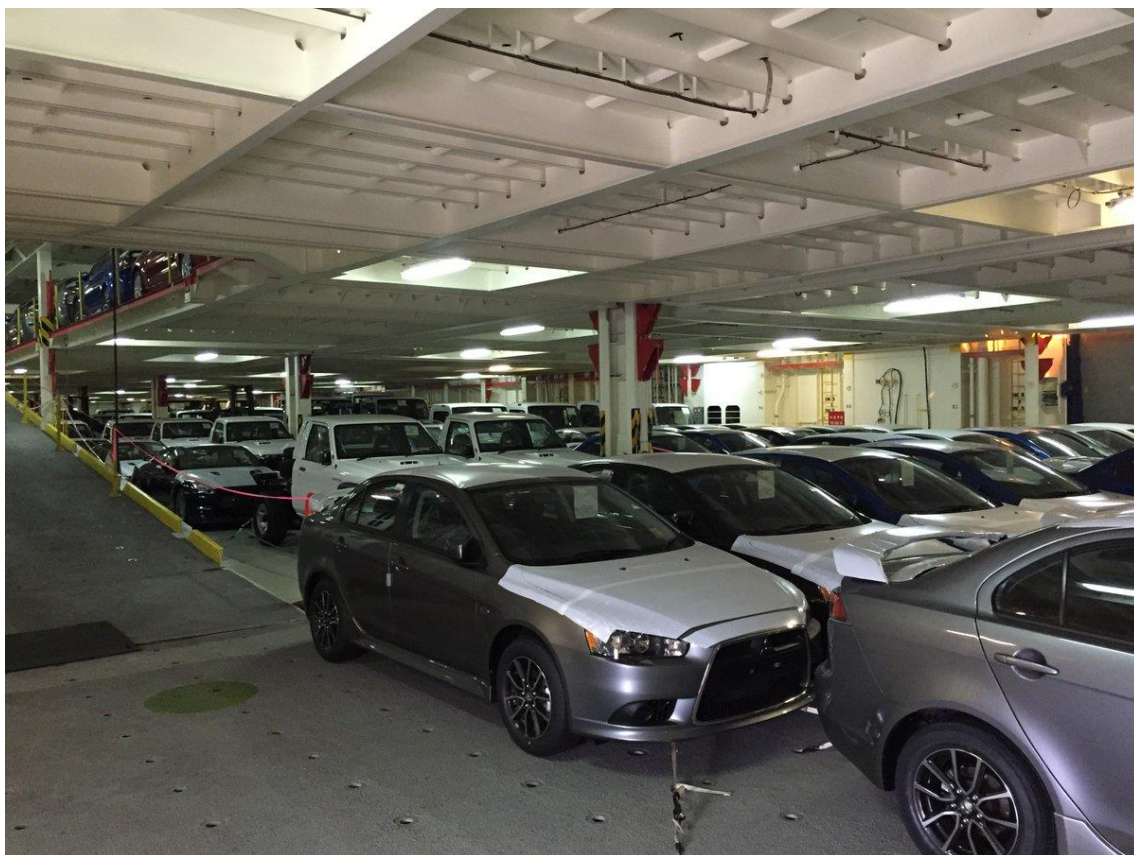
- veličina
- gaz
- namjena
- vrsta tereta za čiji su prijevoz građeni.

Međutim u literaturi se sve češće spominju brodovi triju generacija, koji se dijele prema nosivosti, dužini plovidbe i prema vremenu u kojem su građeni.



*Slika 6. Ro-Ro brod [8]*

Unutrašnjost Ro Ro broda nalik je na velike hangare, koji nisu odijeljeni nepropusnim pregradama. Radi se o prostorima koji svojom prostranošću omogućuju bolju prohodnost i slaganje tereta.



*Slika 7. Unutrašnjost ro-ro broda [9]*



## 4. Uzroci požara na brodu

Od svih požara, na svim mjestima i prostorima – onaj s kojim se profesionalni vatrogasci najteže bore je upravo požar na brodovima. Kao najveće smetnje i narušavanje sigurnosti na brodovima, može se reći da su prodor vode i požar upravo ti koji najviše narušavaju sigurnost broda. Osim što požar može nastati kako u luci tako i u plovidbi na vodi, što dodatno otežava već kompliciranu situaciju. Naime, požar može uništiti i nanijeti materijalnu štetu samoj konstrukciji broda ali osim toga može se uništiti teret koji se prevozi i može biti opasno i pogubno za život svake osobe koja se u tom trenutku zatekla na brodu.

*Sami uzroci požara na brodu mogu biti različiti, a neki od najčešćih su:*

- pojava otvorene vatre
- kratki spoj u električnoj mreži
- odbačeni nauljeni i nečisti pamuk za čišćenje
- nepravilno rukovanje pogonskim gorivom
- pojava praskavog plina kod punjenja akumulatorskih baterija
- nepravilno rukovanje zapaljivih smjesa i tvarima.

Zakonom su određena pravila i propisi po kojima se postupa na brodovima u slučaju nekakve nepogode, a nepridržavanje važećih propisa sigurnosti pri radu s otvorenim plamenom, kao npr. kod zagrijavanja limova, zavarivanja, posebno autogenim aparatom– često dovodi do požara.

Kao jedno od najkritičnijih mjesta na kojima može doći do požara navodi se upravo strojarnica; do požara dolazi u većini slučajeva kada se čisti komora s filtrima za gorivo i ulje. Kao što je opće poznato, gorivo je lako zapaljiva tekućina, stoga do požara može doći i kod rutinskog mjerenja razine goriva u tankerima, kada se gorivo prelije i u dodiru s vrućim strojnim dijelovima može upaliti.

Nadalje, požar na brodu može biti uzrokovan i nepravilnim održavanjem cjevovoda što često dovodi do propuštanja goriva na raznim spojnica i ventilima.

Treba obratiti pozornost i na motore brodova čija je površinska temperatura vrlo visoka i ako se propisno i pravilno ne izoliraju dijelovi motora može doći do stvaranja otvorenog plamena koji se kasnije širi.



*Slika 8. Strojarnica broda*

Kao što je ranije navedeno najbrojniji uzroci požara na brodu upravo su nedostaci na električnim instalacijama istosmjerne struje, a mnogi požari su započeli na kablovima akumulatora/baterija, žicama kaljužnih pumpi, pa čak žicama instrumenata čija je izolacija oštećena zbog jakih vibracija motora i neprimjerenog tj. nezaštićenog položaja na oštrim rubovima. Instalacija za vanjsko napajanje brod el. energijom također je veliki problem; 11% požara na brodu nastalo je instalacijama izmjeničnog napona, najčešće na utičnicama. Neki požari nastaju na grijalicama od 220V i sličnim kućnim uređajima donesenim na brod. Požari nastali na električnim instalacijama teško se gase jer uzročnik ponovno potakne vatru i nakon upotrebe protupožarnog aparata. To je jedan od glavnih razloga zašto na brodu mora postojati sklopka na akumulatorima kako bi se u takvim situacijama mogao isključiti kompletan električni sustav. [10]

Kada se priča o motoru, njegovoj funkciji ali i potrebi za propisno održavanje skoro četvrtina požara na brodu nastaje zbog pregrijavanja propulzijskog sistema. Najčešće se motor pregrije zbog začepjenja na cirkulaciji vode za hlađenje i započne topiti gumene nastavke i impeler. Ovakvi požari su manje opasni, ali zbog dima kojeg uzrokuju dobili su veliku pozornost, posebno jer dim dolazi iz područja gdje se nalaze spremnici s gorivom. Često su to bile male vatre tinjajuće gume, ali su zbog panične reakcije postali veliki požari. Najbolje je za gašenje takvog požara na brodu imati automatski protupožarni sistem strojarnice koji će sam riješiti problem. Ako takav sistem nije instaliran, najbolje je ugasiti motor(e) i požar ugasiti priručnim protupožarnim aparatom. Redovno održavanje svih pripadnih instalacija motora i zamjena impelera na pumpama najbolja je prevencija protiv takvih požara.

## 5. Protupožarna zaštita na brodu

Temeljni dokument koji propisuje protupožarnu zaštitu na brodu je Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskog života na moru ili kako se skraćeno naziva SOLAS konvencija. U glavi II-2 Solas konvencije propisana su jedinstvena načela i pravila pri gradnji broda koja se odnose na protupožarnu zaštitu, te otkrivanje i gašenje požara na brodovima.

### 5.1. Konstrukcijske protupožarne mjere

Konstrukcijske mjere protupožarne zaštite iznimno su važne za pravilnu zaštitu brodova od požara. Solas konvencija u poglavlju kojim propisuje protupožarnu zaštitu brodova postavlja sljedeće ciljeve protupožarne sigurnosti:

1. spriječiti nastanak požara i eksplozije;
2. ograničiti opasnost po život nastalu požarom;
3. smanjiti rizik od štete uzrokovane požarom, za brod, njegov teret i okoliš;
4. zadržati, nadzirati i suzbiti požar i eksploziju u odjeljku u kojem je nastao; i
5. predvidjeti odgovarajuće i lako dostupne puteve bijega za putnike i posadu.

Da bi se ostvarili postavljeni ciljevi protupožarne sigurnosti propisani su sljedeći funkcionalni zahtjevi:

1. podjela broda u glavne vertikalne i horizontalne zone pomoću toplinskih i strukturnih pregrađivanja;
2. odvajanje prostorija nastambi od ostatka broda pomoću toplinskih i strukturnih pregrađivanja;
3. ograničena upotreba gorivih materijala;
4. otkrivanje bilo kojeg požara u području u kojem je nastao;
5. zadržavanje i gašenje bilo kojeg požara u prostoriji u kojoj je nastao;

6. zaštita puteva bijega i pristupa za gašenje požara;
7. spremnost i dostupnost opreme za gašenje požara; i
8. svođenje na najmanju mjeru mogućnosti zapaljenja zapaljivih para tereta

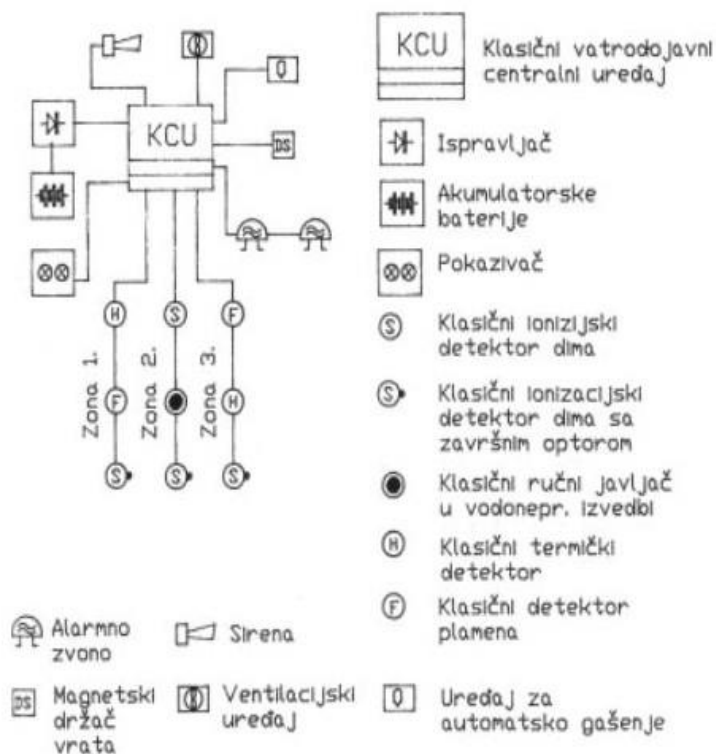
## **5.2. Vatrodojavni sustavi na brodu**

