

Marijo Oršulić \*

Luko Milić \*\*

Nikša Koboević \*\*\*

ISSN 0469 - 6255  
(157 - 163)

## ANALIZA NASTANKA POŽARA U BRODSKOJ STROJARNICI THE ANALYSIS OF THE OUTBREAK OF FIRE IN VESSEL'S ENGINE ROOM

UDK 614.841:629.12.011.562

Stručni rad  
Professional paper

### Sažetak

U radu se sustavno i koncizno analizira problematika nastanka požara u brodskoj strojarnici i potreba poduzimanja preventivnih mjera. U uvodnom dijelu ukazano je na opasnosti od požara u brodskoj strojarnici i na mjesta s visokim rizikom nastanka požara.

Posebna pozornost je posvećena analizi godišnjeg broja požara, broju požara prema namjeni brodova i broju požara prema tonaži brodova. Također je analiziran broj požara prema starosti brodova, vremenu nastanka požara, nastanak požara za vrijeme plovidbe, boravka u luci, sidrištu, brodogradilištu itd.

Nakon toga analizirani su načini otkrivanja požara i najviše rabljeni načini gašenja požara. Dobiveni rezultati su vrlo indikativni na osnovu kojih se predlažu preventivne mjere.

Ključne riječi: brodska strojarnica, požar, preventivne mjere

### Summary

This paper has analysed systematically and concisely the problem of the outbreak of fire in vessel's engine room, as well as the need to take measures of precaution. It has been pointed to the dangers of fire in the vessel's engine room.

A special attention has been paid to the number of fires per year, number of fires in relation to types of vessels or tonnage of vessels.

The number of fires in relation to the age of a vessel, the time of the outbreak of fire, the outbreak of fire at sea or in the port, at anchorage, in the shipyard etc. After that, the ways of detecting fire and commonest ways of extinguishing fire have been analysed. The results obtained are indicative indeed on the basis of which measures of precaution have been suggested.

Key words: vessel's engine room, fire, measures of precaution

\* Dr.sci. Marijo Oršulić  
docent Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Splitu

\*\* Dr.sci. Luko Milić  
Veleučilište u Dubrovniku

\*\*\* Nikša Koboević, dipl.inž.  
Veleučilište u Dubrovniku

### 1. Uvod Introduction

Požar općenito, a posebno na brodu, predstavlja veliku opasnost kako za ljude tako i za materijalna dobra. Radi toga potrebno je neprestano poduzimati mjere predostrožnosti, da do požara ne bi došlo, a ako ipak dođe, da se što učinkovitije djeluje i na taj način svede štetne posljedice na najmanju moguću mjeru.

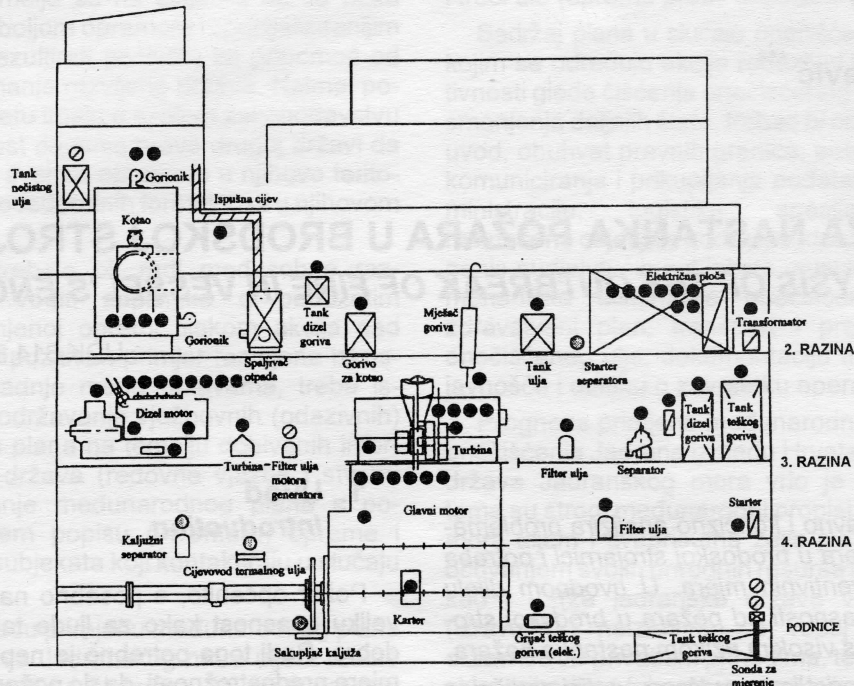
Eksplodije u karteru dizelskih motora bile su uzrok nesreća u kojima su stradali članovi posade. Samo u 6 godina eksploatacije brodova pod nadzorom Lloyd's Register-a i Det Norske Veritas-a dogodile su se 64 eksplozije u karteru glavnih i pomoćnih motora, rezultat kojih su 12 poginulih i 13 ranjenih članova posade.

