

# OSNOVE GAŠENJA POŽARA

---

**Polanc, Katarina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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:128:892665>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-29**



**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 REPOZITORIJI

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

Katarina Polanc

# **OSNOVE GAŠENJA POŽARA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Katarina Polanc

# **BASICS OF FIRE EXTINGUISHING**

Final paper

Karlovac, 2020.

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

Katarina Polanc

# **OSNOVE GAŠENJA POŽARA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor : mr.sc. Snježana Kirin

Karlovac, 2020.



## 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 studij:** Stručni studij sigurnosti i zaštite

**Usmjerenje:** Zaštita od požara

Karlovac, 2020.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

**Student:** Katarina Polanc

**Matični broj:** 0416611058

**Naziv završnog rada:** Osnove gašenja požara

**Opis zadatka :** Pribaviti podatke o načinima nastanka požara, te razraditi tematiku gašenja požara u različitim uvjetima, s praktičnim primjerom gašenja požara raslinja.

**Zadatak zadan:**

10/2019.

**Rok predaje rada:**

01/2020.

**Predviđeni datum obrane**

02/2020.

**Mentor:**

mr.sc. Snježana Kirin, viši pred.

**Predsjednik izbornog povjerenstva:**

dr.sc. Zvonimir Matusinović, predavač

## PREDGOVOR

Ovaj rad može poslužiti kao ogledni primjerak za sve one koji se, na bilo koji način, bave zaštitom od požara, bilo da se radi o studentima ili čak profesionalnom osoblju poput vatrogasaca. Materijali za izradu rada prikupljeni su u Gradskoj knjižnici Ivan Goran Kovačić, na internet stranicama, ali i od dobrovoljne vatrogasne postrojbe Karlovac. Naime, tijekom izvođenja praktične i teorijske nastave bilo je zamjetno kako priručnici, ali i završni te stručni specijalistički radovi često posluže kao vodiči pri obuci brojnim strukama poput pripadnika vojske i civilne zaštite.

Ovaj je završni rad pisan tzv. individualiziranim pristupom, koji podrazumijeva individualne sposobnosti i konkretno predznanje osnovne materije od strane autora rada. Rad sadrži osnove preventivne zaštite te gorenja i gašenja. Izabranom koncepcijom ne izlazi se iz zadanih okvira, a ujedno se osigurava više prostora za stvarnu, praktičnu namjenu, a to je sačuvati sažeti materijal koji može poslužiti u obrazovanju ili usavršavanju svakome tko je dio struke zaštite od požara, pripadnicima vojske, dobrovoljnim i profesionalnim vatrogascima i ostalima.

Tijekom godina, došlo se do saznanja, da navedene i mnoge druge struke moraju vladati specifičnim znanjima i kontinuirano ih obnavljati, što je i svrha ovog rada. Rad sadrži mnogo shematskih prikaza, fotografija i korisnih sadržaja koji su do sada parcijalno obrađivani u domaćoj stručnoj literaturi. Rad je rezultat stečenog znanja autora tijekom pohađanja odjela Sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu, te proučavanja niza domaćih stručno-znanstvenih materijala. Onima, koji budu željeli proširiti svoja znanja iz ovog širokog područja, stoji na raspolaganju brojna literatura, čiji se popis nalazi na kraju ovog rada.

Ovom se prilikom zahvaljujem svojoj obitelji, profesorima Veleučilišta u Karlovcu, odjela Sigurnosti i zaštite, a posebno svojoj mentorici mr.sc. Snježani Kirin, na kvalitetnom prenošenju znanja, trudu, ukazanom razumijevanju i potpori tijekom pisanja završnog rada, kao i na ukazivanju na kompleksnost područja sigurnosti i zaštite na radu, posebice vezano uz potencijalne opasnosti koje dolaze prilikom aktivacije i gašenja požara. Zahvaljujem se i svim ostalim djelatnicima Veleučilišta u Karlovcu na pruženoj potpori, pomoći i razumijevanju tijekom mog školovanja.

## SAŽETAK

Požar je nekontrolirano gorenje, koje nanosi materijalnu štetu ili ugrožava ljudske živote. S obzirom na raširenost iskorištavanja vatre, opasnost od požara postoji unatoč mjerama opreza i požari su česta pojava. Požar se pojavljuje i razvija pod različitim okolnostima, a najčešće su uzrokovani ljudskom nepažnjom. Posljedice požara mogu biti pogubne i odnijeti ljudske žrtve. Prilikom izbijanja požara od presudne je važnosti poznavati osnove gašenja požara te ponašanja u takvim izvanrednim uvjetima. Nužno je, u što kraćem roku, ako je ikako moguće, sredstvima iz okoline, dovesti požar pod kontrolu te alarmirati nadležne službe, koje potom izlaze na teren i suzbijaju požar. Gašenje požara podrazumijeva sve radnje koje je potrebno poduzeti kako bi se požar mogao uspješno obuzdati i svladati. Da bi vatra nastala, nužna je prisutnost tri uvjeta gorenja: goriva tvar, dovoljna količina kisika i određena temperatura. Ta tri elementa zajedno čine tzv. požarni trokut. Da bi gašenje bilo uspješno potrebno je ukloniti jedan od elemenata iz požarnog trokuta. Na tom načelu temelje se metode gašenja požara. Uobičajena sredstva za gašenje su voda, vatrogasni prah i pjena, CO<sub>2</sub>, haloni i priručna sredstva. Postoje požari A, B, C, D i F klase. Požari A klase su požari krutih tvari. Požari B klase su požari zapaljivih tekućina, dok su požari C klase požari plinovitih tvari. Požari klase D predstavljaju požare lakih metala, a klase F požare ulja i masti životinjskog i biljnog podrijetla. Prilikom gašenja požara, osim na klasu požara prema kojoj je potrebno koristiti određena sredstva za gašenje, nužno je i obratiti pozornost na ostale okolnosti. Najviše pažnje je potrebno posvetiti kod gašenja požara vodom, jer je voda dobar vodič električne struje, pa stoga se ne smije koristiti za gašenje požara električnih instalacija ili u blizini električnih instalacija. Bitno je znati osnove gašenja požara, jer se poznavanjem tih osnova mogu spasiti ljudski životi, ali i očuvati materijalne vrijednosti.

**Ključne riječi** : požar, gašenje požara, požarni trokut, klase požara, sredstva gašenja

## SUMMARY

The fire is uncontrolled burning, which causes a damage or threatens human lives. Based on the widespread exploitation of a fire, a fire hazard exists in spite of precautions and fires are a common occurrence. Fire occurs and develops under different circumstances, but most commonly are caused by human negligence. The consequences of a fire can be devastating and take a human sacrifice. When we talk about fire, it is crucial to know the basics of fire extinguishing and how to behave in such extreme conditions. It is necessary, as soon as possible, if at all possible, to use resources from the environment, to bring the fire under control and alert the competent authorities, which will take action to the field and suppress the fire. Extinguishing means all actions to be taken, in order to successfully restrain and overcome the fire. To start a fire, there is necessary presence of three conditions of combustion: fuel substance, a sufficient amount of oxygen and a certain temperature. These three elements, grouped together, make a fire triangle. To extinguish fire successfully, it is necessary to remove one of the three elements of the fire triangle. On this principle is based fire-fighting measure. Common extinguishing materials are water, dust and fire foam, CO<sub>2</sub>, halon and nearby accessories. There are fires of A, B, C, D and F class. Class A fires are fires of solids. Class B fires are fires of flammable liquids, while Class C fires are fires of gaseous substances. Class D represents fires of light metals, and class F stands for fires of various oils and grease. During firefighting, except for the class of fire to which it is necessary to use certain extinguishing materials, it is necessary to pay attention to other circumstances. Most attention should be paid at the firefighting with water, because water is a good conductor of electricity, and therefore should not be used for fire extinguishing of electrical wiring or near electrical installations. It is important to know the basics of firefighting because that knowledge can save human lives, and also preserve material values.

**Keywords:** *fire, fire extinguishing, fire triangle, the class of fire, extinguishants*



# SADRŽAJ

<b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....</b>	<b>I</b>
<b>PREDGOVOR .....</b>	<b>II</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>III</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>IV</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	1
<b>2. OSNOVE GORENJA.....</b>	<b>2</b>
2.1. Produkti oksidacije .....	4
2.2. Toplina i temperatura .....	5
2.3. Gorenje zapaljivih tvari prema agregatnom stanju .....	6
2.3.1. Gorenje zapaljivih plinova .....	6
2.3.2. Gorenje zapaljivih tekućina .....	6
2.3.3. Gorenje krutih tvari .....	7
<b>3. GAŠENJE POŽARA .....</b>	<b>8</b>
3.1. Efekti i podfekti gašenja požara .....	9
3.1.1. Efekt razrjeđivanja .....	10
3.1.2. Efekt hlađenja .....	10
3.1.3. Efekt gušenja .....	10
3.1.4. Antikatalitički efekt .....	11
<b>4. VATROGASNA SREDSTVA.....</b>	<b>12</b>
4.1. Voda.....	13
4.2. Pjena.....	15
4.3. Ugljični dioksid (CO <sub>2</sub> ).....	15
4.4. Prah .....	16
4.5. Haloni .....	16
4.6. Priručna sredstva za gašenje .....	16
<b>5. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA I APARATI ZA GAŠENJE POŽARA.....</b>	<b>18</b>
5.1. Ručni vatrogasni aparati.....	20
5.2. Prijenosne vatrogasne motorne pumpe .....	21
5.3. Vatrogasna vozila.....	21
5.4. Opskrba vodom za gašenje požara.....	22

<b>6. GAŠENJE POŽARA U SPECIFIČNIM UVJETIMA.....</b>	<b>24</b>
6.1. Električni uređaji i instalacije.....	24
6.2. Zapaljive tekućine .....	24
6.3. Motorna vozila.....	24
6.4. Zapaljena osoba.....	24
<b>7. PRAKTIČNI PRIMJER – GAŠENJE POŽARA RASLINJA .....</b>	<b>25</b>
7.1. Opasnost požara raslinja.....	27
7.2. Rizik požara raslinja .....	28
7.3. Opasne okolnosti u zoni požara raslinja.....	30
7.4. Modeliranje i simuliranje širenja požara .....	31
7.5. Taktike gašenja požara raslinja.....	33
7.5.1. Direktno gašenje požara raslinja.....	35
7.5.2. Indirektno gašenje požara raslinja .....	35
7.6. Uloga zračnih snaga u gašenju požara raslinja.....	36
7.6.1. Zrakoplovi .....	37
7.6.2. Helikopteri.....	38
7.7. Uzroci, posljedice i nedostaci kod intervencije gašenja požara između Tugara i Splita .....	39
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>41</b>
<b>POPIS LITERATURE .....</b>	<b>42</b>
<b>POPIS PRILOGA .....</b>	<b>44</b>

# 1. UVOD

## 1.1. Predmet i cilj rada

Vjeruje se da je otkriće vatre bilo slučajno. Pračovjek je naišao na vatru koju je zapalio grom, savladao strah i osjetio ugodnost topline. Tako je otkrio izvor udobnosti (grijanje, hrana) i sredstvo sigurnosti (divlje zvijeri). Kasnije se vatra koristila za razvoj tehnike i znanosti, kao prvi preduvjet gospodarstvene civilizacije. Svaki gasitelj, da bi savladao vatru, mora poznavati osnovne zakonitosti nastanka gorenja, ali i znati djelotvorno uporabiti sredstva za gašenje vatre. Znanstveno objašnjenje za gorenje, odnosno vatru, dao je još 1770. godine kemičar Lavoisier, pravilno protumačivši gorenje kao proces oksidacije, odnosno spajanja gorive tvari s kisikom. Danas je diljem svijeta, nažalost, sve više požara koji odnose i brojne ljudske žrtve, a požari su najčešće uzrokovani ljudskom nepažnjom ili ljudskom potrebom da uživa u gorenju vatre, što se često omakne kontroli i uzrokuje velike materijalne štete, a krivce se rijetko kada i teško nađe. Gašenje požara podrazumijeva sve radnje koje je potrebno poduzeti kako bi se požar mogao uspješno obuzdati i svladati. Da bi gašenje bilo uspješno, potrebno je ukloniti jedan od elemenata iz požarnog trokuta. Na tom se načelu temelje metode gašenja požara.