Vatrodojavni sustav na brodu može odigrati odlučujuću ulogu u zaštiti broda i spašavanju ljudi samo ako je u stanju pouzdano i brzo otkriti i dojaviti točnu lokaciju nastalog požara na brodu. Jedino se izborom odgovarajućeg vatrodojavnog sustava i odgovarajućih detektora požara, te njihovom pravilnom ugradbom na odgovarajuće pozicije mogu postići ciljevi samog vatrodojavnog sustava. Svaki vatrodojavni sustav ugrađen na brod mora uz prethodno navedene funkcije, otkrivanje i dojavu lokacije požara, biti u stanju po potrebi izvršiti i druge radnje kao što su uključivanje automatskog sustava za gašenje požara, isključivanje ventilacije i klimatizacije, zatvaranje požarnih vrata i klapni, te signalizirati moguće kvarove na samom sustavu.

Vatrodojavni sustavi na brodovima mogu se podijeliti u četiri osnovne grupe:

1. klasični vatrodojavni sustavi,
2. adresabilni vatrodojavni sustavi,
3. adresabilni sustavi s više stanja i
4. inteligentni analogno-adresabilni sustavi. [11]

Svaki vatrodojavni sustav sastoji se od više elemenata. Glavni elementi vatrodojavnog sustava su javljači požara (detektori), dojavni vodovi, vatrodojavna centrala, uređaji za uzbunjivanje i izvor napajanja. Na sljedećoj stranici na (*sllici 9.*) prikazan je shematski blok s osnovnim dijelovima klasičnog vatrodojavnog sustava.



Slika 9. Shema klasičnog vatrodojavnog sustava [12]

Detektori i mjesta za ručnu dojavu okupljeni su u zone. Uključenjem bilo kojeg detektora ili ručne dojave mora se uključiti zvučni i vizualni signal za otkrivanje požara na kontrolnoj ploči. Kontrolna ploča mora se nalaziti na zapovjednom mostu i u glavnoj protupožarnoj stanici na brodu. Sustav i oprema moraju biti izvedeni tako da izdrže sve promjene temperature, napona, vibracije, vlažnost, koroziju, udarce i oštećenja koja se normalno mogu pojaviti na brodu.

### 5.2.1. Javljači požara

Javljači požara (detektori) su uređaji koji detektiraju požar u zoni nastanka, te ga putem dojavnih linija šalje na vatrodojavnu centralu. Javljači su najvažniji dio vatrodojavnog sustava jer će samo pravovremena dojava požara osigurati brzu reakciju na sam požar, te time umanjiti opasnost i nastalu štetu.

Prema načinu rada javljači požara dijele se u dvije skupine:

- a) *ručni javljači i*
- b) *automatski javljači*

a) *Ručni javljač* aktivira se pritiskom na dugme. To znači da netko od prisutnih osoba mora uočiti požar i aktivirati ručni javljač. Ručni javljači stavljaju se zbog toga na dobro vidljivim i pristupačnim mjestima. Ručni javljači na brodu moraju se nalaziti u svim stambenim prostorijama broda i kontrolnim stanicama.



*Slika 10. Ručni javljač požara*

b) *Automatski javljači* požara samim nazivom govore da automatski registriraju nastali požar te o tome šalju signal u vatrodjavnu centralu. Najvažnije svojstvo automatskih javljača je otkrivanje požara u što kraćem roku. Automatski javljači moraju funkcionirati bez obzira na osvjetljenje, tlak, temperaturu ili vlažnost prostora u kojem djeluju. Požar često počinje tinjanjem pri kojem se najprije razvijaju plinovi i dim a zatim plamen i toplina. Upravo zbog različitih značajki požara automatski javljači požara dijele se prema produktima izgaranja koji ga aktiviraju. Tako se razlikuju termički javljači, dimni javljači i javljači plamena. Dalje, svaki od navedenih javljača ima nekoliko principa rada pa se prema tome termički javljači dijele na termomaksimalne i termo-diferencijalne. Dimni javljači se dijele na ionizacijske i optičke, a javljači plamena dijele se na infracrvene i ultraljubičaste javljače.

Na brodovima se u prostorima za teret koriste često i *cijevni javljači* požara koji rade na principu usisavanja zraka iz kontroliranih prostora koji prolazi kroz detektor dima. Detektor registrira prisustvo dima u ispitivanom zraku te oglašava alarm. Istim cjevovodom kojim se dovodi ispitivani zrak do detektora, do mjesta požara može se dovesti i plinovito sredstvo za gašenje CO<sub>2</sub> u pojedine prostore.

### **5.2.2. Vatrodojavna centrala**

Vatrodojavna centrala je upravljačka jedinica cjelokupnog vatrodojavnog sustava. Ona ostvaruje komunikaciju s automatskim javljačima požara koji joj daju informacije o nadziranim prostorima. Centrala nadzire rad sustava vatrodojave, prima obavijesti o drugim komponentama sustava, obrađuje ih, te dojavljuje stanje sustava. Ovisno o vrsti sustava, upravlja i drugim sustavima ili njihovim dijelovima.

Vatrodojavne centrale moraju biti sposobne primiti dojavu, nadzirati glavne vodove, te ovisno o izvedbenom sustavu za dojavu požara i:

- automatski pokazivati pogonsko stanje sustava;
- uključiti uređaj za uzbunjivanje;
- uključiti uređaj za prosljeđivanje dojave požara;
- uključiti uređaj za upravljanje uređajima zaštite od požara;
- primiti dojavu ostalih uređaja zaštite od požara;
- omogućiti priključivanje vatrogasne postrojbe prema mjesnim uvjetima;
- ubilježiti dojavu požara;
- prihvatiti signal ručnih javljača požara;
- spojiti se s drugim sustavima dojave na daljinu;
- uključiti i sustav za obradu podataka. [2]



### **5.3. Stabilni sustavi za gašenje požara**

Ako se uzme u obzir da je brod jedan sustav na kojem se nalazi puno različitih gorivih materijala, koji sa sredstvima za gašenje različito reagiraju, te da sadrži veliku količinu goriva i maziva, važno je pomno isplanirati i ugraditi odgovarajuće stabilne sustave za gašenje požara. Ugrađeni sustavi moraju biti u skladu s tipom požara koji se može pojaviti u određenoj zoni. Solas konvencija strogo regulira stabilne sustave za gašenje požara koji se ugrađuju na brodove. Vrste ugrađenih stabilnih sustava ovise o vrsti i namjeni broda te o vrsti tereta kojeg prevozi.

Stabilni sustavi za gašenje požara dijele se prema vrsti medija, odnosno sredstva za gašenje kojima djeluju na požar.

U stabilne sustave za gašenje koji se ugrađuju na brodove spadaju:

- glavni protupožarni sustav za gašenje morskom vodom;
- automatski sustav za gašenje požara prskanjem (Sprinkler);
- stabilni sustav za prskanje vode pod tlakom;
- stabilni sustav za gašenje požara plinom CO<sub>2</sub> ;
- stabilni sustav za gašenje požara pjenom;
- stabilni sustav za gašenje požara prahom;
- stabilni sustavi za gašenje inertnim plinovima.

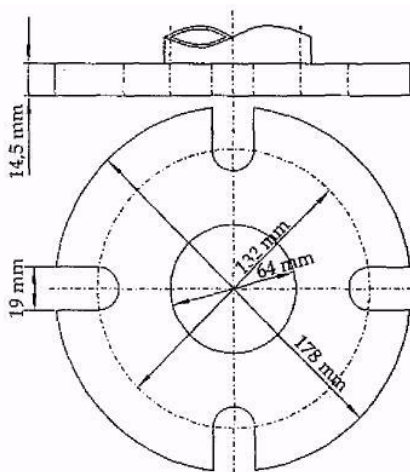
#### **5.3.1. Glavni protupožarni sustav za gašenje morskom vodom**

Ovaj stabilni sustav naziva se još i palubni protupožarni sustav, a sastoji se od glavne protupožarne pumpe, pomoćne protupožarne pumpe s neovisnim pogonom, glavnog protupožarnog cjevovoda, hidranata, vatrogasnih crijeva i mlaznica. Solas konvencija u poglavlju 4 detaljno propisuje način izrade ovakvih sustava na brodovima.

Kapacitet protupožarnih pumpi ne smije biti manji od 25 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> i svaka pumpa mora moći opskrbljivati najmanje dva predviđena mlaza vode. Promjer cjevovoda mora biti toliki da osigura korištenje najvećeg ukupnog propisanog kapaciteta. Hidranti

moraju biti tako raspoređeni, da najmanje dva mlaza vode dosegnu bilo koji dio broda. Cijevi i hidranti moraju biti izrađeni od materijala koji može izdržati određenu toplinu. Vatrogasna crijeva moraju biti propisane dužine tako da mlaz može dohvatiti do svakog potrebnog mjesta. Mlaznice moraju biti odobrene i izvedene za puni i raspršeni mlaz s mogućnošću zatvaranja vode.

Napajanje palubnog protupožarnog sustava vodom s kopna ostvaruje se priključivanjem sustava na dovod vode s kopna međunarodnom prirubnicom. Standardne je veličine i može se koristiti s obadva brodska boka.



Slika 11. Međunarodna prirubnica [13]

### 5.3.2. Automatski sustav za gašenje požara prskanjem

Svaki automatski sustav za gašenje požara prskanjem mora biti u stanju samostalno i odmah djelovati, bez da je posada poduzela bilo kakvu radnju u tu svrhu. Ovakvi sustavi najčešće se ugrađuju u putničke prostorije i prostorije za posadu. Najpoznatiji ovakav sustav je SPRINKLER sustav.

Raspršivači su raspoređeni po stropovima prostorije a kako imaju funkciju i detektora, reagiraju na povišenu temperaturu iznad određene granice, te automatski daju vizualne i zvučne signale uzbune na indikatorima koji označavaju prostor u kome je

raspršivač započeo djelovati. Sprinkler mlaznica se sastoji od raspršivača, topivog elementa ili ampule, pladnja i tijela sprinkler mlaznice. Topivi element ili ampula sprinkler mlaznice uslijed povišenja temperature za više od 30 °C od normalne ambijentalne temperature puca, te dozvoljava mlazu vode da izbací pladanj. Mlaz vode se rasprskava na raspršivaču sprinkler mlaznice i stvara paraboličan vodeni mlaz. Pojedine zone raspršivača moraju se moći isključiti pomoću ventila koji je lako dostupan i jasno obilježen.