Za poduzimanje učinkovitih mjera predostrožnosti potrebno je što bolje poznavati opasnosti od kojih prijeti nastanak požara na brodu. S obzirom na procese koji se događaju u brodskoj strojarnici to je sigurno mjesto s najvećim rizikom i mjesto gdje najčešće dolazi do nastanka požara.

#### 1.1. Najčešći uzroci požara na brodu The most frequent causes of fire aboard a vessel

Prema svjetskim statističkim podacima, ljudski nemar i neznanje su na prvom mjestu uzroka nastanka požara na brodu. Tu se mogu navesti uzroci kao što su nepažljivo odbacivanje opušaka, šibica, masnih krpa, nepažnja pri zavarivanju i rezanju metala, nemarno i nestručno rukovanje raznim aparatima ili tvarima pri obavljanju poslova, itd. Pored navedenog, među najčešće uzroke požara na brodu ubrajaju se:

- manipuliranje otvorenom vatrom;
- greške na elektroinstalacijama i elektruodajima;
- samozapaljenje;
- nepravilno rukovanje pogonskim gorivom, te greške sustava za napajanje gorivom;
- eksplozija u prostorijama s akumulatorskim baterijama;
- nepravilno uskladištenje i rukovanje opasnim teretima;



Slika 2.1. Mjesta i broj požara nastali u brodskoj strojarnici  
 Figure 2.1. The points and the number of fires that broke out in the vessel's engine room

- - požari nastali zavarivanjem od posade broda ili u brodogradilištu
- - požari nastali za vrijeme plovidbe
- ⊙ - požari nastali za vrijeme popravaka od strane posade

- statički elektricitet;
- stvaranje kritičkih omjera plinova i para sa zrakom;
- eksplozije u karteru;
- eksplozija u ispirnom kolektoru zraka;
- udari raznih zrna, zapaljivih granata (za sve brodove koji se nalaze u zoni ratnog djelovanja).

## 2. Strojarnica Engine room

Pri procjeni stupnja opasnosti od požara u pojedinim prostorima na brodu potrebno je ocijeniti sljedeće:

- količinu zapaljivih tvari u prostoru;
- temperaturu u prostoru;
- najvjerojatniji potencijalni uzrok požara;
- brzinu širenja eventualnog požara;
- značaj prostora za funkcioniranje broda.

Ocjena se daje od 1 do 6 za svaki od navedenih odlika, zatim te vrijednosti se zbroje i podijele s pet. Dobiveni broj predstavlja stupanj opasnosti od požara za odgovarajući prostor. Brojevi 6-5 određuju vrlo visoku opasnost, 5-4 visoku opasnost, 4-2 srednju opasnost a 2-0 nisku opasnost.

Ocjena stupnja opasnosti za strojarnicu klasičnog broda za prijevoz generalnog tereta iznosi 5-6 što

predstavlja vrlo visoku opasnost od požara i to znatno veću od opasnosti u drugim prostorima navedenog broda.