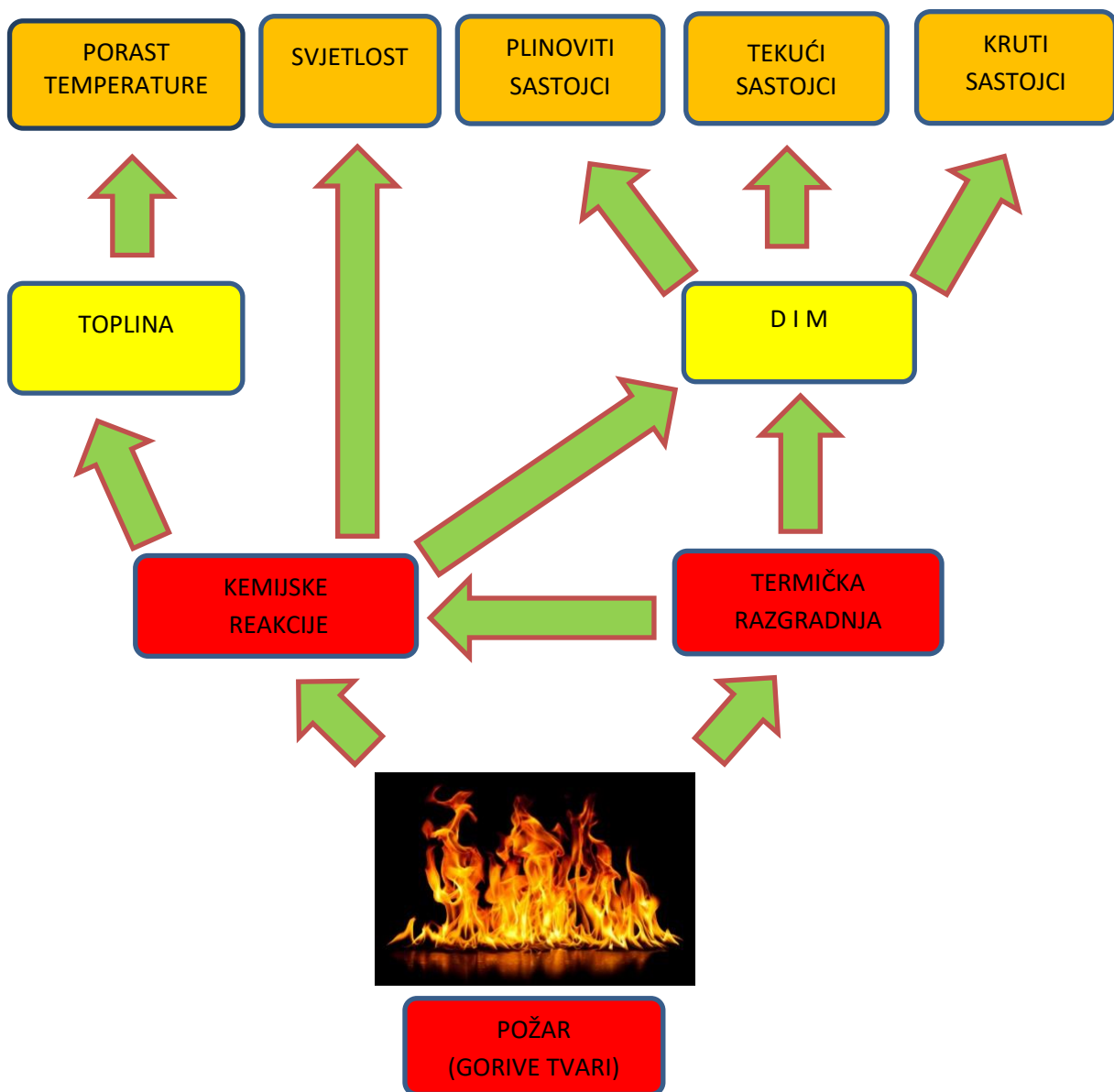
Predmet ovog završnog rada su osnove gašenja požara, koje bi svaki pojedinac trebao svladati i znati primijeniti u praksi, dok je cilj rada ukazati na važnost interesa pojedinaca za informiranje o gašenju požara, te pravovremenom i efikasnom djelovanju, kako bi se požar stavio pod kontrolu i na taj se način spriječile materijalne i ljudske žrtve.

## 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Kako bi se što kvalitetnije istražila problematika gašenja požara, korišteni su različiti izvori podataka, od stručnih knjiga do internet stranica zaštite od požara, te priručnici profesionalne i dobrovoljne vatrogasne postrojbe grada Karlovca. Ovaj rad istražuje, proučava i analizira već postojeće podatke. Pri prezentaciji podataka korištene su znanstvene metode analize, klasifikacije i deskripcije.

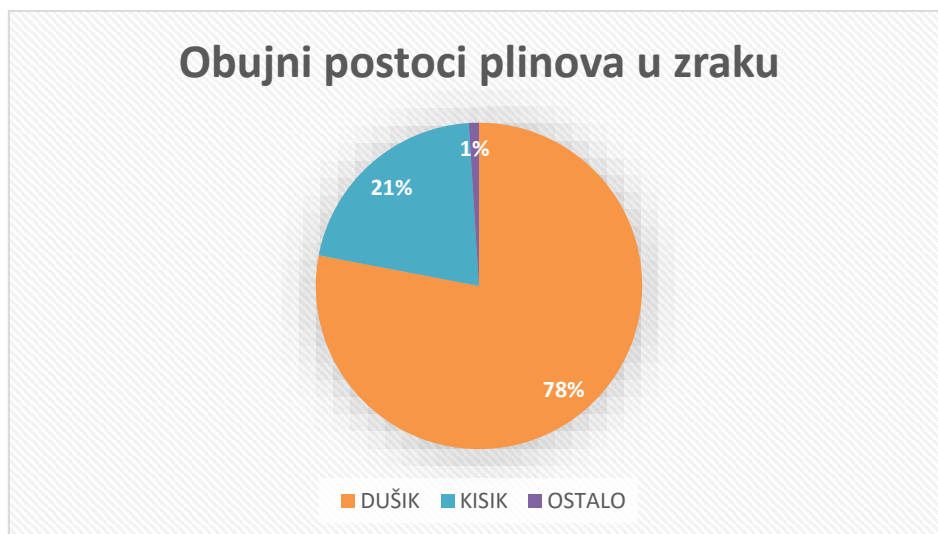
## 2. OSNOVE GORENJA

Vatra je samostalno gorenje, koje je namjerno postavljeno tako da proizvodi korisne učinke i koje je kontrolirano svojim opsegom u vremenu i prostoru. Gorjeti znači biti podvrgnut izgaranju, dok izgaranje definiramo kao pojavu oslobađanja topline neke tvari pomoću druge tvari, koja pomaže izgaranje, načelno uz pojavu plamena i/ili žara i/ili dima. Gorenjem, dakle, nazivamo fizikalno-kemijski proces, za kojeg su značajna tri popratna elementa: kemijska promjena tvari, oslobađanje topline, oslobađanje svjetla. Shematskim prikazom 1 je prikazan razvoj požara.



Shematski prikaz 1 - Razvoj požara [1]

Da bi došlo do gorenja vatre, potrebna je goriva tvar, zrak, odnosno kisik u udjelu od 15 do 17% te temperatura paljenja. Tvari se međusobno razlikuju prema svojim svojstvima, odnosno u izgledu, boji, topljivosti, okusu, prozirnosti, tvrdoći, ponašanju u plamenu i slično. S vatrogasnog stajališta, tvari se dijele u dvije skupine, na gorive i negorive. Gorive tvari su one, koje se pod normalnim uvjetima i na određenoj povišenoj temperaturi zapale i zatim dalje gore. Negorive su tvari one, koje se u normalnim uvjetima neće zapaliti, ni kada su izložene djelovanju povišene temperature. Gorenje se najčešće odvija u atmosferi zraka, pri čemu se, kao oksidans, pojavljuje kisik iz zraka. Kisik je temeljna tvar za gorenje, plin bez boje, okusa i mirisa, ne gori, ali podržava gorenje i najrašireniji je kemijski element u prirodi. U slobodnom stanju nalazi se u sastavu zraka, (21%), a u vezanom stanju kisika ima u vodi (89%) i u raznim spojevima, tzv. oksidima. U zraku se u obujnim postocima nalazi dušik (78%), kisik (21%), ostali plinovi poput ugljika, vodika i slično (1%), što je prikazano grafičkim prikazom 1. [1]



Grafički prikaz 1 - Obujni postoci plinova u zraku [1]

Proces gorenja može se razvijati u kraćem ili dužem vremenskom roku. Brzina gorenja ovisi o brzini spajanja gorive tvari s kisikom, odnosno o brzini oksidacije. S obzirom na to razlikuje se :

- tiha oksidacija
- burna oksidacija (obično gorenje)
- eksplozija

**Tiha ili mirna oksidacija** je polagano spajanje tvari s kisikom, bez pojave topline i svjetlosti, poput korozije, truljenja i slično, mjereno mjesecima ili godinama.

**Burna oksidacija ili obično gorenje** je proces oksidacije koja se odvija brzo, u izvjesnom vremenu, uz pojavu topline i svjetlosti, koju daje plamen, poput gorenja drveta, plina i slično, mjereno satima ili danima.

**Eksplorzija** je vrlo burno spajanje s kisikom, odnosno oksidacija koja se odvija trenutno. Prilikom eksplozije pojavi se vatra, odnosno bljesak, uz razvijanje velike količine topline, popraćena pojavom zvuka, a mjerena je dijelovima sekunde. Eksplozivne smjese mogu tvoriti gorive tvari u sva tri agregatna stanja, ukoliko su dobro pomiješani sa zrakom, odnosno kisikom. To su zapaljivi plinovi, pare zapaljivih tekućina i zapaljive prašine. Materijali koji mogu eksplodirati su :

- krute tvari (eksplozivi i pirotehničke smjese)
- tekuće tvari (nitroglicerín)
- pare zapaljivih tekućina i zapaljivih plinova (benzin, alkohol, acitelen i sl.)
- prašine nekih krutih tvari (drvo, pluto, brašno, šećer i sl.)

## 2.1. Produkti oksidacije

Pri oksidaciji tvari stvaraju se novi kemijski spojevi, tzv. produkti oksidacije. Izgaranje je proces oksidacije, a pri izgaranju dolaze kao produkti izgaranja, oksidi. Ugljik, koji je u sastavu svih organskih tvari, stvara dva štetna oksida :

- ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ )
- ugljikov monoksid ( $\text{CO}$ )

Koji će se oksid stvoriti, ovisno je o količini kisika koji sudjeluje u procesu izgaranja. Kod potpunog izgaranja dolazi do potpune oksidacije gorive tvari, a kao produkt nastaje ugljikov dioksid. Kod nepotpunog izgaranja dolazi samo do djelomične oksidacije gorive tvari, a kao štetni produkt javlja se ugljikov monoksid.

**Ugljikov dioksid** je plin bez boje i mirisa, kiselkastog okusa, teži od zraka, ne gori. U bocama i vatrogasnim aparatima nalazi se pod tlakom od 56 bara (kod 20 °C) u tekućem stanju. Ugljikov dioksid nije otrovan ali je opasan i zagušljiv plin. Opasnost od ugušenja prijete kod gašenja požara. U prirodi ispunjava spilje, javlja se prilikom kopanja bunara, vrenja mošta u podrumima i često se ljudi uguše zbog prisutnosti

CO<sub>2</sub>. U koncentracijama 3 - 10% pojavljuju se simptomi gušenja (brže disanje), a kod koncentracija 25 - 30% uzrokuje smrt.