*Slika 12. Sprinkler mlaznica*

Razlikuju se dvije vrste ovog sustava, mokri i suhi. Kod mokrog sustava cjevovod se nalazi pod određenim tlakom vode do raspršivača, dok se kod suhog cjevovod nalazi pod tlakom zraka te se otvaranjem ventila pušta voda prema raspršivaču. Suhi sustav koristi se u zonama gdje se mogu očekivati niske temperature pa da ne dođe do oštećenja sustava smrzavanjem vode.

Osim raspršivača ovaj sustav sastoji se od pumpe, cjevovoda, ventila i tanka slatke vode.

### 5.3.3. Stabilni sustav za prskanje vode pod tlakom

Ovaj sustav djeluje na principu raspršivanja vode pod visokim tlakom u formi spreja. Ovakvi sustavi nazivaju se još i drencher sustavi ili sustavi s vodenom maglom, ovisno o mlaznicama. Na brodu se najčešće koristi za zaštitu prostora strojeva od požara i na RO-RO brodovima za zaštitu paluba i platformi na koje se ukrcavaju vozila.

Sustav se sastoji od crpke, tlačne posude, cjevovoda i mlaznica. Tijekom rada pokriva najmanje 5l/m<sup>2</sup>/min. Djelotvoran je i u gašenju požara tekućina pod visokim tlakom. Gašenje požara temelji se na tomu da vodene kapljice udarom u zapaljivu tekućinu tvore mješavinu (emulziju) vode i tekućine. Na taj se način sprječava i zaustavlja gorenje i istodobno hladi zagrijane predmete

Tlak na mlaznicama je najmanje 12 bara. Veće kapljice bolje prodiru u masu zapaljene tekućine, a sitnije omogućuju bolje hlađenje. Pri ovakvom gašenju, zbog visokih temperatura vodene kapljice mogu trenutačno ispariti i izazvati prskanje tekućine koja gori.

Razlika od sprinkler sustava je ta što su mlaznice ovih sustava uvijek otvorene, te se sustav mora aktivirati ručno. Kako je sustav podijeljen u zone može se aktivirati samo cijela zona u kojoj je došlo do požara. Prema tome, postoji velika razlika u potrošnji vode, i u šteti koju voda naknadno nosi. Velika količina vode nakon požara može destabilizirati brod. Brodovi s ovim sustavima moraju biti opremljeni pumpama za drenažu i odvod viška vode.



*Slika 13. Sustav za prskanje vode pod tlakom [14]*

### 5.3.4. Stabilni sustav za gašenje požara plinom CO<sub>2</sub>

Sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom (CO<sub>2</sub>) jedni su od najstarijih sustava za gašenje požara. CO<sub>2</sub> sustavi koriste „efekt gušenja“ odnosno smanjenje količine kisika u zraku, te „efekt hlađenja“ odnosno uzimanje topline isparavanja iz okoline. Navedeni sustavi omogućavaju potpunu ali i djelomičnu zaštitu.

Kod ugrađivanja ovog sustava na brod moraju se predvidjeti mjere koje će spriječiti nenamjerno puštanje plina u bilo koji prostor. Također, moraju se predvidjeti sredstva za zatvaranje svih otvora u prostoru koji se štiti radi postizanja gasive koncentracije. Uređaj za uzbunu na brodu mora davati upozorenje kroz određeno vrijeme prije nego se plin pusti u štice prostora. Spremnici u kojima se pohranjuje plin moraju se nalaziti izvan štice prostora sustava.

Za otkrivanje požara u prostorima za teret na brodu najčešće se upotrebljavaju cijevni detektori dima. Prednost ovakvog sustava je u tome što se istim cijevima koje dovode ispitivani zrak do detektora dovodi i ugljični dioksid do požara u određenom prostoru.

Sustavi za gašenje ugljičnim dioksidom imaju veliku prednost gašenja požara u strojarnicama broda zbog toga što ne uzrokuje nikakvu dodatnu štetu na strojevima. Mora se voditi računa da osoblje napusti strojarnicu i da sva vrata i okna budu zatvorena prije puštanja sustava u pogon. Kod gašenja strojarnica na brodu mora se voditi računa da se strojarnica ne otvara bar 36 sati nakon gašenja da se strojevi ohlade kako ne bi došlo do ponovnog zapaljenja para i plinova.



*Slika 14. Sustav za gašenje ugljičnim dioksidom [14]*

### **5.3.5. Stabilni sustavi za gašenje pjenu**

Stabilni sustav za gašenje požara pjenu može se kao zaseban sustav koristiti u prostorijama strojeva, te u prostorijama gdje požar može izazvati curenje goriva.

Ovaj se sustav najčešće ugrađuje na brodovima za prijevoz tekućih opasnih tereta (tankeri). Razlikujemo sustav teške, srednje i lake pjene ovisno o faktoru ekspanzije pjene (omjer volumena stvorene pjene u odnosu volumena vode i pjenila).

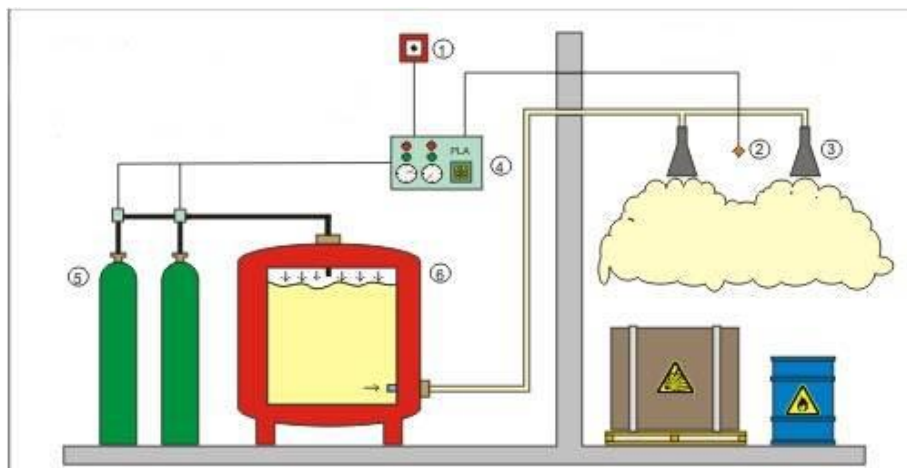
Uređaj za stvaranje pjene na tankeru mora biti u stanju stvoriti pjenu za cijelu površinu njegove palube. Za gašenje požara na palubi koristi se teška pjena. Laka pjena se koristi u prostorijama strojeva (prostorija se mora puniti pjenu od najmanje 1m visine u minuti) a srednja u zatvorenim prostorijama gdje može doći do curenja zapaljivog goriva. Uređaji za izbacivanje pjene nazivaju se monitori i smješteni su sa lijeve i desne strane broda. Domet svake naprave mora biti najmanje 15 m. Osim monitora sustav se sastoji od tanka pjenila, pumpe za pjenilo, cjevovoda i ventila. Sustavom se može upravljati daljinsko ili ručno upravljanim ventilima.

### **5.3.6. Stabilni sustav za gašenje požara prahom**

Stabilni sustav za gašenje požara prahom koristi se na tankerima za prijevoz plina i kemikalija.

Prah se nalazi u spremnicima a sistem se aktivira pomoću plina koji se nalazi u bocama pod tlakom. Sistem čine još sistem glavnog cjevovoda, fleksibilne cijevi i mlaznice koje se nalaze u ormarićima po palubi.

Pogonski plin se nalazi u posebnim bocama pod visokim pritiskom. Rezervoari i boce nalaze se u posebno izoliranim prostorijama. Kao pogonski plin za izbacivanje praha koristi se CO<sub>2</sub> ili dušik.



Slika 15. Prikaz stabilnog sustava za gašenje prahom [15]

### 5.3.7. Stabilni sustav za gašenje inertnim plinom

Stabilni sustavi za gašenje inertnim plinom imaju važnu ulogu na tankerima koji prevoze zapaljive tekućine u pogledu zaštite od požara i eksplozije u tankovima za tekuće terete.

Inertni plin je svaki plin koji ne podržava gorenje. Sustavi inertnog plina koriste se tri svrhe na brodu:

- uvođenjem inertnog plina u tankove za teret vrši se redukcija kisika u svakom tanku do razine na kojoj ne može doći do gorenja
- održavanje atmosfere u tankovima tereta s količinom kisika koja ne prelazi 5% volumnog udjela s pre-tlakom prilikom plovidbe ili u luci
- prilikom čišćenja praznih tankova od zapaljivih para ugljikovodika tako da se za vrijeme oslobađanja tankova od inertnog plina ne stvara zapaljiva smjesa u tanku

Ispušni plinovi glavnih i pomoćnih kotlova predstavljaju najobilniji izvor inertnih plinova na brodovima. Ispušni plinovi dovode se posebnim cjevovodima sa zapornim ventilom do pročistača. U pročistaču se u struji morske vode ispušni hlade i oduzimaju im se štetni i korozivni spojevi te krute čestice. Temperatura plina na izlazu

iz pročistača obično je oko 5°C iznad temperature morske vode. Na izlazu iz pročistača nalazi se filter za uklanjanje čestica vode iz inertnog plina koji je sada spreman za upotrebu. Pročišćen i ohlađen inertni plin prolazi kroz ventil u puhalo. Iza puhala se nalaze mjerna mjesta za određivanje sadržaja kisika u inertnom plinu, temperature i tlaka. Iza glavnog zapornog ventila nalazi se palubna brtva i nepovratni ventil čija je svrha sprečavanje povrata eksplozivnih para prema strojarnici. Nakon glavnog palubnog izolacijskog ventila inertni plin se cjevovodom razvodi po tankovima. [16]



## 6. ANALIZA POŽARA NA BRODU UND ADRIYATIK

Požar koji se dogodio dana 06.02.2008 godine u ranim jutarnjim satima na brodu UND ADRIYATIK petnaest nautičkih milja ispred obale Pule, u sjevernom dijelu Jadranskog mora, jedan je od najopasnijih događaja koji je ugrozio cijelo Jadransko more.

Ovaj događaj je ukazao na brojne propuste, kako samih posada brodova koji plove Jadranom tako i cjelokupnog sustava koji bi trebao reagirati u ovakvim situacijama. Pukom srećom, izbjegnuto je veće onečišćenje i teže posljedice na cjelokupni ekosustav Jadranskog mora.