### 2.1. Mjesta u strojarnici s visokim rizikom nastanka požara Engine room high risk points of fire occurrence

Budući da je brodska strojarnica prostor s vrlo visokim stupnjem opasnosti od požara, potrebno je poznavati pojedina mjesta unutar strojarnice na kojim se najčešće događa požar. Na slici 2.1. predočena su mjesta i broj požara koji su se dogodili na brodovima Japanskog registra brodova u periodu od 1980. do 1992. godine to su: požari nastali za vrijeme plovidbe, požari nastali za vrijeme popravaka od strane posade i požari nastali pri zavarivanju od strane posade ili u brodogradilištu.

Kako se može vidjeti na slici 2.1., mjesta s visokim rizikom nastanka požara su: spojevi cijevi goriva i ulja na glavnom i pomoćnim motorima, gorionici na kotlovima, ispušni kolektori, turbopuhala i glavne električne ploče. Prema tome, ovim mjestima je potrebno obratiti posebnu pozornost.

## 2.2. Broj požara po godinama u brodskim strojarnicama

*The number of fires per year in the vessel's engine room*

Pri ispitivanju nastanka požara u brodskim strojarnicama u ispitivanom periodu od 1980. do 1992. godine dobiveni su rezultati prikazani na slici 2.2. Iz dijagrama se vidi da se broj požara kretao između 2 i 9 godišnje bez neke zakonitosti.

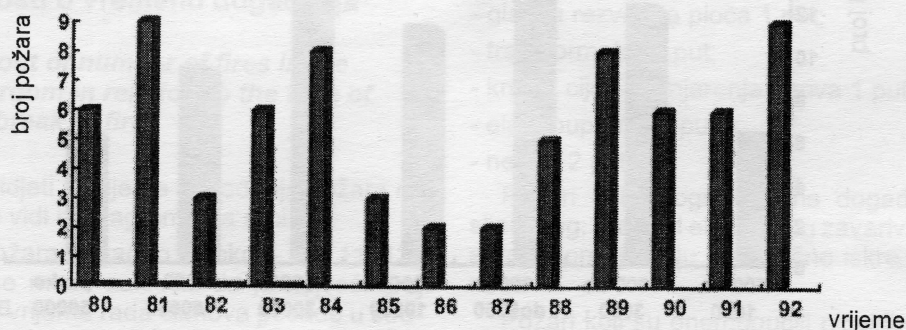
U promatranom vremenskom periodu izgubilo je živote 15 članova posada, a 12 članova je teško ozljeđeno.

## 2.3. Pregled nastanka požara u brodskim strojarnicama prema namjeni brodova

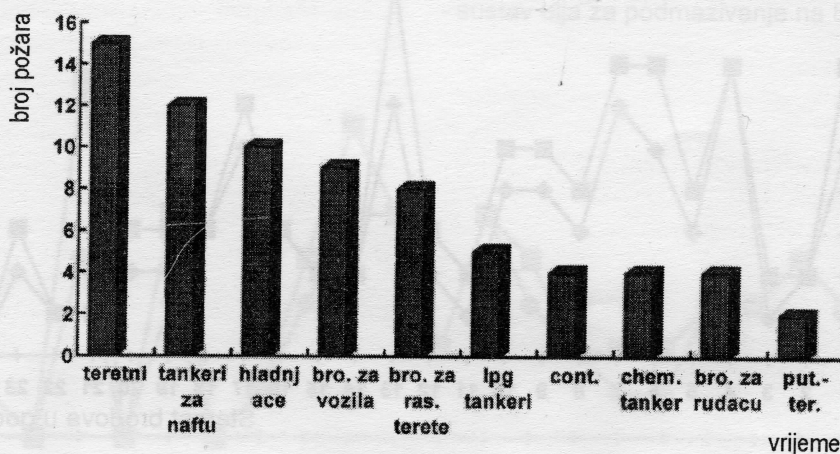
*The incidence of fires in the engine room in relation to types of vessels*

U analiziranom vremenskom razdoblju obuhvaćeni su razni brodovi prema namjeni odnosno vrstama, (slika 2.3.).