**Ugljikov monoksid** je plin bez boje i mirisa, zapaljiv, eksplozivan te vrlo otrovan. Lako se veže na hemoglobin, te tako onemogućuje vezivanje kisika na isti. Koncentracija ovog plina do 0,1% u zraku već predstavlja ozbiljnu opasnost po život, a koncentracija od primjerice 0,23% uz izlaganje od 15 minuta uzrokuje smrt. Opasnost od trovanja postoji u metalurgiji, garažama, prilikom gašenja požara u zatvorenom prostoru i slično. Za zaštitu potrebno je koristiti zaštitnu masku ili, još bolje, izolacijski aparat.

## 2.2. Toplina i temperatura

Toplina je oblik energije i u neposrednoj je vezi s kretanjem atoma i molekula. Kad se dva tijela dodiruju, a jedno je toplije od drugog, s vremenom se hladnije tijelo zagrijava, a toplije hladi, što traje sve do trenutka kad stupnjevi zagrijanosti obaju tijela izjednače, odnosno, toplina prelazi s toplijeg na hladnije tijelo, sve dok se temperature tijela ne izjednače. Da bi toplina mogla prolaziti s jednog mjesta na drugo ili prelaziti s tijela na tijelo, mora postojati razlika u temperaturama tih mjesta ili tijela. Prijenos topline je značajna pojava, na koju vatrogasci često moraju na vrijeme reagirati. Prijenos topline može se obavljati na tri načina :

- vođenjem ili kondukcijom (prolaz topline kroz krute tvari poput pegle)
- strujanjem ili konvekcijom (prijelaz topline pomoću tekućine ili zraka)
- zračenjem ili radijacijom (prijelaz topline putem toplinskih zraka, npr. žarulja)

Temperatura je stupanj zagrijanosti tijela, a predstavlja ju kretanje čestica, odnosno molekula atoma u njima. Temperatura je mjera za toplinsko stanje tvari. Temperatura samozapaljenja je ona temperatura na koju treba zagrijati neku tvar u prisustvu zraka, da se ona upali bez vanjskog izvora pripaljivanja. Temperatura paljenja je najniža temperatura tvari na kojoj se, uslijed djelovanja toplinske energije, ta tvar zapali. Temperatura paljenja može se postići na razne načine. Ti načini nastajanja topline, nazivaju se uzročnici požara, a mogu biti toplinski, kemijski, električni i mehanički. Toplinski uzročnici požara mogu nastati direktnim dodiranjem i eksplozijom, kemijski uzročnici požara mogu nastati kemijskim reakcijama, samo zagrijavanjem i samozapaljenjem, električni uzročnici požara mogu nastati

elektricitetom, statičkim elektricitetom te udarom groma, dok mehanički uzročnici požara mogu nastati trenjem, udarom te tlakom. [2]

## **2.3. Gorenje zapaljivih tvari prema agregatnom stanju**

### **2.3.1. Gorenje zapaljivih plinova**

Kemijski proces gorenja tvari, koje su u plinovitom stanju, je najjednostavniji. Gorivi plin potrebno je samo pomiješati s potrebnom količinom kisika, odnosno zraka, pa tu smjesu ugrijati na temperaturu paljenja, gdje će se smjesa zapaliti i gorjeti plamenom. Kad neki plin gori, njegove se molekule izravno spajaju s molekulama kisika iz zraka i u tom se procesu oslobađa toplina, koja gorivu smjesu podržava iznad temperature paljenja i zagrije je na visoku temperaturu.

### **2.3.2. Gorenje zapaljivih tekućina**

Tekućine su tvari koje imaju svoj obujam, ali poprimaju oblik posude u kojoj se nalaze. Zapaljive tekućine zapravo ne gore već ih prethodno treba pretvoriti u stanje para, a pare zatim dovesti do gorenja. Taj prijelaz, iz tekućeg agregatnog stanja u stanje para nazivamo isparavanje. Uvjetovano različitim čimbenicima, to isparavanje može biti brže i polaganije. Tijekom isparavanja, tekućina samo na svojoj površini prelazi u stanje para. No, kada tekućina vrije, onda ona prelazi u stanje para ne samo na svojoj površini, već i u unutrašnjosti same tekućine. Zbog toga se, tijekom vrenja, iz unutrašnjosti tekućine dižu mjehurići i pare koje izlaze iz nje. Temperaturu na kojoj se to zbiva nazivamo vrelištem dotične tekućine. Temperatura tekućine kod koje se, nad njezinom površinom, razvije dovoljna količina para, koje se mogu upaliti, naziva se plamištem. Dakle, plamište možemo definirati kao najnižu temperaturu na koju treba zagrijati zapaljivu tekućinu, kako bi se iznad njene površine stvorila takva smjesa koja se može upaliti vanjskim izvorom topline. Plamište neke zapaljive tekućine vrlo je bitan podatak, te se prema njemu ocjenjuje opasnost dotične tekućine u odnosu s vatrom. Što je plamište niže, to je tekućina opasnija glede zapaljenja, pa je tako potreban i veći oprez prilikom rukovanja dotičnom tekućinom. U tablici 1 prikazano je nekoliko primjera plamišta češće korištenih zapaljivih tekućina.



Tablica 1 – Plamišta češće korištenih zapaljivih tekućina [3]

ZAPALJIVA TEKUĆINA	PLAMIŠTE (°C)
<i>ETER</i>	- 40
<i>SUMPOROUGLJIK</i>	- 20
<i>ACETON</i>	- 17
<i>LAKI BENZINI</i>	- 10
<i>ETILNI BENZEN</i>	- 8
<i>ALKOHOL</i>	11
<i>PETROLEJ</i>	40
<i>STROJNO ULJE</i>	150 - 170
<i>LANENO ULJE</i>	150 - 350

### 2.3.3. Gorenje krutih tvari

Gorenju krutih tvari prethodi niz fizikalno-kemijskih promjena, kao što su suha destilacija, taljenje, isparavanje, zagrijavanje i slično. Tijekom gorenja, jedan dio tvari izdvaja se u stanju plina ili pare, što izgara plamenom, a ostatak krute tvari žarom. Ostatak gorenja krutina je pepeo, kojeg sačinjavaju oksidi, mineralne soli i slični sastojci, koji ne mogu do kraja izgarati. Specifično je za krutine da mogu izgarati slično kao plinovi i pare i to uz eksploziju, ako su u obliku čestica uzvitlanih u zraku. [3]

### 3. GAŠENJE POŽARA

Gašenje požara podrazumijeva sve radnje koje je potrebno poduzeti kako bi se požar mogao uspješno obuzdati i svladati. Da bi gašenje bilo uspješno potrebno je ukloniti jedan od elemenata iz požarnog trokuta. Na tom načelu temelje se metode gašenja požara. Uobičajena sredstva za gašenje su voda, vatrogasni prah i pjena, CO<sub>2</sub>, haloni i priručna sredstva (deka, pijesak i slično). Načela gašenja su :

- odstranjivanje gorive tvari (ukloni se goriva tvar)
- ugušivanje, odnosno prekid dovoda kisika požaru
- hlađenje, odnosno smanjivanje temperature gorive tvari
- antikatalitički, odnosno djelovati na kemijsku reakciju požara.

Općenito načelo glasi da se požari sa žarom trebaju hladiti, a požari sa plamenom gušiti.

Požari se razlikuju prema mjestu nastanka, vrsti materijala koji gori, obujmu, fazi razvoja, itd. Prema mjestu nastanka dijelimo ih na unutrašnje i vanjske, a kada ih dijelimo prema vrsti gorive materije, prema europskoj klasifikaciji, požari se svrstavaju u pet klasa : **A, B, C, D i F**.

- **Požari klase A** su požari krutih materijala koji sagorijevaju plamenom i žarom, npr. drvo, papir, tkanine, itd. Takve požare najčešće gasimo vodom.
- **Požari klase B** su požari zapaljivih tekućina koje se ne miješaju sa vodom, npr. naftni derivati, razrjeđivači, boje, itd. Njih gasimo pjenom, prahom, ili ugljičnim dioksidom.
- **Požari klase C** su požari gorivih plinova, npr. metan, propan, butan, acetilen, itd.. Gase se prahom i ugljičnim dioksidom.
- **Požari klase D** su požari lakih metala, kao što su aluminij, magnezij, te njihove legure. Za gašenje se koriste samo suha sredstva ( posebne vrste praha, suhi kvarcni pijesak, strugotina sivog lijeva).
- **Požari klase F** su požari biljnih i životinjskih ulja i masnoća kao što su ulja i masti iz friteza i slično.

Po europskoj normi EN2, ranije je bila predviđena i klasa požara E. Ona je vrijedila za požare u električnim instalacijama slabe struje (do 1000 volti). Međutim, ta

norma je odbačena, tako da se svi vatrogasni aparati mogu koristiti kod instalacija slabe struje, sve dok se poštuje najmanja propisana sigurnosna udaljenost navedena na vatrogasnom aparatu. [4]

Prilikom gašenja požara, osim na klasu požara prema kojoj je potrebno koristiti određena sredstva za gašenje, nužno je i obratiti pozornost na ostale okolnosti. Najviše pažnje je potrebno posvetiti kod gašenja požara vodom, jer je voda dobar vodič električne struje, pa stoga se ne smije koristiti za gašenje požara električnih instalacija ili u blizini električnih instalacija. Isto tako, vodom se ne smiju gasiti požari lakih metala te požari klasa B. Priručna sredstva za gašenje požara su pijesak, zemlja, pokrivači i sve ostalo što se može naći pri ruci. Prije gašenja požara potrebno je, radi vlastite sigurnosti i sigurnosti svih ostalih, poduzeti određene mjere :

1. Isključiti električnu struju isključenjem glavne sklopke u razvodnom ormaru ili pritiskom na glavno protupožarno tipkalo.
2. Zaustaviti dotok gorive tvari do požara.
3. Koristiti dostupna osobna zaštitna sredstva.
4. U slučaju da se jave smetnje kod disanja odmah napustiti ugroženo područje.
5. Pružiti prvu pomoć ozlijeđenim osobama.

### **3.1. Efekti i poddefekti gašenja požara**

Postupak gašenja je, u odnosu na tvarne ili materijalne termodinamičke i kinetičke uvjete, još mnogo složeniji nego nesmetani postupak gorenja. Zbog toga je preporučljivo da se sredstvo za gašenje "raščlani" na pojedinačne efekte, i pod efekte koji se, u suštini, pojavljuju uz znatno ili potpuno sprečavanje uvjeta gorenja. Mora se paziti na činjenicu, da pojedine grupe sredstava za gašenje ne razvijaju samo jednostrane efekte, koji su karakteristični jedino za tu, određenu vrstu, sredstava za gašenje, jer skoro nijedno sredstvo ne razvija samo jedan čist efekt, a pogotovo ne samo jedan poddefekt. Četiri glavna efekta gašenja su :

- efekt razrjeđivanja,
- efekt hlađenja,
- efekt gušenja,
- antikatalitički efekt.

### **3.1.1. Efekt razrjeđivanja**

Pod efektom razrjeđivanja podrazumijeva se, ne samo doslovno razrjeđivanje, nego i odstranjivanje većih ili manjih količina gorivih tvari iz prostora reakcije gorenja. Razvijanje ovog efekta ne postiže se, što je sasvim normalno, upotrebom sredstva za gašenje. Ipak, postoje različiti slučajevi vatrogasnih mjera koji izazivaju ovaj efekt. Ovdje, primjerice, pripada oduzimanje gorive tekućine iz tanka koji se zapalio i razrjeđivanje goriva s vodom ili miješanje tekućine pomoću većih količina vode. Pod ovaj efekt može se svrstati, također, i gašenje požara na bušotinama zemnog plina ili zemnog ulja otkidanjem plamena pomoću eksplozija.