### 6.1. Podaci o brodu

**IME:** UND ADRIYATIK

**VRSTA:** RO-RO TERETNI BROD

**ZASTAVA:** TURSKA

**VLASNIK:** UN RORO ISLETMELERI A.S. ISTANBUL / TURSKA

**OPERATOR:** BLUEWATER SHIP MANAGEMENT LTD. / UK

**IZGRADEN:** FLENSBURG / NJEMAČKA

**GODINA IZGRADNJE:** 2001

**BRUTO TONAŽA:** 26469

**NETO TONAŽA:** 7941

**DULJINA PREKO SVEGA:** 193,00 m

**ŠIRINA:** 26,00 m

**GAZ:** 8,60 m

**GLAVNI MOTOR:** 2 x CATERPILLAR MaK9M43

**DIZEL GENERATOR:** 2 x MITSUBISHI 16R-MTPA 1520 kW, 1800 rpm

**SNAGA:** 2 x 8100 kW

**OKRETAJI:** 500 rpm

**BRZINA:** 21.5 čv

**TERETNI KAPACITET:** 3214 m / LINES

**RAMPA ZA UKRCAJ:** 15 x 17 m

**KAPACITET GORIVA:** 1578 m<sup>3</sup>

**KAPACITET DIZEL GORIVA:** 224,5 m<sup>3</sup>

**KAPACITET ULJA ZA PODMAZIVANJE:** 102,8 m<sup>3</sup>

**KAPACITET SVJEŽE VODE:** 268,8 m<sup>3</sup>

**KAPACITET BALASTNIH VODA:** 3615,3 m<sup>3</sup>

UND ADRIYATİK bio je četvrti brod u nizu od šest, koji je izgradio UN RORO u Flensburgu u Njemačkoj 2001 godine. Prva dva broda koja su bila nešto manja prodana su 2006. godine i sada djeluju pod nizozemskom zastavom. Od tada su UN RORO izgradili još 7 brodova koji su neznatno veći (gornja paluba se nastavlja prema krmu s povišenim smještajem). UND EGE, izravni sestrinski brod UND ADRIYATİK – a osvojio je nagradu za dizajn za brodograditelja u 2001.



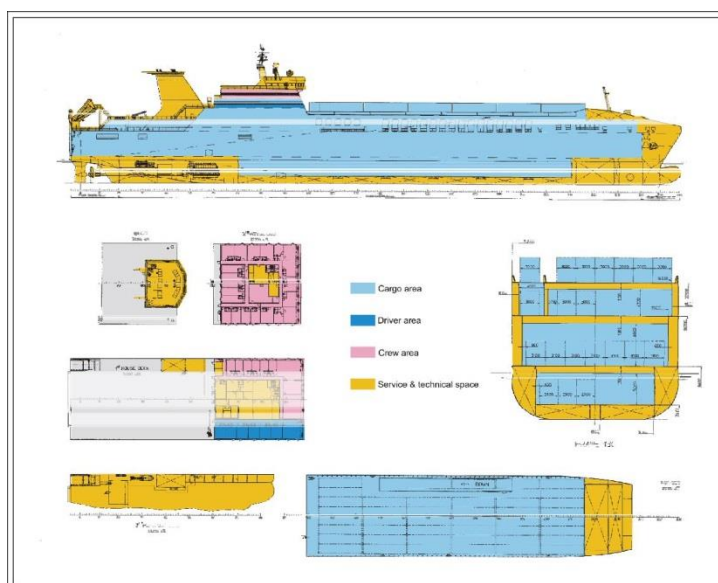
*Slika16. UND Birlik, sestrinski brod UND Adriyatika [17]*

UND ADRIYATIK prevozio je vozila na kotačima kao što su kamioni i prikolice, između turskih i europskih luka. Natovareni kamioni su bili povezani lancima u barem šest točaka da bi se spriječilo pomicanje tijekom plovidbe. S obzirom da ti kamioni služe za prijevoz razne robe, nosili su i robu koja se može smatrati potencijalnim izvorom požara. Osim toga, kamioni imaju i druge potencijalne uzročnike zapaljenja kao što su akumulatori, gorivo u njihovim spremnicima, gume, mali spremnici za plin (za potrebe kuhanja vozača), itd. Kamioni koji su prevozili opasan teret, kako je definirano po IMDG Kodeksu, bili su ukrcani na brod u skladu s potvrdom o sukladnosti za prijevoz opasnih tvari.

Posada broda sastojala se od 22 člana, iako je certifikat o sigurnosti plovidbe na toj ruti brodu dopuštao plovidbu sa samo 12 članova posade. Operator broda zaposlio je dodatnih 10 članova posade kako bi olakšao rad broda i povećao sigurnost plovidbe. Svi članovi bili su turski državljani i imali su važeće certifikate. Veći dio posade radio je na istom brodu i u istoj tvrtki duže vrijeme, te su bili upoznati s pojedinostima broda.

Uz posadu, brod je imao osiguran smještajni kapacitet za 12 putnika, dok je za ostale vozače kamiona bio predviđen prijevoz zrakoplovima i preuzimanje kamiona u luci istovara.

Sam brod predstavljao je jedan od najmodernijih i najfunkcionalnijih brodova za takvu vrstu prijevoza zbog čega je dobio i brojna priznanja.



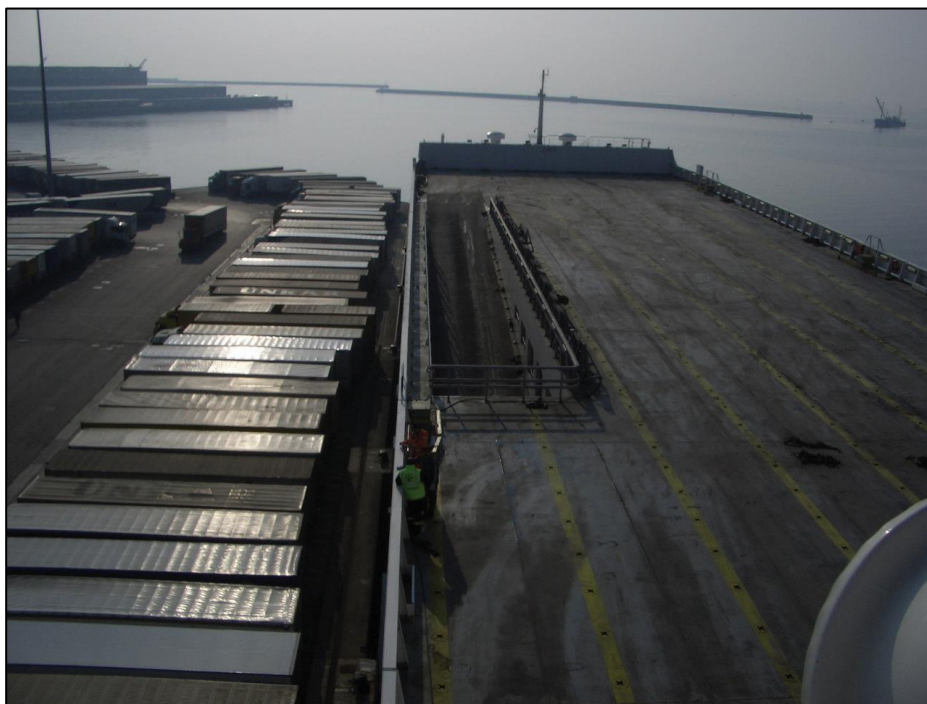
Slika 16. Plan broda UND Adriyatik [17]

Brod je imao ukupni teretni kapacitet od 3214 metara (trake) na 4 ro-ro palube. Ulaz za kamione bio je preko stražnje rampe na glavnoj palubi. Vozila koja ulaze sa stražnje rampe mogu se smjestiti na glavnu palubu ili se mogu voziti do donje palube kroz rampu na desnoj strani. Glavna i donja paluba su zatvoreni teretni prostori.

Vodonepropusna vrata odvajala su rampu od glavne palube do gornje palube. Prema planu kapaciteta broda 7 vozni traka na glavnoj palubi i 6 vozni traka do gornje palube moglo se također napuniti vozilima. Vozila koja se ukrcavaju sa stražnje rampe glavne palube mogu biti odvezena do gornje palube kroz rampu na lijevoj strani, a mogu nastaviti do top palube s drugom rampom na gornjoj palubi s iste strane. Gornja paluba ima najveći ro-ro kapacitet s duljinom koja ide prema krmu. Gornja paluba prolazi ispod smještajnog prostora za posadu i putnike do krme, a kamioni koji se nalaze na palubi vidljivi su sa stražnje strane istih. Gornja paluba je natkrivena takozvanom top palubom koja je izolirana po standardu A-60 prema smještajnim prostorima. Osam traka vozila može se smjestiti na gornju palubu i ona sa strana ima velike otvore. Rampa koja se nalazi na lijevoj strani gornje palube omogućuje pristup top palubi. Top paluba preko dna prednjeg dijela smještajnog prostora je potpuno otvorena i ima kapacitet od osam traka za vozila. Vozila se također mogu ukrcati na rampe koje povezuju palube.



*Slika 17. Stražnja rampa, glavna paluba i rampa za gornju palubu [17]*



*Slika 18. Top paluba [17]*

Smještajne prostorije broda nalaze se 47 metara ispred krme. Glavna spasilačka oprema na brodu je čamac za spašavanje s kapacitetom od 40 osoba koji se slobodnim padom baca u more u slučaju potrebe. Ovaj čamac za spašavanje nalazio se na samoj krmi s lijeve strane i na udaljenosti od 55 metara od mosta. Na brodu se nalazio i spasilački čamac kapaciteta za 6 osoba, koji je također smješten na krmi s lijeve strane na glavnoj palubi. Približna udaljenost između ova dva čamca za spašavanje je 10 metara. Da bi se došlo do čamca za spašavanje s mosta, trebalo bi proći kroz smještajne prostorije ili se spustiti 3 palube pomoću vanjskih stepenica, a zatim prijeći preko otvorene palube na krmi. U oba slučaja, osobe bi trebale prijeći 25-30 metara na otvorenoj palubi koja je 4 metra iznad gornje palube. Putovi koji su definirani za pristup čamcu za spašavanje su ujedno i jedini način za pristup istom.





*Slika 19. Čamci za spašavanje (sestrinski brod) [17]*

Postoje 4 splavi za spašavanje, na lijevoj i desnoj strani, koji imaju kapacitet od 20 osoba svaki. Splavi za spašavanje na lijevoj strani nalaze se odmah ispod čamca za spašavanje. Putovi za bijeg koji su definirani za glavni čamac za spašavanje su i jedini način za pristup splavi za spašavanje. Splavi za spašavanje na desnoj strani nalaze se na palubi mosta, a ljestve za pristup nalaze se na jednoj palubi ispod. Na pramcu broda postoji splav za spašavanje kapaciteta za 6 osoba koja se u slučaju potrebe baci u more te se koriste konopci za spuštanje do nje.