Budući da je broj pojedinih vrsta brodova u promatranom uzorku bio različit, broj požara koji se dogodio u promatranom vremenskom razdoblju ne daje pravu sliku događanja požara prema namjeni brodova. Ukupan broj brodova za rasute terete je 1194, a požar se dogodio na 8 brodova što iznosi 0,67%. Broj brodova za prijevoz generalnog tereta je 2083, a požar se dogodio na 15 brodova što iznosi 0,72%. Broj brodova za prijevoz rudače je 74, a požar se dogodio na 4 broda što iznosi 5,4%. Iz navedenog može se zaključiti da je bilo najviše požara na brodovima za rasute terete, ali



Slika 2.2. Godišnji broj požara u brodskim strojarnicama od 1980. do 1992. god.  
Figure 2.2. Annual number of fires in vessel's engine rooms from 1980. to 1992.



Slika 2.3. Učestalost požara u strojarnici prema vrstama brodova  
Figure 2.3. The incidence of fires in the engine room in relation to types of vessels

najveći postotak požara dogodio se na brodovima za prijevoz rudače.

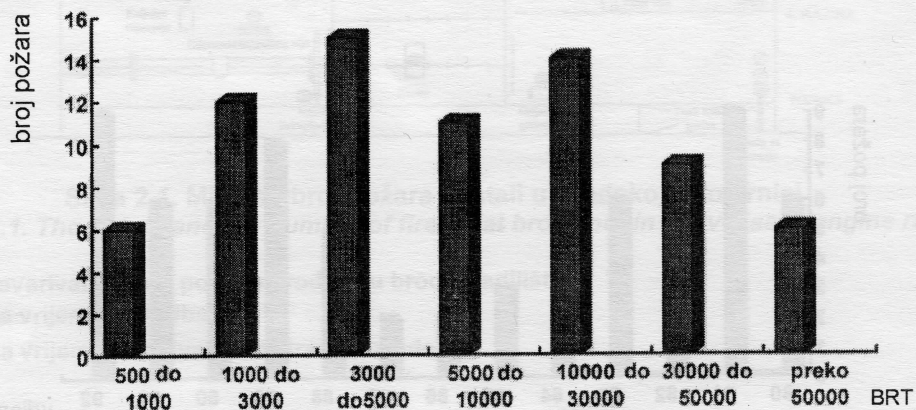
#### 2.4. Pregled događanja požara u zavisnosti o nosivosti brodova *The survey of the incidence of fires in relation to vessel's tonnage*

Zanimljiva je analiza događanja požara u brodskim strojarnicama prema veličini brodova. Na slici 2.4. dan je pregled broja požara na brodovima u zavisnosti o tonaži:

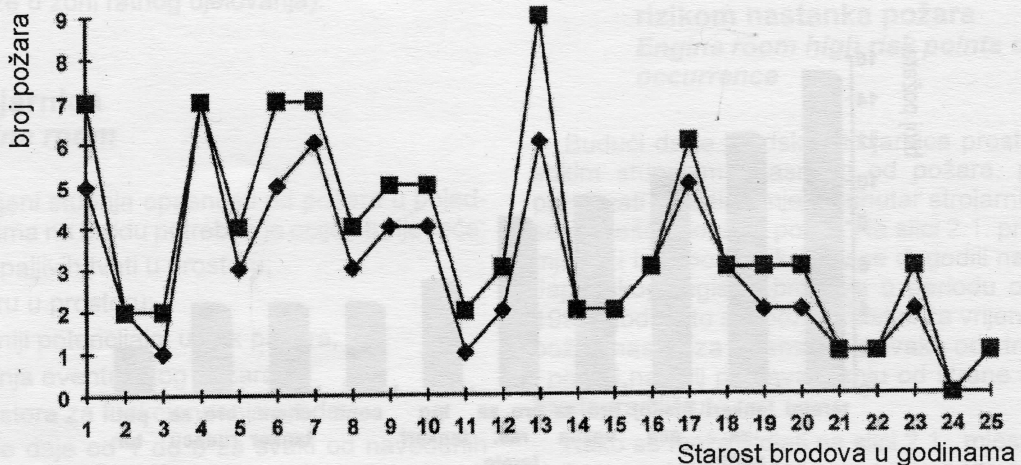
Postotak brodova na kojim se dogodio požar grupiran prema tonaži brodova je sljedeći: od 500 do 1000 BRT 0,8%, od 1000 do 3000 BRT 1,5%, od 3000 do 5000 BRT 2,0%, od 5000 do 10000 BRT 1,4%, od