### **3.1.2. Efekt hlađenja**

Ako se za gašenje primjenjuje sredstvo koje u požaru razvija efekt hlađenja, odnosno oduzima toplinu iz požara, tada nije potrebno aplicirati u požaru onoliko sredstava koliko bi odgovaralo ukupno razvijenoj toplini iz gorive materije, u odnosu na količinu koju može "uzeti" sredstvo za gašenje, vezano sa latentnom toplinom isparavanja li latentnom toplinom sublimacije odriješenog sredstva za gašenje.

### **3.1.3. Efekt gušenja**

Efekt gušenja se razvija na taj način, što vatrogasno sredstvo u obliku "oblaka" plina, pare, magle ili prašine, a pod izvjesnim okolnostima, kao kora ili sloj pjene, omotava gorivu tvar i time u cijelosti ili djelomično "oduzima" kisik razrjeđivanjem ili sprječava pristup kisika iz zraka. Uspjeh gašenja ovisi i, kod primjene ugušujućeg sredstva za gašenje, od količine vatrogasnog sredstva pridonesenog u jedinici vremena. Pored toga je mogućnost "ostajanja" vatrogasnog sredstva na objektu gašenja vrlo važna. Jedan ugušujući vatrogasni "oblak", kojeg plinovi plamena brzo zapljuskujući izbace, može imati, u najboljem slučaju, uzgredno djelovanje.

Vrlo je čest princip shvaćanja u vatrogastvu da se požari s plamenom moraju ugušiti, a požari sa žarom hladiti. Ovaj jednostavni princip nije uvijek primjenljiv. Mineralna ulja koja gore izrazito plamteći, a imaju visoko vrelište, pri upotrebi pjene njome se najprije hlade i time gase, ali uz dopunski efekt gušenja. Osim toga mogu

se pogasiti plamteći požari i pomoću antikatalitičkog efekta, što se odnosi i na požare sa žarom.

#### **3.1.4. Antikatalitički efekt**

Kod antikatalitičkog efekta treba razlikovati efekt inhibicije od efekta intoksikacije. Homogeni efekt inhibicije nastupa ako vatrogasno sredstvo, odnosno produkti termičkog raspada i cijepanja kod homogenih reakcija isparavanja djeluju kao negativni katalizator na proces gorenja. Heterogena inhibicija pri ugušenju plamena nastaje djelovanjem strane mase, odnosno čestica sredstva za gašenje. Heterogena inhibicija je vatrogasni efekt koji povećava djelovanje pri gašenju vodenom maglom, prahom za suho gašenje i ugljičnim dioksidom u obliku aerosola. Efekt intoksikacije sastoji se u "zaražavanju" kontakata, a na neki način može biti samo kao onečišćenje ili kao slučajno prisutna kruta faza čestica gorive materije i kisika. Ukoliko se taj kontakt ostvari sa česticom sredstva za gašenje, gorenje će se na tom "lancu" prekinuti uz pretpostavku velikog broja čestica sredstva za gašenje u fazi gorenja moguće je shvatiti da dođe do prekida gorenja. [5]

## 4. VATROGASNA SREDSTVA

Sredstva za gašenje su sistemi, koji u požaru razvijaju jedno ili više prethodno opisanih efekata gašenja. Ili, pobliže, ovi su sistemi dijelom plinovite ili tekuće čiste faze ili mješovite faze, dijelom višefazni koloidni sistemi. Oni se pomoću vatrogasnih sprava i opreme (proizvedeni kao preparati uobičajeni u trgovini) unose pomoću kinetičke energije u požar.

U vatrogasnoj tehnici je uobičajena upotreba govora, koja strogo ne pravi razliku između vatrogasnih sredstava kao djelotvornih sistema na zgarištu i preparata iz kojih se proizvode ovi sistemi. To je recimo pod tlakom otopljeni CO<sub>2</sub> trgovački preparat iz kojeg se proizvodi vatrogasno sredstvo CO<sub>2</sub>-plin ili CO<sub>2</sub>-snijeg (aerosol). Isto tako je vodena otopina NaHCO<sub>3</sub> i saponin u kombinaciji sa otopinom jedne kisele soli preparat iz kojeg se proizvodi vatrogasno sredstvo, naime pjena.

I voda se mora označiti kao preparat iz kojeg se “proizvode” sredstva za gašenje, primjerice vodena magla i raspršena voda. Ako bi se primjerice moralo dokazivati da je odlučujući efekt pri gašenju raspršenom vodom heterogena inhibicija, a pri gašenju vodenom maglom hlađenje, tada bi teško bilo je jednostavno govoriti o vodi kao sredstvu za gašenje. Pri razradi svojstava sredstava za gašenje uzet će se za osnovu princip podjele koji spaja sredstva po njihovoj djelotvornosti uglavnom preferirajući efekte gašenja pred ostalim svojstvima koji govore o sličnostima ili pak razlikama sredstava. Ovaj princip podjele nije manje važnosti, ali je ipak prihvatljiviji nego jednostavna podjela po agregatnim stanjima.

Navode se primjeri sredstava za gašenje prema pripadnosti odriješenim grupama prema efektima gašenja. Sredstva koja pretežno djeluju rashlađujuće spadaju vodu, voda za prskanje i druga tekuća vatrogasna sredstva, ukoliko ona, kao primjerice halogeni ugljikovodici, ne razvijaju neki drugi dominantniji efekt gašenja.

Sredstva koja djeluju ugušujuće su prvenstveno :

- vodena para
- CO<sub>2</sub>
- i djelomično prah za gašenje.

Pored glavnog efekta gotovo sva sredstva za gašenje imaju i dopunske pod efekte gašenja. Prema ukupnom broju efekata jednog sredstva za gašenje može se razlikovati mono, bi i tri funkcionalna sredstva. Broj djelotvornosti efekata ne govori dovoljno o stvarnoj djelotvornosti gašenja ali govori o "širini" primjena. Tako primjerice halon  $\text{ClBrCH}_2$  ( mono klor, mono brom-metan) ima izvanrednu sposobnost gašenja, ali širina primjene nije velika. Za razliku od navedenog sredstva, pjena recimo, nema takvu efektivnost, ali njena polifunkcionalnost koja osigurava njenu primjenu kod požara zapaljivih tekućina, požara mnogih krutina i slično daje pravu vrijednost toga sredstva. [5]

#### **4.1. Voda**

Najraširenije sredstvo za gašenje požara u svijetu je voda. Što zbog njene dostupnosti tako i zbog cijene u odnosu na druga sredstva za gašenje požara. U principu, voda djeluje na požar rashlađujuće. Dakle, voda oduzima toplinu požaru čime prekida proces gorenja. Voda će isparavanjem smanjiti i količinu kisika na mjestu gorenja te izazvati dodatni efekat gušenja požara. Voda je najefikasnija za gašenje požara materijala koji sagorijevaju žarom kao što su drvo, ugljen, papir, karton i slično. Važno je znati da se ne preporučuje gašenje vodom požara naftnih derivata, boja, masti, lakova a to iz razloga što oni mogu biti lakši od vode te će doći do fizičke disperzije odnosno širenja zapaljenih dijelova materijala. Također, vodom se ne gase požari na metalima koji mogu burno reagirati s njom i izazvati eksploziju. Vodom se ne gase požari na elektro instalacijama i uređajima. Voda se, u industrijskim i drugim objektima, kao sredstvo namijenjeno za gašenje požara, obično nalazi u tri oblika i to u hidrantskoj mreži i u posebnim spremnicima aparatima za gašenje požara vodom te u sprinklerima. Kako bi se spriječilo smrzavanje vode tokom zimskog perioda, obično se vodi dodaju određeni aditivi. [6]

Veću efikasnost kod gašenja požara voda će imati ako je raspršena u vidu sitnih kapljica kao kod spreja, a ujedno time će se spriječiti disperzija određenih materijala.

Dobre osobine vode, kao sredstva za gašenje su: veliki resursi, rasprostranjenost, vrlo je jeftina, neškodljiva je, jednostavno se primjenjuje, lako se transportira, veže na sebe velike količine topline uz brzi učinak gašenja. Loše

osobine vode, s obzirom na primjenu u gašenju požara su te što provodi električnu energiju, stupa u kemijsku reakciju s nekim tvarima ( npr. kalcijev karbid) i stvara mogućnost eksplozije, zimi se smrzava, pri visokim temperaturama raspada se na vodik i kisik, stvarajući eksplozivan plin praskavac, ne mogu se gasiti zapaljive tekućine lakše od vode, uništava stvari koje su osjetljive na vodu (parket, knjige, gips, novac i dr.), vodom se ne smiju gasiti požari klase "D", laki metali zbog razlaganja vode na vodik i kisik.

## 4.2. Pjena

Pjena služi ponajprije za gašenje požara zapaljivih tekućina kao što su benzin, ulje, alkohol, i dr., koje se zasnivaju na ugušivanju plamena, sprječavanju izlaska plinova, ohlađivanju materijala i otežavanju dizanja pare zapaljivih tekućina. Osobito je učinkovita kod razlivenih zapaljivih tekućina. Pjena se koristi i kao prekrivač te vrlo dobar izolator naročito ako se osigura da se lijepi po vertikalnim stjenkama. Pri tome valja imati na umu da je potrebno mlaz pjene dobro usmjeriti prema ciljanom mjestu pazeći da je vjetar ne raznosi.

Pjena se dobiva miješanjem vode i pjenila čime se dobiva otopina u koju mehaničkim putem uvlačimo ili uguravamo zrak, pri čemu se otopina opjenjuje uz stvaranje bezbrojnih mjehurića. Takva pjena sastavljena od mješavine zraka i vode u kojoj je otopljeno pjenilo nazivamo zračna ili mehanička pjena. Količina ubačenog zraka može se prilagoditi, pa se dobiva teža ili lakša pjena. Manjom količinom zraka dobiva se teža pjena, a s većom količinom zraka laganija pjena.

Pjene se razlikuju i po ekspanziji. Omjer konačnog obujma pjene i izvornog obujma otopine vode i pjenila prije dodatka zraka naziva se broj opjenjena ili ekspanzijski broj ili ekspanzija.

Ovisno o broju opjenjenja razlikujemo tri vrste pjene, a to su:

- Teška pjena – s faktorom opjenjenja od 1 do 20
- Srednje teška pjena – s faktorom opjenjenja od 20 do 200
- Laka pjena – s faktorom opjenjenja od 200 do 1000.

Na slici 1 prikazana je funkcija pjene kod gašenja požara.





Slika 1 - Prikaz funkcije pjene [7]

### 4.3. Ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>)

Ugljikov dioksid je plin bez boje i mirisa, kiselkastog je okusa, teži od zraka i ne gori. Nije otrovan al je opasan, jer spada u plinove zagušljivce. Gasi požar gušenjem plamena, a ako je u čvrstom stanju (suhi led), tada i ohlađivanjem. Koristi se u zatvorenim prostorima, najčešće za požare na električnim instalacijama i pri gašenju manjih početnih požara razreda B i C, a dolazi ukapljen u čeličnim bocama ili pothlađen u velikim spremnicima. Prilikom gašenja požara razreda A potrebno je obratiti pozornost na mogućnost povrata plamena jer ugljikov dioksid ima vrlo mali učinak hlađenja žara. Primjenjuje se i za gašenje u laboratorijima, bankama, muzejima pomoću aparata i stabilnih sustava. Prednost ugljikovog dioksida je da se brzo se uklanja iz prostora, dok su njegovi nedostaci ti da nije učinkovit pri gašenju tinjajućih požara, zahtjeva visoki tlak skladištenja, ne gasi lake i obojane metale, povećanjem koncentracije pojavljuje se opasnost za vatrogasce i osoblje.