*Slika 20. Splav za spašavanje na pramcu [17]*

## 6.2. Protupožarna zaštita na UND ADRIYATIK

Und Adriyatik bio je opremljen sustavima zaštite od požara kako se i zahtijevalo od takve vrste broda. Brod je imao vatrodojavni sustav s dimnim i toplinskim javljačima požara u svim zatvorenim prostorima broda. Također, na brodu je postojao i stabilni sustav za gašenje požara, hidrantska mreža, te standardna vatrogasna oprema za gašenje (vatrogasne cijevi, mlaznice, PP aparati, PP odijela, izolacijski aparati itd.). Nadalje, brod je imao sustav ventilacije za strojarnicu te za cjelokupne zatvorene ro-ro palube, tj. za sav teretni prostor koji je bio zatvoren.

### 6.2.1. Vatrodojavni sustav

Brod je bio opremljen vatrodojavnim sustavom za otkrivanje mogućih požara u zatvorenim prostorima. Detektori su postavljeni na stropove svih zatvorenih ro-ro prostora u odvojenim sektorima. Ako bi detektori osjetili toplinu ili dim, aktivirali bi alarm (zvučni i svjetlosni) na kontrolnoj ploči vatrodojavnog sustava koja se nalazila na mostu. Prema uobičajenoj proceduri, čim ploča označi mjesto požara, dežurni časnik provjerava ploču, vidi sektor u kojem je alarm označio požar i postupa u skladu s tim. U (tablici 2.) prikazan je broj i vrsta javljača požara koji su bili instalirani.

Tablica 2.

Sektor:	Toplinski javljač:	Dimni javljač:	Ukupno:
Potpalublje	0	30	30
Glavna paluba	0	62	62
Gornja paluba	54	5	59
3. platforma	0	5	5
1. platforma	3	21	24
Smještajni prostor	2	11	13
Komandni most	0	2	2

## 6.2.2. Stabilni sustav za gašenje požara

Brod je bio opremljen drencher stabilnim sustavom za gašenje požara u svim zatvorenim teretnim prostorima. Upravljanje ugrađenim stabilnim drencher sustavom na Und Adriyatik bilo je ručno. To u konačnici znači da je časnik kojeg zadužuje kapetan (obično glavni časnik), u slučaju alarma na kontrolnoj ploči vatrodojave, morao otići u kontrolnu sobu stabilnog sustava i otvoriti glavni ventil koji se nalazi na dovodnom vodu. Zatim bi otvaranjem odgovarajućih razvodnih ventila pustio vodu u dio sustava za gašenje požara koji pokriva ugroženi sektor označen alarmom na kontrolnoj ploči.



*Slika 21. Ventili sustava drencher [17]*

Za napajanje vodom drencher stabilnog sustava za gašenje koristila se zasebna pumpa namijenjena samo za tu svrhu. Pokretanje pumpe za napajanje stabilnog sustava bilo je moguće iz kontrolne sobe samog sustava, strojarnice, mosta, kontrolne sobe teretnog prostora, te na samoj pumpi u posebnoj sobi u strojarnici. Zasebna pumpa za



stabilni sustav koristila je morsku vodu, uzimajući je kroz Kingston ventile koji su cijelo vrijeme trebali biti otvoreni. Dodatno, radi sigurnosti, postojale su još dvije pumpe, koje su mogle napajati stabilni sustav ako bi to bilo potrebno ( pomoćna vatrogasna pumpa i glavna servisna pumpa).

Glavna vatrogasna pumpa, pomoćna vatrogasna pumpa te glavna servisna pumpa dizajnirane su u svrhu napajanja vodom suhe hidrantske mreže na brodu. U slučaju požara, pumpe su također mogle biti pokrenute sa svih mjesta kao i zasebna pumpa za napajanje sustava.

Glavna vatrogasna pumpa imala je i zasebne Kingston ventile za uzimanje morske vode. Sve pumpe bile su opremljene Danfoss hidrauličnim ventilom koji je omogućavao konstantan dotok vode. Prilikom paljenja pumpe ti ventili se postupno otvaraju, te kad tlak vode dođe do određene vrijednosti oni se otvore u potpunosti. Razina otvorenosti ventila mogla se nadgledati na kompjuteru. U (*tablici 3.*) prikazane su neke značajke navedenih pumpi.

*Tablica 3.*

Pumpa	Kapacitet (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	Tlak (bar)	Okretaji (rpm)
<b>Zasebna pumpa</b>	370	9.2	3580
<b>Glavna vat. pumpa</b>	95	9	3545
<b>Pomoćna vat. pumpa</b>	75	9.3	3550
<b>Servisna pumpa</b>	95	10.3	3560

### 6.2.3. Sustav ventilacije

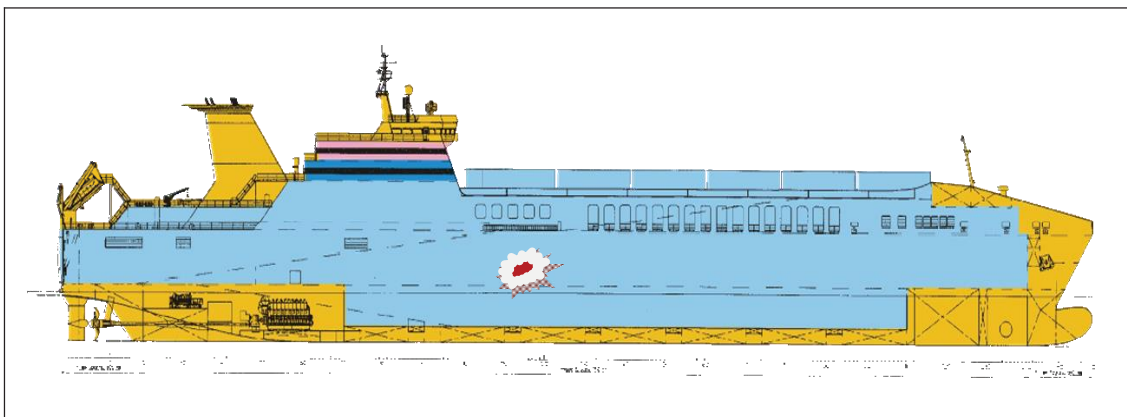
Ventilacijski sustav broda sastojao se od niza ventilacijskih otvora i pogonskih ventilatora za napajanje svježeg zraka za strojarnicu i za zatvorene ro-ro teretne prostore.

Za strojarnicu broda postojala su 32 ventilacijska otvora te 16 ventilatora od kojih je 6 bilo za odvođenje ispušnih plinova iz strojarnice a ostatak za potrebe dotoka svježeg zraka za motore.

Za zatvorene ro-ro teretne prostore postojalo je 25 ventilacijskih otvora opremljenih s automatskim poklopcima za zatvaranje. Zatvoreni teretni prostori imali su 28 posebnih ventilatora koji su se mogli hidraulički vodonepropusno zatvoriti iz kontrolne sobe. Svi ventilatori za zatvorene teretne prostore nalazili su se na prednjem dijelu broda s lijeve i desne strane. Sustav ventilacije teretnih prostora radio je dok se na brodu vršio ukrcaj i iskrcaj kamiona, kako bi se prostor očistio od ispušnih plinova. Prije isplovljavanja ventilacija bi se ugasila te bi se svi ventilacijski otvori zatvarali, kako bi teretni prostori bili izolirani od dotoka svježeg zraka prilikom plovidbe. Svi otvori i poklopci za zatvaranje morali su se kontrolirati jer bi u slučaju neispravnosti eventualni požar unutar zatvorenih teretnih prostora imao dotok svježeg zraka.



Prvi časnik broda svoju je smjenu započeo u 04:00 kao i obično. Na mostu je bio i dežurni stražar. U 5:35 kontrolna ploča vatrodajavnog sustava na mostu oglašava požarni alarm na glavnoj palubi. Zona u kojoj je alarm oglašen nalazila se na stražnjoj lijevoj strani glavne palube u teretnom ro-ro prostoru.



*Slika 23. Zona označena alarmom vatrodajave [17]*

Kad se alarm oglasio, prvi časnik ga utišava i šalje dežurnog stražara u zonu alarma da fizički provjeri o čemu se radi. Telefonski zove časnika palube, te šalje i njega na provjeru. Dežurni stražar spušta se na glavnu palubu skalama iz smještajnog prostora te otvara vodonepropusna vrata. Dok je otvarao vrata na mjesto je stigao i časnik palube. Otvorivši vrata ulaze na glavnu palubu te primjećuju kamione u plamenu na drugoj i trećoj traci s lijeve strane te znatnu količinu dima preko cijele glavne palube. Časnik palube istog trena odlazi do kontrolne sobe teretnog prostora, te obavještava telefonski prvog časnika na mostu o zatečenoj situaciji. Kako nisu bili opremljeni nikakvom zaštitnom opremom a glavna paluba je već bila pod znatnom količinom dima morali su odmah napustiti mjesto događaja.

Kad je dobio informaciju o požaru, prvi časnik zove kapetana broda, izvještava ga o nastalom događaju, aktivira generalni alarm, te preko razglasa dva puta obavještava cjelokupnu posadu i putnike na brodu o požaru. U kratkom vremenu kapetan stiže na most i preuzima kontrolu nad brodom a prvi časnik odlazi u prostoriju za skupljanje. U tom trenutku u smještajnom prostoru nije bilo ni dima niti ikakve naznake o požaru.

Posada se počela okupljati u prostoriji za skupljanje a drugi časnik odlazi na most, te prema uputama kapetana preko VHF radija obavještava brodove u blizini o situaciji na brodu. Kad je prvi časnik stigao u prostoriju za skupljanje tamo je već bilo između 15-20 osoba. Otvorio je ormarić s vatrogasnom opremom te zapovjedio jednom mornaru da se opremi s vatrogasnim odijelom i izolacijskim aparatom. Drugog mornara je poslao po prijenosnu radio stanicu u svoju kabinu. Te pripreme trajale su otprilike 6-7 minuta. U tom vremenu dim je već stigao do smještajnih prostorija. Prvi časnik i mornar opremljen vatrogasnom opremom spustili su se do vodonepropusnih vrata na glavnoj palubi. Prvi časnik je u tom trenutku još smatrao da je požar relativno mali i da će ga lako staviti pod kontrolu te se zato nije ni opremio zaštitnom vatrogasnom opremom.

Dok se posada palube pripremala za požar, časnik strojarnice i jedan član posade iz strojarnice ušli su na glavnu palubu s druge strane kroz klizna vrta. Član posade počeo se opremati zaštitnom vatrogasnom opremom koja se nalazila na zidu glavne palube nedaleko od požara. Iako je bilo dosta dima još se moglo disati u dijelu na kojem su ušli. U isto vrijeme, ostatak posade iz strojarnice, polagao je vatrogasne cijevi. Član posade strojarnice djelomično opremljen zaštitnom vatrogasnom opremom spustio se palubu niže, u kontrolnu sobu strojarnice, uzeo ostatak opreme i zatvorio vodonepropusna vrata da zadrži dim.