10000 do 30000 BRT 1,3%, od 30000 do 50000 BRT 2,0% i preko 50000 BRT 1,6% [3].

Iz dijagrama na slici 2.4. vidi se da se najveći broj požara u strojarnici dogodio na brodovima nosivosti od 3000 do 5000 BRT i to na 15 brodova, odnosno 2%. Ipak, ne može se zaključiti da postoji neposredna veza između broja požara i nosivosti brodova. Za donositi zaključke na ovoj osnovi trebalo bi raspolagati s uzorkom brodova u kojem su rješenja strojarnica identična, što u ovom primjeru nije slučaj. Svakako, na događanja požara u strojarnici ima utjecaj prostor strojarnice, raspored pojedinih strojeva, izolacija cijevi, održavanje i cijeli niz drugih elemenata.



Slika 2.4. Broj požara na brodovima u zavisnosti o tonaži brodova  
Figure 2.4. The number of fires aboard the vessels in relation to vessel's tonnage



Slika 2.5. Broj požara u zavisnosti o starosti broda  
Figure 2.5. The number of fires in relation to the age of vessel

- ◆ - požari uslijed greške na elek.opremi
- - broj požara u brodskoj strojarnici

## 2.5. Pregled nastanka požara u zavisnosti o starosti brodova

### *The survey of the outbreak of fire in relation to the age of vessel*

U pregledu nastanka požara u brodskim strojarnicama prema starosti analizirani su brodovi od 1 do 25 godina, a posebno su izdvojeni požari koji su nastali zbog grešaka na električnoj opremi.

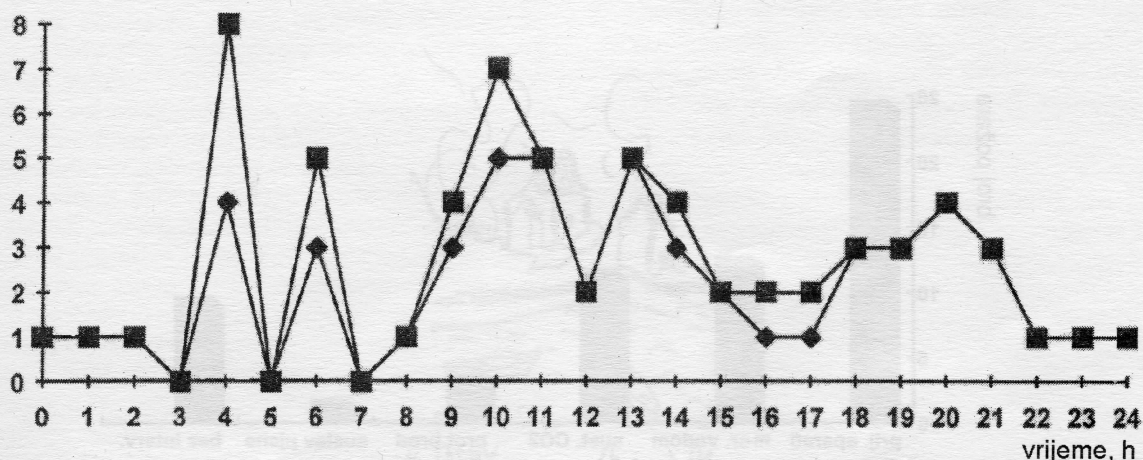
Na brodovima starosti do 10 godina dogodilo se 40 požara u strojarnici, što je 1,3% od ukupnog broja brodova te starosti. Brodovi starosti od 11 do 20 godina imali su 28 požara, odnosno 1,2% od ukupnog broja brodova [3]. Iz navedenog ne može se zaključiti da postoji utjecaj starosti brodova na nastajanje požara. Iz dijagrama se vidi da su se događali požari i na brodovima starosti 1 i 2 godine kao i na brodovima 25 godina.