### 4.4. Prah

Prah je kruto sredstvo koje za razliku od gašenja požara vodom ne stvara štetu. Primjenjuje se za sve razrede požara, ali se ne preporučuje za gašenje električnih uređaja. Ponajprije se koristi za gašenje početnih požara aparatima koji imaju domet od 3 do 10 metara, ali se također koristi i pomoću bacača kojima je domet do 50 metara s vozila koja sadrže do 12 tona praha. Na zrakoplovima se požari također mogu gasiti i s prahom ali u kombinaciji s pjenom. Svoju primjenu prah

nalazi i kod objekata od posebnog interesa, muzejima, bankama, i na motornim vozilima.

#### **4.5. Haloni**

Halogenizirani ugljikovodici, tzv. haloni su sredstva koja su se primjenjivala dugi niz godina. Haloni imaju jako veliku moć gašenja i pogodni su za korištenje gdje se ne mogu koristiti sredstva za gašenje poput vode, pjene, praha i ugljičnog dioksida. U istraživanjima se nastojalo fokusirati na neke karakteristike halona, kao što su da oni budu neotrovni, neškodljivi prema tvari koja se gasi, da u dodiru s plamenom budu otporni i da ne stvaraju štetne posljedice, da imaju veliku moć gašenja i da kao sredstvo odgovaraju potrebi gašenja posebnih klasa požara. U tome se i uspjelo. Od poznatijih najviše se koriste :

- bromklordifluormetan 1211 BCF
- bromtrifluormetan 1301 BTM
- dibromtetrafluoretan 2402 TDE

Požari, koji se isključivo gase halonima jesu požari elektronske tehnike. Također, haloni, svoju veliku primjenu nalaze kod svih stabilnih protupožarnih postrojenja gdje se traži velika učinkovitost gašenja.

Osnovni i jedini učinak gašenja halonom je antikatalitički ili inhibitorno djelovanje na plamen, pri čemu se usporava i prekidaju lančane reakcije u procesu gorenja. Radi izrazito štetnog djelovanja na ozonski sloj stvarajući tzv. "ozonske rupe", proizvodnja halona je zabranjena protokolom iz 1994. godine, ali njihova uporaba je još moguća, kako bi se omogućilo održavanje postojećih sustava. U svijetu su se nova zamjenska sredstva za halone, koja u svom sastavu ne sadrže klor i brom poznata pod trgovačkim nazivima :

- halotron (zamjenjuje 1211 u ručnim vatrogasnim aparatima)
- FM-200 (zamjenjuje 1301 u stabilnim sustavima)
- Inergen (zamjenjuje 1301 po sastavu 52%N+40%Ar+8%CO<sub>2</sub>), ekološki najprihvatljiviji , ali po učinku gašenja najboljši.

#### **4.6. Priručna sredstva za gašenje**

Priručno sredstvo je svako ono sredstvo koje brzo i djelotvorno može ugasiti početni požar. Gašenje se zasniva na pokrivanju i ugušivanju. Najčešće je to pijesak,

koji pri gašenju mora biti suh, što znači da ne smije biti izložen padavinama što uvjetuje držanje u zatvorenim limenim sanducima. Da se pijesak ne bi grušao zbog smrzavanja dodaje mu se mala količina kalcij-klorida. Pijesak ima ugušujuće djelovanje, naime smanjuje pristup kisika gorivoj tvari. Najčešće se rabi pri požaru klase D kod početnih požara klase B. Pokrivači se također rabe kao priručno sredstvo. Izrađeni su najčešće od vune koja se ubraja u teško gorive tvari. Djelovanje pokrivača je ugušujuće jer svojom primjenom prekidaju dotok kisika gorivoj tvari. Najčešće se rabe pri gašenju požara osobe. [7]

## 5. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA I APARATI ZA GAŠENJE POŽARA

Osobnim zaštitnim sredstvima i opremom smatraju se naprave, uređaji, odjeća i obuća što se koriste pri radu za zaštitu od štetnih utjecaja radne okoline. Štetnim utjecajima radne okoline, koji ugrožavaju život i zdravlje radnika na radu, smatraju se dimovi, magle, plinovi i pare, nedovoljno kisika za disanje, otrovne, nagrizajuće ili zapaljive tvari, prejako svjetlo, razna zračenja, vrući ili hladni predmeti, buka, vibracije, oštri i šiljasti predmeti, električna struja i slično.

Osobna zaštitna sredstva smiju se koristiti kad postoje neposredne opasnosti od ozljeda i zdravstvenih oštećenja, a tehničkim se mjerama zaštite te opasnosti ne mogu otkloniti ili bi to zahtijevalo nerazmjerno velike troškove. Koja će se osobna zaštitna sredstva ili oprema primijeniti pri obavljanju određenog posla ovisi o izvorima i vrsti opasnosti. Radnici su dužni da osobna zaštitna sredstva upotrebljavaju samo za svrhe kojima su namijenjena, te da ih održavaju u ispravnom stanju i čuvaju od oštećenja. Osobna zaštitna vatrogasna sredstva i oprema dijele se ovisno o dijelovima tijela koja štite na :

- sredstva za zaštitu glave
- sredstva za zaštitu očiju i lica
- sredstva za zaštitu sluha
- sredstva za zaštitu dišnih organa
- sredstva za zaštitu ruku
- sredstva za zaštitu tijela (trupa)
- sredstva za zaštitu nogu [8]

Specificirano, osobna vatrogasna oprema obuhvaća :

- zaštitna odjeća za vatrogasce,
- zaštitna odjeća za gašenje požara na otvorenom prostoru,
- zaštitna vatrogasna podkapa,
- obuća za vatrogasce,
- zaštitne vatrogasne rukavice,
- zaštitna vatrogasna kaciga, štitnici lica i viziri,
- zaštitna kaciga za požare na otvorenom prostoru,
- maska za cijelo lice,

- polu maska ili četvrt maska,
- zaštitni pojas za vatrogasce,
- zaštitne vatrogasne naočale,
- rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika.

Izgled svakog vatrogasca, njegov nastup u javnosti, a posebno njegova vatrogasna odora značajno utječe na stvaranje slike i ugleda ukupne vatrogasne organizacije. Radnu vatrogasnu odoru, koja se sastoji iz plave bluze, hlača i kape, te crnih cipela (za mladež tenisice), nosi se kada se boravi u vatrogasnom domu, na dežurstvima, natjecanjima i slično. Svečanu vatrogasnu odoru nose odrasli članovi vatrogasne postrojbe i dobrovoljnog vatrogasnog društva na svečanim prigodama, primjerice na vatrogasnim skupštinama, javnim nastupima i slično.

Na vatrogasnim intervencijama nosi se preko radne vatrogasne odore interventna vatrogasna odora, koja pokriva cijelo tijelo i pruža znatno bolju zaštitu. Stoga je na vatrogasnim intervencijama vatrogasac dužan nositi interventnu vatrogasnu odoru, odnosno osobnu zaštitnu opremu koja se sastoji iz bluze, hlača i rukavica za zaštitu od toplinskog isijavanja, kožnih zaštitnih čizama s ojačanom potplatom, zaštitne vatrogasne kacige, zaštitnog opasača tipa "A" s priborom, te zaštitne maske. Na slici 2 prikazan je primjer vatrogasnog odijela.



Slika 2 - FR3 FireHorse odijelo za vatrogasce Lenzing FR® [9]

Ukoliko se vatrogasna intervencija ne može obaviti s postojećom osobnom vatrogasnom opremom, koristi se dodatna (skupna) osobna oprema kao što su razna odijela za zaštitu od visokih temperatura i opasnih tvari, eksplozimetri i detektori, penjačko i radno uže, te izolacijski aparati. U nastavku slijedi kratak opis vatrogasne opreme profesionalnih vatrogasnih postrojbi Republike Hrvatske.

### **5.1. Ručni vatrogasni aparati**

Pod pojmom ručni aparati za gašenje požara podrazumijevaju se aparati koji se rabe za gašenje početnih i malih, te zaostalih požara. Pod pojmom ručni vatrogasni aparati podrazumijevaju se također aparati koji se mogu nositi i ručno aktivirati, a ne smiju biti teži od 20 kg (izuzetak brentače i naprtnjače). Vatrogasni aparati sadrže sredstvo za gašenje koje se pod unutarnjim pritiskom izbacuje na žarište požara iz spremnika aparata. Unutarnji tlak može se postići trajnim tlakom u spremniku ili uzbudnim (pogonskim) plinom iz bočice.

Ručne vatrogasne aparate, ovisno o vrsti i sadržaju sredstva za gašenje, te načinu aktiviranja dijele na :

- vatrogasne aparate pod stalnim tlakom (uzbudni plin zajedno sa sredstvom za gašenje pod stalnim tlakom)
- vatrogasne aparate s bočicom (radni tlak se stvara i izbacuje sredstva za gašenje uzbudnim plinom iz bočice u trenutku aktiviranja aparata)
- vatrogasne aparate s plinovitim sredstvom za gašenje (sredstvo za gašenje ujedno i uzbudni plin)

Vatrogasni aparati su crvene boje i moraju imati trajni natpis. Natpis mora biti vidljiv i kada je vatrogasni aparat postavljen, a mora sadržavati :

- riječ "Vatrogasni aparat" s oznakom tipa i nazivnom količinom punjenja
- uputu za rukovanje (sa skicom) te slikovnim prikazom požarnih klasa za koje je vatrogasni aparat primjenjiv
- upute o opasnosti (toksičnosti i gašenju požara električnih instalacija)
- uputu o servisiranju nakon svake uporabe, opće upute za servisiranje i preglede, temperaturno područje primjene, vrsta sredstva za gašenje i uzbudnog plina (ako postoji), vrijeme pražnjenja, broj uvjerenja i izrade sukladno normi, te tip aparata

- podatke proizvođača, odnosno naziv i adresa proizvođača

Uz opću naljepnicu aparat sadrži servisne naljepnice o izvršenom periodičnom i kontrolnom ispitivanju, te podatke o neto i bruto masi. Mjesto gdje stoji vatrogasni aparat mora biti označeno crvenom oznakom na kojoj je prikazan vatrogasni aparat. Oznake i nazivi vatrogasnih aparata imaju značenje s obzirom na vrstu sredstva za gašenje i njihovo aktiviranje, sadržaj sredstva za gašenje te označavanje nekih posebnih karakteristika. Punjenje u vatrogasnom aparatu u većem dijelu određuje područje primjene vatrogasnog aparata.

## **5.2. Prijenosne vatrogasne motorne pumpe**

Prijenosne vatrogasne motorne pumpe namijenjene su gašenju požara i vatrogasnim intervencijama prepumpavanja vode (npr. pumpanje vode iz poplavljenih podruma). To je agregat koji se sastoji od pogonskog motora s unutarnjim izgaranjem koji pokreće centrifugalnu (rotacionu) pumpu, te postolja za prenošenje na mjesto intervencije. Sastavni su dio opreme na vatrogasnim vozilima (pretežno kombi vozilima) koja nemaju ili imaju mali kapacitet spremnika vode.

Prijenosne vatrogasne motorne pumpe se nošenjem prenose do izvora vode. Za crpljenje vode iz otvorenog izvora potrebno je aktivirati vakuum uređaj koji stvara podtlak u usisnom vodu i omogućava atmosferskom tlaku da tlači vodu do ulaza u pumpu. Nakon toga prolaskom kroz specijalno konstruirane rotorske i statorske lopatice u centrifugalnoj pumpi voda dobiva odgovarajuću energiju, koja omogućava dobavu vode na velike udaljenosti i visine, te odgovarajući domet na mlaznici. Prijenosne vatrogasne motorne pumpe razlikuju se po kapacitetu i izlaznom tlaku.