Kad je vatrogasni tim posade s palube stigao do mjesta požara klizna vrata su bila zatvorena i nikoga nije bilo na licu mjesta. Nakon kratkog vremena stigao je i vatrogasni tim posade iz strojarnice. Prvi časnik je otvorio vrata a prema njima je, iz smjera teretnog ro-ro prostora izašla velika količina dima. Osim dvojice članova posade, jedan iz posade s palube i jedan iz posade strojarnice, nitko drugi nije imao zaštitnu vatrogasnu opremu. Zbog velike količine dima na palubi zahvaćenoj požarom, prvi časnik prijenosnom radio stanicom, od ostatka posade traži da pripreme spasilačko uže za prilaz požaru. Dok se uže pripremalo, dvojica iz vatrogasnog tima položili su vatrogasne cijevi. Još je nekoliko minuta izgubljeno dok su dobili spasilačko uže, te napokon ulaze na mjesto požara. Cijela glavna paluba je bila obavijena gustim dimom pa su uspjeli ući samo 5-10 metara od vrata, ali iz cijevi nisu dobili vodu. Primijetili su da je većina kamiona već u plamenu. Članovi njihovih timova i prvi časnik, koji su bili bez zaštitne opreme, morali su napustiti mjesto požara zbog dima i nemogućnosti

disanja. Tim koji je ušao na mjesto požara također se povlači zbog nemogućnosti djelovanja na požar bez vode. U međuvremenu, nakon njihovog izvještaja o stanju požara, kapetan naređuje trećem časniku na mostu da upali pumpu stabilnog sustava i pomoćnu vatrogasnu pumpu. Pumpe su upalile, ali su nakon kratkog vremena prestale raditi.

Ošamućen dimom, prvi časnik se penje na gornju palubu otvorenim skalama i tamo primjećuje da se požar već proširio na krmeni dio gornje palube te na rampu između paluba. Radio stanicom obavještava kapetana, savjetuje mu da ugasi motore broda da smanje utjecaj vjetra na požar, te nastavlja, po uputama kapetana, prema kontrolnoj sobi stabilnog sustava za gašenje da ga pokrene.

Posada strojarnice, po nalogu kapetana, odlazi do kontrolne sobe strojarnice da prebace napajanje električne struje s glavnih motora na dizel generator. Dolaskom u strojarnicu, primjećuju da glavni ventilatori za napajanje svježeg zraka, koji su odmah iznad rampe između glavne i gornje palube, uvlače dim od požara u samu strojarnicu. Gase glavne ventilatore, te napajanje svježeg zraka prebacuju na pomoćne. Časnik strojarnice s mosta zaustavlja glavne motore u 6:00 h i stavlja propelere u poziciju 0.

Posada i putnici koji su čekali u sobi za skupljanje, zbog gustog dima s rampe gornje palube, više nisu mogli ostati pa su pobjegli, prvo u smještajne prostorije, a zatim na most.

Prvi časnik je u međuvremenu, u kontrolnoj sobi stabilnog sustava za gašenje otvorio glavni dovodni ventil za napajanje sustava, te počeo otvarati razvodne ventile. Jedan član posade s zaštitnom vatrogasnom opremom, povlačeći se s mjesta požara, došao je do njega da mu pomogne. Dok su otvarali ventile odjeknula je jaka eksplozija, te se unutarnja pregrada kontrolne sobe iskrivila prema njima, a boja na njoj se počela topiti. Stiskali su prekidač za paljenje pumpe stabilnog sustava ali svjetlo koje signalizira rad pumpe nije svjetlilo konstantno što je značilo da pumpa ne radi. Ventil za prebacivanje napajanja vodom stabilnog sustava preko pomoćne vatrogasne pumpe bio je vezan lancem i zaključan. Uočivši da nema mogućnost dobivanja vode u stabilni sustav za gašenje prvi časnik zatvara dolazni ventil da ne naruši stabilnost broda neželjenim ulaskom morske vode. Nakon toga napuštaju kontrolnu sobu po nalogu

kapetana i unutarnjim stepenicama odlaze na most. Časnik strojarnice zapovijeda članovima posade da napuste kontrolnu sobu strojarnice jer situacija izmiče kontroli. Uz pomoć izolacijskih aparata uspjeli su doći na most.

U 06:03 h, na poziciji  $44^{\circ} 56,6' N$   $013^{\circ}20.9' E$  ( 13 nautičkih milja ispred Rovinja) drugi časnik, po nalogu kapetana, šalje preko VHF radija poziv u pomoć. CRS Split Radio (9AS) zaprima poziv, te ga prosljeđuje Nacionalnoj središnjici za usklađivanje traganja i spašavanja na moru - MRCC Rijeka u 06:04 h. Drugi časnik izvještava MRCC Rijeka o požaru na glavnoj i gornjoj palubi broda i o tome da je požar izmakao njihovoj kontroli. U 06:05 MRCC Rijeka aktivira pripreme za hitne situacije. U međuvremenu, poziv za pomoć preko VHF radija zaprima i brod IKARUS PALACE.

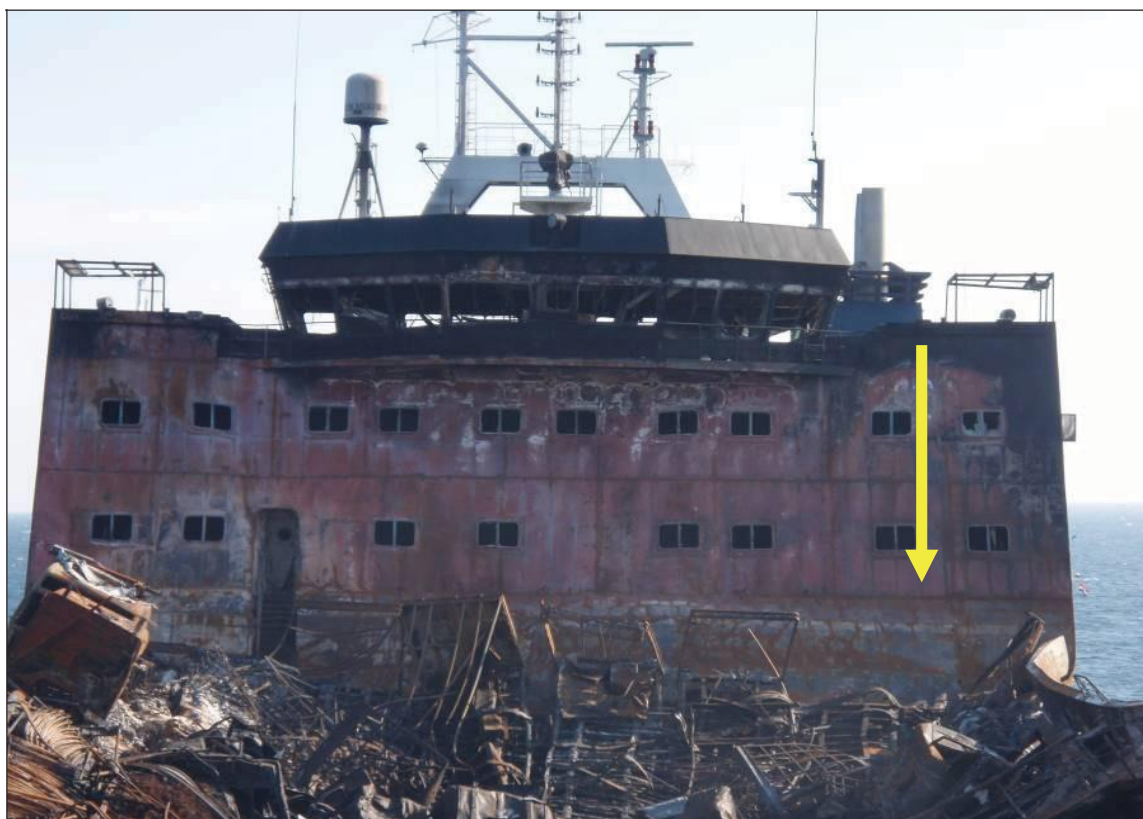
Kapetan zapovijeda cijeloj posadi i putnicima da se skupe na komandnom mostu zbog učestalih eksplozija i povećanja intenziteta požara na palubama. Neki putnici došli su na most bez prsluka za spašavanje jer zbog dima nisu mogli doći nazad do svojih kabina i opremiti se. U 06:05 h putem satelitskog telefona kapetan obavještava menagera kompanije o situaciji na brodu.

Zbog dima u strojarnici dizel generator ugasio se u 06:07 te se napajanje električnom strujom prebacilo na pomoćni dizel generator u 06:08 h. Pomoćni dizel generator ugasio se nakon nekog vremena zbog utjecaja vatre. Pregledom zapisa iz strojarnice zabilježeno je vrijeme prekida električne struje u 06:19 h.

Prvi časnik izdaje zapovijed posadi da pripremi vatrogasne cijevi oko komandnog mosta da suzbiju požar koji se već približio smještajnim prostorijama broda. Ponovno pokušavaju pokrenuti pomoćnu vatrogasnu pumpu, ali bezuspješno.

U vrlo kratkom vremenu posada biva zarobljena na komandnom mostu. Požar im je blokirao evakuacijski put do čamca za spašavanje, spasilačkog čamca kao i do splavi za spašavanje smještenih na krmu kao i put do splavi smještenih na palubi mosta s desne strane. Nakon prebrojavanja i utvrđivanja da su svi putnici i članovi posade na broju, kapetan izdaje zapovijed za napuštanje mosta. Visina mosta od razine mora iznosila je 32 metra, pa je bilo iznimno opasno skakati u more. Zadnja opcija bila je splav za spašavanje kapaciteta 6 osoba koja se nalazila na pramcu broda. Posada je skupila sve konopce i vatrogasne cijevi s komandnog mosta te ih položila s krila mosta

niz vertikalni zid smještajnih prostorija u namjeri da se preko njih spuste na top palubu. To su i učinili oko 06:15 h. Prilikom spuštanja pomoću konopaca i cijevi kapetan, prvi časnik, časnik strojarnice te dva putnika su pali i ozlijedili se. Uglavnom su zadobili ozljede skočnih zglobova i nogu. Prilikom bijega, krov gornje palube i kamioni na top palubi uz smještajne prostorije već su bili u plamenu i boja na palubi se počela rastapati. Većina posade je zadobila opekotine od vruće boje koja im se zalijepila za ruke i noge. Nakon što su se svi spustili s mosta, pobjegli su prema pramcu broda i tamo čekali otprilike 20 minuta u nadi da požar neće napredovati prema njima. Dok su čekali požar je zahvatio smještajne prostorije i sam komandni most.