## 2.7. Prikaz broja požara u strojarnici u zavisnosti o vremenu događanja požara

### *The layout of number of fires in the engine room in relation to the time of the outbreak of fire*

Zanimljivo je vidjeti u vrijeme događanja požara na brodovima što se vidi iz dijagrama na slici 2.6.

Najveći broj požara događao se oko 4, 10, 11, 13 i 20 sati iz toga se može zaključiti da je najveći broj požara nastao za vrijeme rada članova posade u strojarnici od 9 do 15 sati i od 18 do 21 sat. Također, može se vidjeti da je znatno manji broj požara zabilježen u vremenu oko 12 sati, zatim od 16 do 17 i od 22 do 6 sati što odgovara vremenskim intervalima ručka, večere i spavanja. Budući su u najvećem broju zabilježeni požari u vremenu kad su članovi posade boravili u strojarnici, može se zaključiti da su požari nastali poradi nepažnje pri radu, nestručnog rada, pa i zbog nedovoljno kvalitetnog održavanja.



Slika 2.6. Raspodjela broja požara prema vremenu njihovog nastanka u strojarnici

Figure 2.6. The distribution of the number of fires according to the time of the outbreak of fire in the engine room

- - broj brodova na kojima su u strojarnici nastali požari,
- ◆ - broj brodova na kojima su u strojarnici nastali požari s potpuno automatiziranim pogonom.

## 2.8. Pregled broja požara u zavisnosti o aktivnosti brodova i uzroci nastanka požara

### *The survey of the number of fires in relation to vessels' activity and causes of the outbreak of fire*

Radi svestranog sagledavanja pojave požara na brodovima potrebno je analizirati događanja u svezi s nastankom požara pri plovidbi brodova, njihovog boravka u lukama, brodogradilištima, u doku, pri rukovanju s teretom i na sidrištu.

Iz slike 2.7. vidi se da se najveći broj požara dogodio za vrijeme plovidbe i to na 50 brodova što iznosi 74% od ukupnog broja, u svezi s ovim podatkom potrebno je istaknuti da su se dogodila 22 požara dok je radio glavni motor, a čak 28 s ugašenim glavnim motorom.

U lukama se dogodilo 10 požara; uzroci su bili sljedeći:

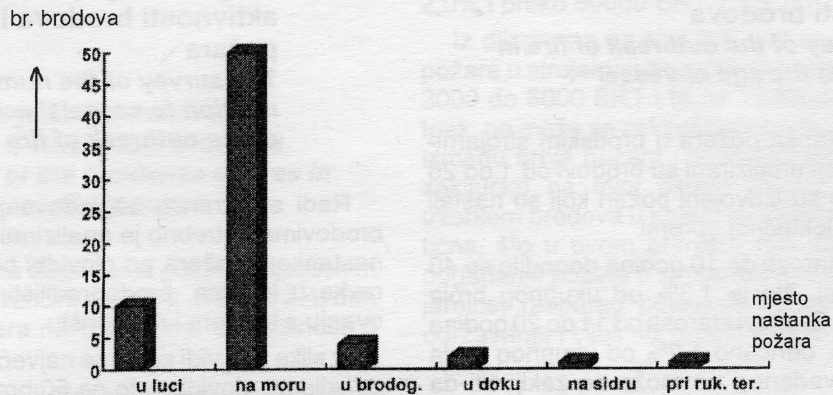
- gorionik pomoćnih kotlova 3 puta;
- turbogenerator 1 put;
- glavna razvodna ploča 1 put;
- transformator 1 put;
- kratka cijev za mjerenje goriva 1 put;
- elektruoputnik 1 put;
- nemar 2 puta.