Osim standardnih, postoje i specijalne prijenosne vatrogasne motorne pumpe za zapaljive i agresivne tekućine. Prijenosne vatrogasne motorne pumpe su izuzetno važna i vrijedna vatrogasna oprema. Spremištar vatrogasne postrojbe dužan ih je redovito čistiti i održavati, kako bi u svakom trenutku bile spremne za uporabu.

## **5.3. Vatrogasna vozila**

U vatrogastvu se rabi niz vrsta vozila. Uz vatrogasna vozila kojima je osnovna namjena gašenje požara, postoji i niz drugih specijalnih vozila koja pokrivaju niz poslova koje provode vatrogasci poput spašavanja s visina. Vatrogasna vozila su crvene boje, imaju plavo rotirajuće svjetlo, zvučnu signalizaciju i moraju imati

odgovarajuće tehničke karakteristike kako bi mogla obavljati svoju funkciju poput brzine, snage i slično. Vatrogasno vozilo se sastoji iz podvozja (šasije) i nadogradnje. U pravilu vatrogasno vozilo ima spremnik za vodu, centrifugalnu pumpu i svu potrebnu opremu za vatrogasnu navalu (gašenje požara). U vatrogasna vozila ubrajaju se i specijalna i kombinirana vatrogasna vozila, koja uz vodu mogu imati spremnike za ostala sredstva za gašenje kao što su prah, pjeno i ugljični dioksid. Na slici 3 prikazan je primjer izgleda vatrogasnog vozila.



Slika 3 - Navalno vatrogasno vozilo tipa TLF 20/25-2 [10]

Uz vatrogasna vozila koja imaju prienosnu vatrogasnu motornu pumpu (bez ili do 600 l vode), ostala vatrogasna vozila imaju ugrađenu centrifugalnu pumpu. Najraširenija vatrogasna vozila u Hrvatskoj su takozvana navalna vozila (spremnik 1600 do 4000 l, vozač i 5 članova posade), te auto cisterne (spremnik preko 4000 l, vozač i 2 člana posade). Ugrađena pumpa pogoni se preko pomoćnog pogona vozila (odgona), koji se uzima iz mjenjačke kutije ili reduktora, ovisno o tome da li je vozilo konfiguracije pogona 4x2 ili 4x4. Pogon na vatrogasnim vozilima je često na sve osovine zbog specifičnih uvjeta u kojima ona djeluju. U spremnicima nadogradnje na vozilu po točno utvrđenom rasporedu razvrstana je oprema za gašenje požara. Neka vatrogasna vozila također raspolažu s vitlima za brzo gašenje i monitorima.

#### **5.4. Opskrba vodom za gašenje požara**

Vodoopskrbni sustav doprema vodu iz vodocrpilišta preko vodocrpnih stanica i vodovodne mreže do krajnjih potrošača, odnosno kućanstava i industrije. Vodoopskrbni sustav treba osigurati dovoljne količine vode za gašenje požara temeljem analize i procjene požarne ugroženosti objekata i prostora. Opskrba vodom za gašenje obavlja se sustavom cjevovoda, koji treba osigurati dovoljne količine vode obzirom na ugroženost. Radni tlak u cjevovodima za gašenje požara kreće se od 3 do 6 bar, a u poduzećima s velikim požarnim opterećenjima do 10 bar. Hidrantska



mreža je cjevovod s armaturama i elementima za opskrbu vodom vanjskih i unutarnjih hidranata, odnosno uređaja za gašenje i zaštitu od požara priključenih na hidrante. Vanjski hidranti mogu biti podzemni i nadzemni. Pretežno se postavljaju uzduž prometnica. Podzemni hidranti moraju biti obilježeni pločicama pomoću kojih se može utvrditi njegov položaj, a postavljaju se na najbliže objekte ili na posebno napravljene stupove. Udaljenost između dvaju hidranata smije iznositi najviše 80 m, a radni tlak ne smije biti manji od 2,5 bar.

Sustav unutarnje hidrantske mreže omogućuje dobavu vode za gašenje u građevinama do zidnih hidranata i ormarića. Tlak na mlaznici priključenoj na najvišem katu građevine mora iznositi najmanje 2,5 bar. Hidrantski se priključci smještaju u hodnike, prolaze, stubišta i druge putove koji su u blizini prostorija koje mogu biti ugrožene požarom. Zidni hidrantski ormarić, koji mora sadržavati mlaznicu i cijev za gašenje najmanje dužine 15 metara, postavlja se najviše na visini 1,5 metara od poda i označava se oznakom za hidrant H. U građevinama postoji uz hidrantsku mrežu, koja je stalno napunjena vodom pod tlakom ("mokra" hidrantska mreža), i "suha" hidrantska mreža, namijenjena za brzu dobavu vode iz vatrogasnih vozila na više katove. [11]

## **6. GAŠENJE POŽARA U SPECIFIČNIM UVJETIMA**

### **6.1. Električni uređaji i instalacije**

Požari na električnim uređajima i instalacijama pod naponom smiju se gasiti samo sredstvima koja ne proizvode električnu struju. U tu svrhu koristi se ugljični dioksid, suhe kemikalije (prah) i haloni. Međutim, u praksi se električni uređaj isključuje, ako je zahvaćen požarom. U tom slučaju može se koristiti i voda kao sredstvo za gašenje.

### **6.2. Zapaljive tekućine**

Požari na zapaljivim tekućinama kao što su benzin, benzol, benzen, ulja, masti, lakovi, tekuće smole, razrjeđivači, eter, alkohol i slično, gase se veoma uspješno suhim kemikalijama (prahom), pjenom i halonima, dok je uspjeh s ugljičnim dioksidom (CO<sub>2</sub>) slabiji. Kod manjih požara mogu se koristiti "puške za gašenje" koja gasi s malom količinom vode i priručna sredstva, kao što su zemlja, pijesak i slično.

### **6.3. Motorna vozila**

Na svim motornim vozilima, bilo osobnim, teretnim ili namijenjenim prijevozu putnika i raznog materijala, kao i prijevozu zapaljivih tekućina i plinova, u slučaju nastanka požara, prvenstveno se koriste vatrogasni aparati za početna gašenja požara na suhe kemikalije (prah) i halone. U iznimnim situacijama mogu se upotrebljavati i priručna sredstva za prekrivanje i ugušivanje požara, kao što su razni pokrivači, deke i slično.

### **6.4. Zapaljena osoba**

Prilikom gašenja požara na zapaljenoj osobi veoma je važno pravilno primijeniti sredstvo za gašenje. Osoba koja gasi požar mora voditi računa o osobnoj zaštiti, a zatim što brže prekriti osobu koja gori. U tu svrhu najprikladniji su pokrivači kao što su deke, kaputi i slično. Ako se koristi " puške za gašenje ", tada se može kao sredstvo za gašenje primijeniti i voda. S dva punjenja puške ( po 3 dcl vode) može se prekinuti gorenje odjeće na osobi koja je sva u plamenu. Važno je spriječiti zapaljenu osobu da bježi, jer se kretanjem pojačava gorenje. Ako vatra zahvati glavu, nužno je što prije ugasi plamen, a glavu otkriti. [8]

## 7. PRAKTIČNI PRIMJER – GAŠENJE POŽARA RASLINJA

Obzirom na geografski položaj, Republika Hrvatska ulazi u grupu mediteranskih zemalja, što uvjetuje naglašenu ugroženost od požara raslinja u priobalnom pojasu i na otocima. Međutim, ugroženost od požara dolazi do izražaja u ljetnim mjesecima te u sušnim vremenskim periodima i u kontinentalnom dijelu zemlje. Požari raslinja stvaraju znatne izravne i neizravne štete, a njihovo gašenje ponekad iziskuje angažiranje velikog materijalnog, tehničkog i kadrovskeg potencijala sustava zaštite i spašavanja. Osim toga, požari raslinja najčešće traju relativno duže vrijeme na područjima gdje ne postoji razvijena infrastruktura u vidu prometnica, vodovoda, mogućnosti komuniciranja, što zahtijeva specifičan i unaprijed isplanirani pristup.

Postoje dva kritična razdoblja povećane pojave požara na otvorenom prostoru:

1. **Proljetno** – povećani broj požara osobito je izražen zbog spaljivanja korova i ostalog biootpada zaostalog nakon čišćenja poljoprivrednih i šumskih površina
2. **Ljetno** – zbog sušnih i vrućih razdoblja, te zbog ostalih meteoroloških uvjeta poput jakog vjetrova, suhoće zraka, udara gromova i slično.

Kako bi sustav gašenja požara s obzirom na razvedenost, karakteristike i veličinu područja koje je potrebno štiti bio učinkovit, potrebno je polaziti od sljedećih načela :

- operativni sustav za gašenje požara mora imati elastičan ustroj koji će se prilagođavati sukladno potrebama i složenosti događaja
- upravljanje složenijim događajima, integracija poslova, koordinacija i nadzor vatrogasnih intervencija mora biti planski utvrđen
- sustav uključivanja subjekata i resursa u gašenje požara i njihovo plansko korištenje mora biti također unaprijed i precizno utvrđeno
- mrežu vatrogasnih postrojbi potrebno je ustrojiti na relativno velikom području (priobalnom pojasu, otocima, nacionalnim parkovima i mediteranskom zaleđu)
- potrebno je ustrojiti sustav za promatranje, dojavu požara i eventualno početno djelovanje
- sudionici sustava gašenja požara moraju biti osposobljeni, opremljeni, psihofizički spremni i na odgovarajući način motivirani za obavljanje zadaća

- razvoj i unapređivanje sustava gašenja požara mora se rješavati strategijski, uz ravnopravno uključivanje svih subjekata
- prilikom planiranja potrebno je uvažavati potrebe i mogućnosti operativne razine djelovanja te provoditi najracionalnija rješenja [12]

Pod pojmom požara raslinja podrazumijeva se da su na taj način obuhvaćeni požari svih vrsta raslinja od ostataka lišća, grana, trave, poljoprivrednih zemljišta do zemljišta obraslog različitim vrstama drveća.

Svaki požar može se ugaziti kantom vode ako vatrogasac dovoljno brzo stigne do njega. Navedena tvrdnja upućuje na ključnu povezanost vremena reakcije na pojavu požara i utroška resursa za gašenje. U nastojanju smanjivanja broja početaka požara, uspješna služba zaštite od požara je ona koja ugasi sve požare dok još ne zahvate veliko područje. Požar ima kumulativno djelovanje, ne ponaša se i ne širi kao linearna funkcija, kako vremena tako i prostora. Požar nastaje kao posljedica zapaljivosti neke tvari koja se nalazi u povoljnim uvjetima za gorenje (toplina i kisik). On može izbiti na nepristupačnu terenu gdje ga je teško pravodobno uočiti, samim tim i dojaviti, a vatrogasac ne može stići do njega (u RH je više takvih područja, poput Velebita, Biokova). Tada je primjerice nužna uporaba zrakoplova za gašenje požara koji imaju veliku pokretljivost i sposobnost brzog doleta i do najnepristupačnijih područja požara, pristupaju gašenju znatno prije dolaska zemaljskih snaga. Pored aviona, helikopteri u ovoj fazi pružaju potporu zračnim prijevozom vatrogasaca i sredstava za gašenje požara na teško pristupačna područja. Često su pri požarnim područjima, posebice u ljetnim mjesecima, zrakoplovi i helikopteri nužnost pri obuzdavanju i gašenju požara.