*Slika 24. Mjesto bijega s mosta [17]*



Suprotno očekivanjima posade, požar se nastavio širiti prema pramcu broda te kapetan izdaje zapovijed da se splav za spašavanje s pramca broda baci u more, te da se napusti brod. Brod su počeli napuštati oko 06:45. Ozlijeđene osobe nisu bile u stanju spustiti se mornarskim ljestvama do splavi pa su skakali u more s pramca broda. Osam ljudi ušlo je u splav kapaciteta od 6 osoba dok su se ostali držali za njih i plutali oko splavi. Dosta ih nije bilo u stanju, zbog umora i šoka, doplivati do splavi pa su u malim grupama čekali spašavanje plutajući u moru.

Grčki putnički brod IKARUS PALACE, koji je plovio iz Patrasa/Grčka za Veneciju/ Italija u trenutku nesreće nalazio se otprilike 10 nautičkih milja od Und Adriyatika. Kao najbliži brod mjestu nesreće poslan je u pomoć, posadi i putnicima, unesrećenog broda od strane MRCC Rijeka. U 07:00 h stiže do Und Adriyatika koji je već cijeli bio u plamenu i s kojeg su se učestalo čule eksplozije. Ikarus Palace s dva spasilačka čamaca pretražuje područje oko broda te do 08:00 h spašava sve članove posade i putnike s Und Adriyatika te ih zbrinjava na svom brodu. U 08:50 h nastavlja svoje putovanje, te u 12:04 h stiže u Veneciju i iskrcava unesrećene.

U međuvremenu, MRCC Rijeka na mjesto nesreće šalje spasilački remorker BRODOSPAS SUN te u 06:35 h obavještava o nesreći MRCC Ankara i MRCC Roma. Spasilački remorker Brodospas Sun stiže do gorućeg broda u 08:45 h. U to vrijeme brod je bio nagnut 2-3 stupnja u lijevu stranu, te je plutao prema Hrvatskoj obali. U 10:45 h na mjesto nesreće stiže remorker TRITON te kreće u akciju gašenja. Remorkeri DAVID I i BELI KAMIK pridružuju se u akciji gašenja. U 14:00 h županijski vatrogasni zapovjednik brodom Lučke kapetanije dolazi do Und Adriyatika te poziva u pomoć protupožarni avion Canadair da pomogne remorkerima u gašenju. Zbog zatvorene strukture broda ubrzo postaje jasno da gašenje protupožarnim avionom nema smisla pa županijski zapovjednik povlači isti. Remorkeri nastavljaju gašenje do kasnih večernjih sati.

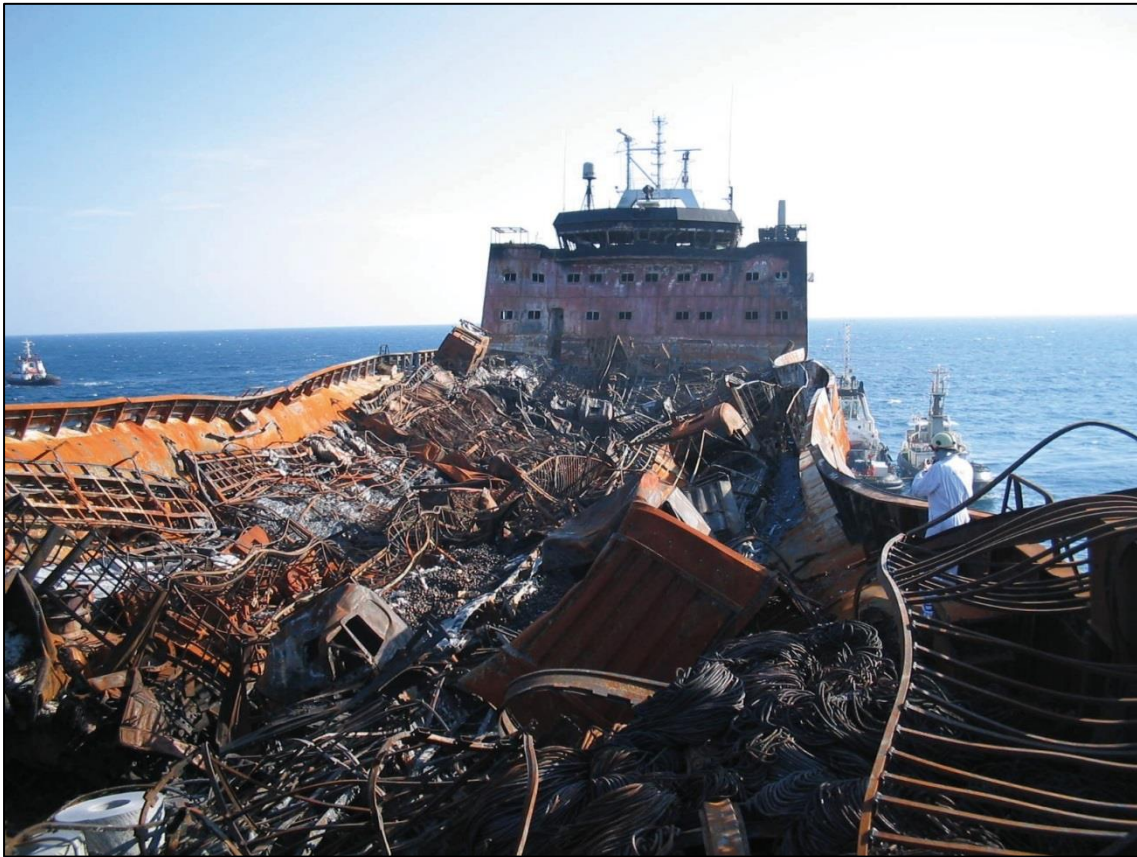


*Slika 25. Početak akcije gašenja požara [17]*

Dana 07.02.2008 u jutarnjim satima akciji gašenja pridružuju se još dva remorkera, SPICA i ANGELINA C. Odlučeno je da se brod otegli prema otvorenom moru. Požar je još gorio i ukupno 5 remorkera je vršilo gašenje i hlađenje oplata broda. Angleina C je teglila brod te ga konstantno držala 10 nautičkih milja od obale. Navečer istog dana, u 19:00 h požar je još bio aktivan na pramcu i unutrašnjosti broda.

U 08:20 h, 08.02.2008 četiri tegljača nastavljaju hlađenje oplata broda. Količina dima s broda značajno se smanjila u odnosu na prethodni dan. Vlasnici kompanije Und Adriyatika, angažirali su specijalnu postrojbu za gašenje brodova iz Nizozemske da pokušaju ugasiti unutrašnjost broda. Oni se ukrcaju na brod u 09:57 h pomoću helikoptera te vrše gašenje lokalnih požara unutar broda. Unutar broda bilo je otprilike 1 metar vode te postrojba vrši pumpanje vodu u tankove za balastne vode broda.

09.02.2008 specijalna postrojba izvještava da su svi požari unutar broda ugašeni i da su strojarnica broda i tankovi pogonskog goriva ostali netaknuti požarom. Zbog jačanja vjetra smjera NE odlučeno je da se brod dotegli bliže obali u zavjetrinu kako bi smanjili mogućnost ponovnog aktiviranja požara na palubama broda. Požar je proglašen ugašenim 11.02.2008 i brod je zadržan 4 nautičke milje od obale, okružen s tri remorkera. Dana 12.02.2008 napravljena je detaljna inspekcija stabilnosti broda da se utvrdi da li je brod u pogodnom stanju za tegljenje. 17.02.2008 izdana je dozvola za tegljenje, te je Und Adriyatik, od strane dva talijanska remorkera otegljen u Trst/Italija.



*Slika 26. UNDA Adriatic nakon požara [17]*

#### **6.4. Analiza tijeka požara**

Prema izjavi glavnog časnika, vatrodajvni sustav na brodu ponekad je davao lažne alarme. Zbog toga je utišao alarm i krenuo u dodatnu provjeru. Razlog zbog kojega dežurni časnik nije pokrenuo stabilni sustav za gašenje požara i uključio vatrogasnu pumpu odmah bili su upravo povremeni lažni alarmi. Vrijeme koje je izgubljeno tijekom provjere, slanjem dežurnog stražara i časnika palube u zonu alarma, bilo je oko 5 minuta, što je bilo dovoljno da se požar brzo proširi.

Časnik palube i stražar otišli su na mjesto događaja i obavijestili prvog časnika iz kontrolne sobe za teret o situaciji. Ali nisu bili u stanju točno procijeniti opseg vatre. Nakon što je čuo izvješće, prvi časnik je mislio da se požar može ugaziti crijevima sve dok nije stigao na mjesto događaja osobno. Nakon izvješća, časnik palube i stražar napustili su područje požara jer nisu bili opremljeni nikakvom zaštitnom vatrogasnom

opremom. I tu je izgubljeno vrijeme jer im nije naloženo da se opreme zaštitnom opremom i započnu gašenje požara. Vrijeme potrebno za pripremu vatrogasnih timova bilo je vrlo važno za gašenje požara. To je također uzrokovalo kašnjenje u pokušaju da se požar suzbije.

Oko 05:48 prvi časnik dao je opći alarm i objavio cijeloj posadi nastali požar. Posada se skupila u prostoriji za okupljanje za nekoliko minuta. Prvi časnik tek tada daje naredbu zaduženoj posadi da se opremi vatrogasnom opremom i aparatima za disanje. Sve te pripreme trajale su oko 6-7 minuta. Važno je opet napomenuti da je prvi časnik bio mišljenja da je požar mali i da se lako može ugasiti. Kad je uvidio znao da to neće uspjeti već je bilo prekasno zbog vrlo brzog širenja vatre. Drugim riječima, posada je imala samo 5-6 minuta nakon alarma kako bi se učinkovito borila s vatrom. Kako je to vrijeme izgubljeno provjerom i pripremama, već je bilo prekasno za odgovor sa raspoloživim sredstvima.

Kada je posada pripremila vatrogasna crijeva na mjestu požara oko 05:56, vatrogasni timovi pokušali su gasiti na požar, ali nije bilo vode. Vode nije bilo niti kad je prvi časnik pokušao pokrenuti pumpu za stabilni sustav drencher iz kontrolne sobe samog sustava oko 06:02.

Vatrogasne pumpe uzimaju morsku vodu preko ulaznih ventila koji su nakon nesreće nađeni otvoreni. Ove pumpe su opremljene Danfosovim hidrauličkim ventilom kako bi osigurale stalni protok vode tijekom početka rada. Kada se pumpa uključi, ventil se počinje postupno otvarati. Kada je tlak vode na određenoj razini, ispusni ventil pumpe otvara se 100%, a omjer otvaranja ventila može se pratiti s računala. Morska voda pod tlakom dopijeva do hidrantske mreže, hidrantskih ventila i može se upotrijebiti za gašenje požara pomoću vatrogasnih cijevi. Pumpa stabilnog sustava za gašenje radila je na istom principu.

U međuvremenu, posada u kontrolnoj sobi strojarnice provjeravala je sustav s računala iz kontrolne sobe. Računalni zaslon upravljačkog sustava pumpi označio je "???" signale za ventile koji su pokazali da sustav nije mogao pratiti ili kontrolirati položaj i omjere otvaranja ventila. To je značilo da sustav daljinskog upravljanja pumpi nije radio.