Požari u brodogradilištima događali su se zbog sljedećeg: iskre od električnog zavarivanja, iskrenja pri autogenom rezanju i električne iskre od spoja s kopnom.

Požari koji su onemogućili plovidbu dogodili su se zbog sljedećeg: eksplozije turbopuhala porivnog motora, istjecanja goriva iz visokotlačne sisaljke glavnog i pomoćnih dizelskih motora i električnih iskri na glavnim razvodnim pločama.

Uzroci nastanka požara na 70 brodova bili su sljedeći:

- sustav goriva na 30 brodova;
- električni sustavi na 18 brodova;
- sustav ulja za podmazivanje na 8 brodova;



Slika 2.7. Broj brodova na kojim se dogodio požar pri raznim aktivnostima

Figure 2.7. The number of vessels aboard which fire broke out on the occasion of various activities

- sustav otpadnih ulja na 2 broda;
- eksplozije turbopuhala na 5 brodova;
- pri radovima u brodogradilištu na 7 brodova.

Iz navedenih podataka vidi se da se najveći broj požara dogodio na sustavima goriva i to 43%, te električnim sustavima 26% što upućuje na potrebu ukazivanja posebne pažnje navedenim sustavima.

Pri analizi 30 požara koji su se dogodili na sustavu goriva locirana su sljedeća mjesta:

- 6 požara na cjevovodu goriva četverotaktnih porivnih motora;
- 2 požara na cjevovodu goriva dvotaktnih porivnih motora;
- 8 požara na cjevovodima goriva pomoćnih motora;
- 6 požara na sustavu goriva parnih kotlova;
- 3 požara na tankovima goriva;
- 2 požara zbog preljevanja goriva na sondama za mjerenje;
- 2 požara zbog rasprskavanja goriva nakon oštećenja pomoćnih motora;
- 1 požar pri separiranju dizelskog goriva.

Na električnim sustavima dogodilo se 18 požara i to na sljedećim mjestima:

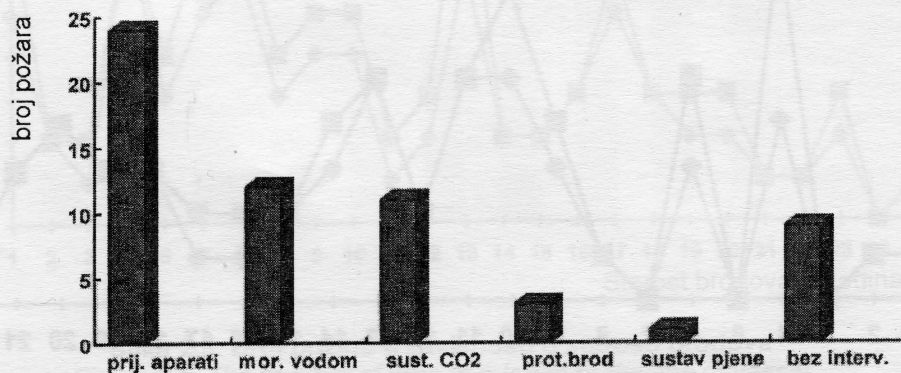
- 8 požara na glavnoj razvodnoj ploči;
- 4 požara na uputnicima;
- 1 požar kontrolna ploča;
- 2 požara na generatorima;
- 1 požar na elektromotoru;
- 1 požar na transformatoru;
- 1 požar na električnom grijaču goriva.

Na sustavima ulja dogodilo se 8 požara i to:

- 2 požara na cjevovodu ulja za podmazivanje;
- 3 požara na filterima ulja za podmazivanje;
- 1 požar na cjevovodu podmazivanja pomoćnog motora;
- 1 požar na tanku ulja za podmazivanje;
- 1 požar zbog eksplozije u karteru porivnog motora.