Tvrdnja da se svaki požar može ugaziti kantom vode ako vatrogasac dovoljno brzo stigne do njega upućuje na ključnu povezanost vremena reakcije na pojavu požara i utroška resursa za gašenje. Prve su minute nakon izbijanja požara najpogodnije vrijeme za gašenje jer su izgorena površina i kumulativna toplina male, malo je proizvoda izgaranja pa je požarište pregledno, a zadimljenost područja mala. U ovoj fazi požar je pristupačan za gašenje, može mu se lako prići (količina topline ne ugrožava gasitelja), treba procijeniti optimalno mjesto djelovanja i ugaziti ga malom količinom sredstva za gašenje. Upravo je to trenutak u kojem vatrogasac može ugaziti požar kantom vode, no u praksi je rijetko tako. Vatrogasac mora

pravodobno doznati poziciju požara kako bi na požarište stigao dostatno brzo i započeo s gašenjem. Požar može izbiti na nepristupačnu terenu gdje ga je teško pravodobno uočiti, samim tim i dojaviti, a vatrogasac ne može stići do njega, stoga je u tim situacijama nužna upotreba drugih snaga, primjerice zračnih snaga.

Vatrogasnim prosjecima i putevima omogućuje se pristup vatrogasnim vozilima. U preventivne mjere ubrajaju se promatračnice i redovite ophodnje, koje omogućavaju pravovremeno dojavljivanje požara. Ipak, najbolje su prirodne mjere kao što su :

- obrada zemljišta i sadnja kultura koje sazrijevaju u različito vrijeme
- sadnja raslinja koje će u danim uvjetima pokazivati najmanju gorivost,
- uzgoj koza, ovaca i ostalih životinja i divljači koja će " pobrstiti " raslinje, te time otkloniti požarnu opasnost,
- rezanjem nižih grana drveća, čime će se spriječiti preskakanje prizemnog požara u krošnje,
- uzoravanjem prosjeka (moguće i tijekom vatrogasne intervencije)
- kontroliranim spaljivanjem korova

Praćenjem opasnosti od nastanka izbijanja šumskih požara, gdje se između ostalog uzima u obzir vlažnost gorivog materijala i tla, te brzina vjetra, od velike je pomoći u ocjenjivanju potrebne razine pripravnosti vatrogasnih postrojbi. Uz uobičajenu opremu koja se koristi za gašenje požara, za vatrogasce za gašenje požara raslinja često treba osigurati dodatnu specijalnu vatrogasnu opremu za krčenje raslinja (najpoznatiji kosijer), prijenosa vode (naprtnjače), mehaničko gašenje požara (metlanice), specijalne vatrogasne pumpe, opremu i spremnike ("kruške" i vjedra) koje se prevoze zračnim snagama, najčešće helikopterima, ali i ostalu opremu (sjekire, grablje, lopate, pile), te traktorske prikolice i traktore, autocisterne i šumska vozila. [13]

### **7.1. Opasnost požara raslinja**

Na kugli zemaljskoj, pa tako i u našim prostorima, uglavnom, uslijed utjecaja ljudske aktivnosti požari raslinja sve više i više zadaju brigu kako široj društvenoj zajednici tako posebno vatrogascima. Osim šteta i troškova posebno je zabrinjavajuće što stradavaju ljudi bilo oni izravno angažirani u savladavanju stihije ili

oni koji su stjecajem okolnosti bili ugroženi. U svakom pogledu treba imati saznanja kakve su to opasne okolnosti kod požara raslinja, odnosno koje mjere sigurnosti treba poduzeti kako bi se opasnost svela na što manju mjeru. Stupanj ili razina opasnosti kod navedenih okolnosti ovisi o snazi vatrogasne grupe, intenzitetu gorenja, reljefnom izgledu terena, sastavu raslinja, meteorološkim i drugim uvjetima. Požar raslinja je destruktivna situacija i samim time je opasan događaj. Stoga je na opasne okolnosti posebno ukazano a u mjerama zaštite posebno naglašeno što bi trebalo poduzeti za svoju sigurnost i sigurnost drugoga. Kod požara raslinja kao i kod drugih neželjenih događaja, posebno u ekstremnim situacijama, ljudski životi su prioritet zaštite, a potom materijalna dobra.

U odnosu na požare raslinja, opasnost od požara raslinja je rezultat konstantnih i promjenjivih faktora vezanih s zapaljenjem, širenjem, teškoćom gašenja i utjecaja vatre na okolinu. Konstantni faktori su oni koji se ne mijenjaju značajno tijekom požarne sezone, poput korištenja zemljišta, topografije i nekih klimatskih elemenata, dok su promjenljivi faktori uglavnom vezani s trenutnim meteorološkim uvjetima i količinom vlage u gorivu. Razlikuju se tri osnovna tipa opasnosti :

- Opasnost zapaljenja – čine ga faktori vezani za inicijalno zapaljenje požara raslinja.
- Opasnost širenja – čine ga faktori koji pogoduju širenju vatre.
- Ranjivost - čine ga faktori vezani s potencijalnom štetom koju požar može napraviti na okoliš i socio-ekonomske elemente.

Ova se tri elementa procjene rizika požara raslinja često koriste u proračunu indeksa rizika od požara raslinja.

## **7.2. Rizik požara raslinja**

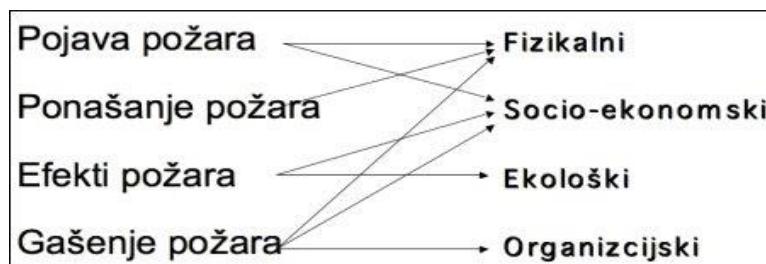
Prema terminologiji FAO (eng. Food and Agriculture Organization) rizik požara raslinja je “rizik pojave vatre uzrokovane prisutnošću i aktivnošću bilo kojeg uzroka paljenja požara”. Neki autori rizik požara raslinja promatraju kao “uniju dvije komponente: opasnosti od zapaljenja i mogućnosti zapaljenja”. Prva je rezultat prisutnosti goriva koje se može zapaliti, a druga rezultat prisutnosti potencijalnih uzroka zapaljenja (munja, željeznica, ljudski faktor). Rizik se smatra združeni pojam koji obuhvaća s jedne strane vjerojatnost i mogućnost pojave požara, što više manje prihvaćaju i sve prethodne definicije, ali s druge strane rizik obuhvaća i procjenu

moгуće štete i gubitka koju bi taj požar mogao prouzročiti. Rizik požara raslinja je “vjerojatnost pojave požara i mogućnost štete koju on može prouzročiti”. Drugim riječima rizik nije isti u području posebno vrijednog prirodnog okruženja kao što je nacionalni park i izvan njega, bez obzira da li se radi o istom vegetacijskom pokrovu, ili rizik nije isti na područjima gdje može izgorjeti kakva spomenička baština i na područjima gdje nema ničega. Procjena rizika požara raslinja u užem smislu, bez uključivanja mogućih šteta, uključuje identificiranje i kvantificiranje rizičnih varijabli, te proračun numeričkog pokazatelja koji se naziva indeks rizika požara raslinja i iskazuje stupanj rizika požara raslinja i vezan je s određenim zemljopisnim područjem. U literaturi je prisutno puno različitih načina proračuna indeksa rizika požara raslinja. Razlikuju se i po varijablama koje se uzimaju u obzir kod proračuna i po vremenskoj skali za koju se proračun provodi. U odnosu na vremensku skalu indeks rizika požara raslinja može biti dugoročan (strukturni ili statički) i kratkoročan (dinamički). Dugoročni, strukturni indeksi se temelje na varijablama koje se sporo mijenjaju i najčešće se računaju samo jednom, negdje u svibnju, prije sezone požara. Korist im je kod operativnog planiranja mjera za zaštitu od požara. Kratkoročni, dinamički indeksi se temelje na varijablama koje se stalno mijenjaju. Zbog toga bi ih idealno bilo kontinuirano računati, ali se još uvijek uobičajeno računaju samo jedan put dnevno. Cilj dinamičkih indeksa je procijeniti količinu vode u vegetaciji, pretpostavljajući što je u vegetaciji manje vode to je veća vjerojatnost njenog zapaljenja. Kako je teško i skupo neposredno mjeriti količinu vode u vegetaciji, nastoje se pronaći lako mjerljive veličine koje o njoj ovise.

Kod određivanja rizika postoje četiri komponente :

- pojava požara
- ponašanje požara
- požarni efekti
- borba protiv požara (fizikalni, socio-ekonomski, ekološki i organizacijski faktori)

Shematski prikaz 2 prikazuje te četiri komponente u odnosu sa fizikalnim, socio-ekonomskim, ekološkim i organizacijskim čimbenicima.



Shematski prikaz 2 - Komponente rizika požara [14]

Danas se svi postojeći sustavi za procjenu požarne opasnosti i požarnog rizika i u EU i u SAD isključivo se temelje na komponentama pojave požara i ponašanje požara. [14]

### 7.3. Opasne okolnosti u zoni požara raslinja

Požar raslinja je destruktivna situacija i opasan događaj. Kod požara raslinja kao i kod drugih neželjenih događaja, posebno u ekstremnim situacijama, ljudski životi su prioritet zaštite, a potom materijalna dobra. Opasne okolnosti u zoni požara raslinja su :

1. Nema dovoljno informacija o požaru koji se širi bez nadzora. Zbog zadimljenja ili guste šume okolina nije vidljiva.
2. Sigurna zona i put za odstupanje nisu utvrđeni.
3. Nepoznati meteorološki podaci, kao i lokalni vremenski utjecaji.
4. Neinformiranost o planovima, postupcima i rizicima.
5. Upute i zadaci su nejasni, prekinuta zapovjedna linija.
6. Nema je ili je loša radio i druga komunikacija s grupama, zapovjednicima i zrakoplovstvom.
7. Nepripremljenost za skupno djelovanje zemaljskih i zračnih snaga.
8. Postavljena crta gašenja daleko je od sigurne odstupnice.
9. Na strmim obroncima, postavljanje obrambene crte iznad požara.
10. Frontalna navala na razmahali požar.
11. Vatrogasci se nalaze u gustom, lakozapaljivom raslinju podalje od crte gorenja.
12. Nemogućnost izviđanja fronte požara i izostanak drugih informacija.
13. Propadanje zapaljivog materijala niz padinu.
14. Velika je suša i vrućina.
15. Vjetar je u pojačanju s naznakom promjene smjera.



16. Paljenje raslinja preko crte obrane, iza vatrogasnih snaga.
17. Teško prohodno i provozno područje i lakozapaljivo gorivo otežavaju izradu odstupnice.
18. U blizini crte gorenja primijećen umor, psihofizička nepripremljenost, bolest, strah.
19. Nemogućnost uporabe zračnih snaga ili brodova.
20. Nedostatna vozila, oprema, tehnika, logistika i prva pomoć.
21. Opasnost od mina, kao i druge opasnosti od plinske i elektro infrastrukture.
22. Panika među stanovništvom.
23. Nepripremljenost za noćne uvjete gašenja.

Nužne mjere sigurnosti koje je potrebno poduzeti kada se radi o požaru raslinja su :

1. Požar gasiti, s naglaskom na vlastitu sigurnost
2. Započeti akciju gašenja uvažavajući trenutno stanje moći i mogući razvoj požara
3. Raspolagati trenutnim meteorološkim podacima i prognozom vremena
4. Izdavati konkretne i razumljive zapovjedi
5. Odrediti sigurnu zonu i odstupni put
6. Zapovjedništvo, grupe, zapovjednici i zračne snage trebaju biti u stalnoj međusobnoj vezi
7. Pojačati oprez u potencijalno opasnoj situaciji, posebice noću
8. U svako doba treba znati kakve su točno okolnosti u zoni požara
9. Odražavati nadzor cijelo vrijeme
10. Biti oprezan, zadržati prisebnost, razmišljati bez dilema, odlučno djelovati.