U strujnom krugu, ventili pumpe stabilnog sustava za gašenje, glavne i pomoćne vatrogasne pumpe bili su u istoj petlji. Vjerojatno nije bio problem u daljinskom sustavu jer su u to vrijeme pumpe upalile. Ako se ventili na ispusnoj strani pumpe ne otvore, postoji opasnost od aktiviranja termičkog zaštitnog releja, koji zaustavlja pumpu za zaštitu elektromotora. Osim toga, ako se ti ventili ne otvore, pumpe neće dovoditi vodu niti u stabilni sustav niti u hidrantsku mrežu. U tom slučaju potrebno je sustav resetirati s električne ploče koja se nalazi u strojarnici.

Vrijeme između prvog alarma u 05:35 h i pokušaja reakcije vatrogasnih timova na požar, uključujući vrijeme pripreme, bilo je oko 20 minuta, što je oko 25-30 minuta nakon izbijanja požara. Stoga je, presudno kašnjenje, izazvalo da se požar odmah raširi i eventualno uništi kablove daljinskog upravljanja pumpe za stabilni sustav, glavne i pomoćne vatrogasne pumpe. Oko 06:06 h gust dim u strojarnici se pogoršao i časnik strojarnice je naredio evakuaciju strojarnice. Dakle, nije bilo dovoljno vremena da posada ručno provjeri pumpe i ventile iz kontrolne sobe. Osim toga, prvi časnik nije imao vremena tražiti od časnika strojarnice da ručno pokrene pumpe. Zastrašujuće eksplozije, žestoka vatra i dim natjerali su ih da pomisle kako je prekasno za borbu protiv požara, što je vjerojatno i bilo istinito. Kad je kapetan naredio napuštanje komandnog mosta gornja paluba već je djelomično gorjela, i da je posada izgubila još nekoliko minuta u pokušaju gašenja požara vjerojatno bi ova nesreća imala i ljudskih žrtava.

Nakon napuštanja broda, te spašavanja posade i putnika od strane grčkog putničkog broda, akcija gašenja započinje tek dolaskom remorkera TRITON, oko 10:45 h, što je više od pet sati nakon izbijanja požara. Pokušaj korištenja protupožarnog aviona također se pokazao neučinkovit, te jednostavno više nije bilo načina da se razbuktali požar stavi pod kontrolu radi, ipak prekasnog, početka stvarnog djelovanja na požar. Požari u zatvorenim dijelovima broda ugašeni su tek angažiranjem specijalne postrojbe za gašenje brodova iz Nizozemske.

## 6.5. Uočeni nedostaci koji su pogodovali razvoju požara

Uzimajući u obzir sve ciljeve protupožarne zaštite i funkcionalne zahtjeve, propisane SOLAS konvencijom, cjelokupnom analizom požara na brodu Und Adriyatik uočeni su nedostaci u samoj konstrukciji broda kao i u postupanjima posade, koji su utjecali na ovakav razvoj požara.

Uočeni nedostaci:

- Kamioni koji su bili ukrcani na brod, čak i da nisu prevozili opasne tvari, sami po sebi su mogući izvori zapaljenja.
- Po naputku za ukrcaj tereta kamioni su ukrcavani preblizu jedan drugoga (50-60 cm), što znači da se požar vrlo lako širi.
- Vezivanje kamiona lancima, u tako malom međusobnom prostoru, onemogućava pristup vatrogascima za gašenje eventualnog požara na nekom od kamiona.
- Ro-ro palube konstruirane su bez ikakvih pregrada, sadrže puno gorivog materijala (kamiona), te imaju veliku kubikažu zraka same po sebi. Glavna paluba Und Adriyatika na kojoj je požar izbio imala je površinu od 2655 m<sup>2</sup>, odnosno zapremninu od 35400 m<sup>3</sup> zraka, što je i više nego dovoljno za održavanje gorenja velikog požara bez obzira na zatvaranje ventilacije na palubi.
- Položaj smještajnih prostorija broda, okruženih teretnim prostorom s tri strane, doveo je do brzog širenja požara na iste.
- Iako postoje pravila za korištenje negorivih ili slabo gorivih materijala pri izradi broda, ne postoje nikakva pravila o korištenju takvih materijala pri izradi kamiona i prikolica koji su primarni teret ro-ro brodova.
- Nepostojanje zahtjeva za boje korištene pri bojanju ro-ro paluba u pogledu generiranja dima. Boje korištene na ro-ro palubama i rampama za ukrcaj vozila na Und Adriyatiku stvarale su ogromne količine gustog dima.

- Međupalubne konstrukcije bile su od čistog čelika, bez ikakvog premaza za vatrootpornost ili izgrađenost od konstrukcije klase A. Važnost konstrukcija klase A-60 vidi se u činjenici da požar nije oštetio niti strojarnicu niti tankove za gorivo koji su u cijelosti bili izgrađeni u navedenoj klasi.
- Lažni alarmi na vatrodojavnom sustavu i nepostojanje video-nadzora za kontrolu teretnih prostora uzrokovali su zakašnjelu reakciju posade na požar.
- Doba dana kad je požar izbio također je bila otegotna okolnost jer u to vrijeme samo su dva dežurna člana posade budna.
- Put evakuacije za čamac za spašavanje, spasilački čamac i splavi za spašavanje na krmi bio je isti i nezaštićen od otvorenog dijela gornje palube, te je prelaskom požara na gornju palubu postao neupotrebljiv zbog plamena i dima.
- Dosta zakašnjela reakcija posade na požar, preko 20 minuta.
- Nemogućnost dobivanja vode u stabilni sustav za gašenje, glavnu vatrogasnu pumpu, pomoćnu vatrogasnu pumpu zbog instaliranja na isti strujni krug.
- Neaktiviranje stabilnog sustava za gašenje na prvi alarm vatrodojave.
- Smještaj ventilatora za snabdijevanje svježim zrakom strojarnice odmah iznad rampi za povezivanje paluba uzrokovao je uvlačenje velike količine dima (uzrokovanog bojom od paluba i rampa) u strojarnicu, te nemogućnost rada bilo kakvog stroja u istoj.
- Zakašnjela reakcija na pokušaj gašenja požara izvana, prvi remorker započeo je gašenje tek nakon 5 sati.
- Nepostojanje specijalne postrojbe za ovakve vrste požara u Jadranskom moru u Republici Hrvatskoj.

## 7. ZAKLJUČAK

Požar na brodu, pogotovo u plovidbi, jako je opasan, ne samo po ljudstvo koje se u tom trenutku može naći na brodu već donosi i veliku materijalnu štetu. Požari na brodu u plovidbi također mogu izazvati i velike ekološke katastrofe uslijed izlivanja pogonskog goriva i raznih opasnih tereta koje mogu prevoziti.

Kako je Republika Hrvatska velikim svojim dijelom na moru tako se i kroz naše teritorijalne vode odvija brodski transport raznih dobara. Imajući u vidu sve moguće opasnosti po naše more i cjelokupni ekosustav Jadranskog mora, prilikom prolaska raznih trgovačkih brodova, jasno je koliko je važna sigurnost i zaštita u brodskom prijevozu, ne samo od požarnih opasnosti nego i od svih pomorskih nesreća.

Jako je važno da se u okviru međunarodne zajednice, svi brodari i povezane osobe striktno pridržavaju pravila i zakona kako bi se svi mogući rizici sveli na minimum. Često, zbog specifičnosti pravne regulative, u slučaju izbijanja požara na brodu tijekom plovidbe, suzbijanje i gašenje požara ovisi isključivo o sposobnosti, znanju i vještini posade broda kao i ispravnosti i funkcionalnosti protupožarnih uređaja i opreme na brodu. Dakle, izrazito je važno obučavanje i treniranje posade brodova za moguće požarne scenarije te održavanje uređaja i opreme.

Požar na brodu UND Adriyatik najbolji je pokazatelj, u novijoj povijesti Republike Hrvatske, koliko takvi požari u brodskom prijevozu mogu biti komplicirani i opasni. Ako sagledamo sve što se prilikom tog događaja dešavalo, jasno se vidi, da samo pukom srećom nije došlo do stradavanja ljudi i većeg onečišćenja Jadranskog mora. Nesposobnost posade da uopće reagira na požar i nepoštivanje osnovnih protupožarnih propisa dovelo je do katastrofalnog požara, koji je ukazao i na neke manjkavosti cijelog sustava koji u takvim slučajevima treba reagirati. Prvi tegljač opremljen za gašenje požara stigao je na mjesto nesreće, za nešto manje od pet sati od dojava o požaru MRCC-u Rijeka, što je s obzirom na udaljenost od 15-ak milja od naše obale ipak zakašnjela reakcija.



Republika Hrvatska bi trebala u suradnji sa zemljama koje imaju izlaz na Jadransko more osnovati specijaliziranu postrojbu za djelovanje na ovakvim intervencijama, jer uzmemo li u obzir da smo država koja uvelike ovisi o turizmu, nije teško zaključiti, kakve bi posljedice imala neka veća nesreća u Jadranskom moru na cjelokupni ekonomski sustav Hrvatske.

## 8. LITERATURA

- [1] **Carević, M.; Jukić, P.; Sertić, Z.; Šimara, B.:** Tehnički priručnik za zaštitu od požara, Zagrebinspekt, Zagreb, 2002.
- [2] **Ivančić, Z.; Kirin, S.:** Izvori požarne opasnosti, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac 2010.
- [3] **Brnjac, N.:** Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2012.
- [4] <http://blogs.scientificamerican.com> 11.07.2019
- [5] <https://cargocruisemagcro.wordpress.com>, 11.07.2019
- [6] <https://www.brodosplit.hr/hr/brodogradnja>, 11.07.2019
- [7] <http://www.uljaniksm.com>, 11.07.2019
- [8] <https://www.dfds.com/en/about/media>, 25.07.2019
- [9] <https://twitter.com/townsvilleport>, 25.07.2019
- [10] <https://www.naucat.com/hr/vijesti/sigurnost-i-savjeti/pozari-na-brodovima>, 26.07.2019
- [11] NAŠE MORE : znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 42 No. 1-2, 1995. Vatrodojavni sustavi na brodu, Danko Kezić
- [12] <https://www.slideserve.com/bina>, 11.08.2019
- [13] **Bićanić, Zujić,;** Sigurnost na moru, Sveučilište u Splitu, skripta, Split, 2009.
- [14] <http://www.aling.hr>, 12.08.2019
- [15] <https://accuro.at/sl/tehnologija>, 12.08.2019
- [16] **Matković, M.:** Protupožarna zaštita na brodovima, Četvrto izdanje, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka, 1996.

[17] Report on the investigation of the fire on bord UND ADRIYATIK, Republic of Turkey, Undersecretariat for maritime affairs, General Directorate of Maritime Transport, Marine Accident Investigation Commission. 2008.