## 2.9. Otkrivanje i gašenje požara Detecting and extinguishing fire

Budući da se brodske strojarnice nadziru detektorima, za očekivati je da se većina požara otkrije detektorima. Međutim, većina požara dogodila se za vrijeme boravka članova posade u strojarnici pa su uglavnom



Slika 2.8. Načini gašenja požara

Figure 2.8. The ways of extinguishing fire

požare otkrili članovi posade koji su se zatekli pri poslovima u strojarnici.

Članovi posade otkrili su 81% požara u strojarnici vizualno zbog pojave dima, topline ili zvuka, a samo 19% požara otkriveno je detektorom.

Budući da su požari otkriveni u početku njihovog nastanka, znatan broj je ugašen prijenosnim aparatima, kako se vidi na dijagramu slika 2.8.

Prijenosnim aparatima je ugašeno 40% požara, 18% požara ugašeno je sustavom s CO<sub>2</sub>, 20% požara ugašeno je vodom iz hidrantskog sustava, a 15% požara ugasilo se bez intervencije.

Navedeni požari su ugašeni u relativno kratkom vremenskom intervalu od nastanka.

Vrijeme gašenja požara u 41 % slučajeva iznosilo je do 30 minuta, a 51% požara ugašeno je u vremenu do 60 minuta. Požari gašeni prijenosnim aparatima ugašeni su u vremenu do 15 minuta.

Pri gašenju požara nastalim na električnim instalacijama rabljeni su prijenosni aparati s prahom ili plinom, to su požari koji obuhvaćaju manja područja u strojarnici. Fiksni sustavi za gašenje požara s CO<sub>2</sub> i morskom vodom rabili su se uglavnom za gašenje požara koji su nastali izgaranjem ulja ili goriva jer su se takvi požari brzo proširili na cijelu strojarnicu.

### 3. Zaključak Conclusion

Požar u brodskoj strojarnici predstavlja stalnu prijetnju za brod i ljude koji su na njemu. Istraživanja su pokazala da su 73 broda oštećena u požarima strojarnice u vremenu od 13 godina, a 50% ukupnog broja požara na brodovima događa se u brodskim strojarnicama. Najveći broj požara nastaje za vrijeme plovidbe brodova i to dok članovi posade obavljaju razne pos-

love održavanja u strojarnici. S obzirom na tu činjenicu može se zaključiti sljedeće:

- poslove održavanja potrebno je obavljati stručno i odgovorno;
- prije obavljanja poslova treba poduzeti sve potrebne mjere da bi se u slučaju izbijanja požara moglo brzo i učinkovito intervenirati;
- ne smiju se zanemariti opasnosti koje prijete od stvaranja eksplozivne smjese, opasnosti od iskrenja pri zavarivanju i opasnosti iskrenja na električnim sustavima;
- potrebno je kvalitetno i permanentno pripremati članove posade za brzo i učinkovito djelovanje u slučaju nastanka požara.

Uložena sredstva i trud za učinkovitu zaštitu su zanemarljiva (bez obzira kolika su stvarno) u usporedbi sa štetom i gubicima koje svjetsko brodarstvo ima od požara, a da se ne spominju žrtve i povrede članova posade koje se pri tome događaju.

### Literatura References

- [1] Milić, L., Šundrica, J.: Protupožarna zaštita na brodovima, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Dubrovnik, 1992.
- [2] Kezić, D.: Djelotvornost brodskih vatrodajavnih sustava, Elektrotehnički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Magistarski rad, Zagreb, 1993.
- [3] Kubo, T.: Engine Room Fire Prevention Committee Members, Nippon Kaiji Kyokai, Tokio, 1994.
- [4] Sychta, Z.: Fire detection and alarm system for measure and control of fire products propagation on ship, Technical university of Szczecin - Ship research institute, Szczecin, 1991.
- [5] Štumpf, E.: Požarna signalizacij na sudah, Izdatelstvo Sudostroenije, Leningrad, 1982.
- [6] Krilov, E. I.: Nadežnost sudovih dizelei, Transport, 1978.
- [7] Arhiva Hrvatskog registra brodova

Rukopis primljen: 9. 6. 1997.