[15]

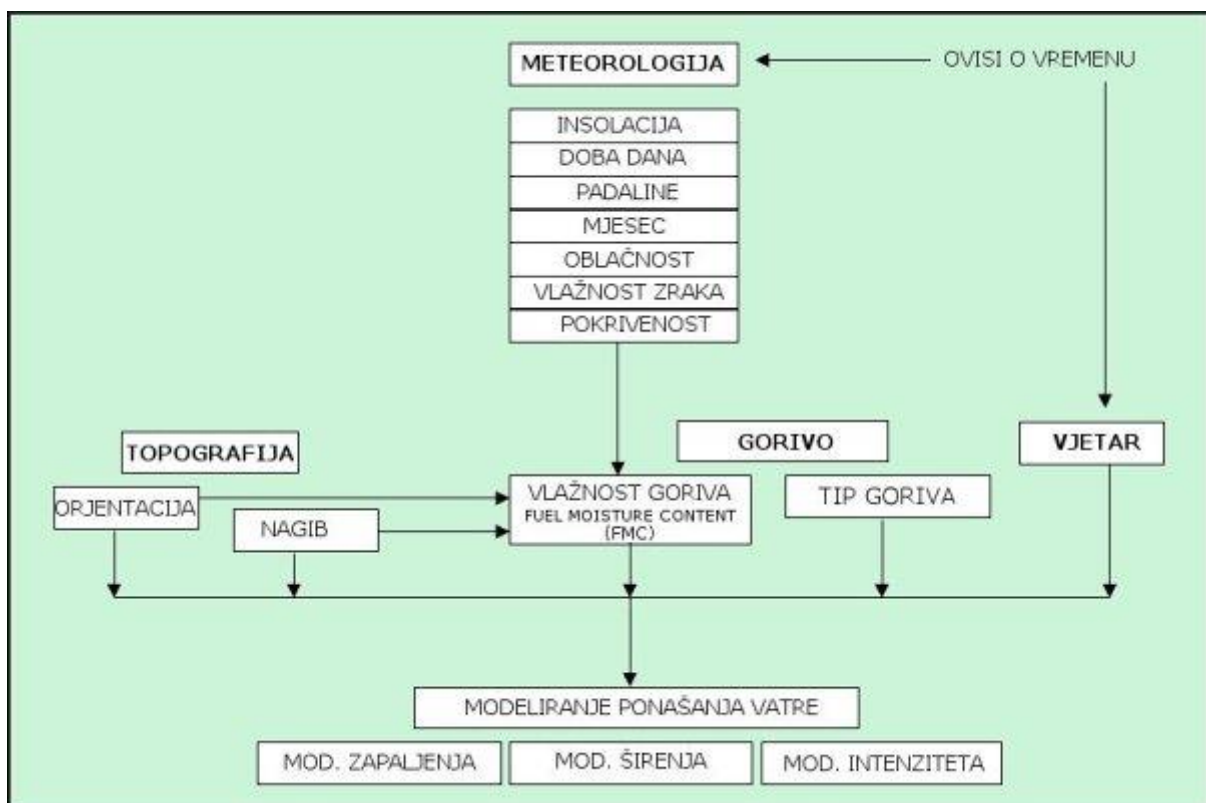
#### **7.4. Modeliranje i simuliranje širenja požara**

Modeliranje širenja požara samo je jedan od dijelova kompleksnijeg modeliranja ponašanja požara. U preventivnoj fazi modeliranje širenja požara otvorenog prostora pomaže u cijelom nizu djelatnosti, kao što je planiranje položaja šumskih prokopa, planiranje rasporeda jedinica i sredstava za gašenje požara, uvježbavanje rukovodstva u vođenju aktivnosti gašenja požara. Meteorološki podaci mogu biti neke pohranjene srednje vrijednosti za dano područje, ili neke ekstremne

vrijednosti koje su se na određenom području pojavile. U fazi upravljanja gašenjem požara model služi za planiranje budućih aktivnosti vezanih uz gašenje. Postoji puno modela širenja požara otvorenog prostora koji se razvijaju zadnjih 50 godina. U osnovi većina ih se slaže da način širenja požara ovisi o:

- vremenskim uvjetima (smjeru i brzini vjeta, temperaturi, vlažnosti),
- mjestu početka vatre,
- vrsti vegetacijskog pokrova,
- vlažnosti goriva i
- opografiji, primarno o nagibu terena i orijentaciji terena,

a modeli se razlikuju po načinu kako se i u kojoj mjeri te ulazne veličine uključuju u model. Shematski prikaz 3 detaljno prikazuje utjecaje pojedinih varijabli na modeliranje ponašanja šumskog požara.



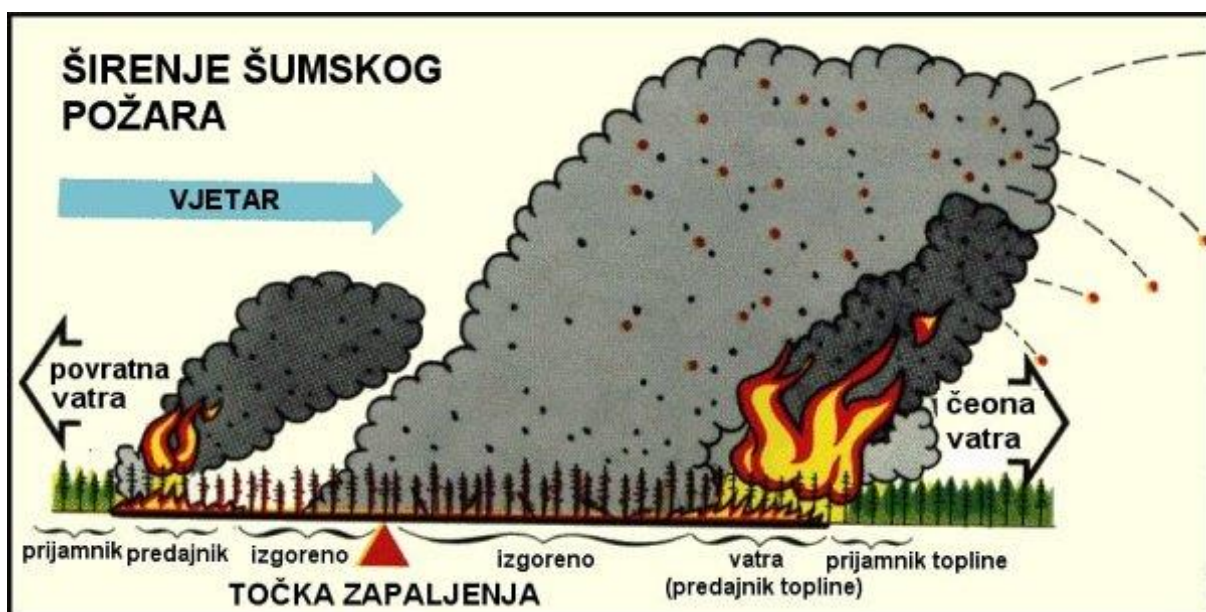
Shematski prikaz 3 - Međuviznost ulaznih varijabli koje utječu na modeliranje ponašanja šumskog požara [16]

Modeliranje širenja požara otvorenog prostora temelji se na tri procesa:

- Proizvodnje topline od strane izvora topline, uglavnom zbog izgaranja gorivog materijala

- Prijenosa topline sa izvora topline na prijarnik topline.
- Apsorpcije topline od strane prijarnika topline koji nakon zapaljenja postaje novi izvor topline (okolni nezapaljeni materijal).

Modeliranje širenja požara otvorenog prostora temelji se na modeliranju sva tri procesa i kombiniranju njihovih rezultata kako prostorno, tako i vremenski. Modeliranje širenja požara otvorenog prostora je prostorno – vremenski problem. Kazano na jednostavan način, uzimajući u obzir samo ravnotežu energije, brzina širenja požara otvorenog prostora može se shvatiti kao omjer između brzine grijanja goriva ispred požara i količine topline potrebne da bi to gorivo planulo. Kod najsloženijih modela se zbog toga u obzir uzimaju i promjene temperaturnog polja uzrokovane gibanjem vrućih plinova u okolici točke gorenja. Slika 4. predstavlja prikaz širenja šumskog požara. [16]



Slika 4 - Prikaz širenja šumskog požara [16]

## 7.5. Taktike gašenja požara raslinja

Za požare raslinja u među sklopu s većem brojem zgrada u opasnosti, vatrogasci odlučuju i o tome koje bi zgrade prioritarno trebalo pokušati spasiti. Svakako će se prvo spašavati one zgrade za su vatrogasci sigurni da će ih spasiti, jer može biti uzaludan pokušaj braniti zgrade ili domove koji su obavijeni gustim šumskim gorivima. Vatrogasci ili stanovnici mogu životom platiti takve napore.

Nezaštićene zgrade čiji vlasnici nisu primijenili vatro zaštitne principe i standarde, ne mogu vatrogascima biti prioritet. U među sklopu obranjive su zgrade rezultat vlasnikovih, odnosno stanarevih napora. Tri su prioriteta kod suzbijanja vatre, a to su život, imovina i okoliš. Život je uvijek prioritet broj jedan, a za imovinu i okoliš prioritete postavljaju vatrogasci i ovisiti će o tome ugrožava li vatra važni prirodni, gospodarski ili neki drugi resurs. Prije planiranja ili započinjanja obrade goriva oko zgrada i postrojenja u među sklopu preporučuje se odrediti tri koncentrične zone prioriteta oko svake zgrade. Skica primjera koncentričnih zona prioriteta oko zgrade prikazana je slikom 5.



Slika 5 – Tri koncentrične zone prioriteta oko zgrade [17]

**Prva zona prioriteta** obuhvaća područje neposredno do određene zgrade i proteže se prema van u svim smjerovima na preporučeni minimum od oko desetak metara na ravnu terenu. To je najkritičnije područje i zove se obranjivi prostor. Glavni je cilj obrade vegetacije u ovoj zoni stvoriti okoliš koji neće podržati vatru bilo koje vrste. U nekim situacijama to može biti jedina zona ili područje koje kućevlasnici moraju obrađivati.

**Druga zona prioriteta** počinje desetak metara od zgrade i proteže se na oko tridesetak metara uokolo nje. Glavni je cilj obrade goriva u ovoj zoni stvoriti okoliš koji će podržavati samo vatru niskog intenziteta i usporiti širenje vatre.

**Treća zona prioriteta** je područje koje počinje oko tridesetak metara od zgrade i proteže se na do stotinjak metara ili dalje uokolo zgrade. Obrada goriva u

ovome području može biti potrebna samo u specifičnim slučajevima, kad visoke razine opasnosti od velike neprekidne šumske vegetacije i strme topografije nisu dovoljno smanjene obradom goriva u drugoj zoni prioriteta.

U Hrvatskoj, posebice priobalnom području, specifična je raštrkanost naselja, pa kod izbijanja požara raslinja u takvim naseljima postoje dvije temeljne varijante gašenja požara, direktno i indirektno gašenje požara.

### **7.5.1. Direktno gašenje požara raslinja**

Direktno gašenje požara primjenjuje se kod prizemnih požara, iako se direktnim napadom mogu gasiti gotovo svi požari, a što isključivo zavisi od raspoložive opreme i sredstava, te od raspoloživih vatrogasnih snaga. U praksi se koriste tri varijante direktnog gašenja.

**Prva varijanta** podrazumijeva direktno napadanje rubova požara, pri čemu se vatra gasi vodom, mineralnom zemljom, zagušivanjem (mlaćenjem), kemijskim sredstvima i zemljom.

**Druga varijanta** je tzv. "metoda dvije stope" koja podrazumijeva kopanje uske pruge. Pruga se kopa toliko duboko dok se ne dođe do mineralnog sloja, a iskopana organska materija se baca prema rubu ili na sam rub požara. Ova metoda je naziv dobila po tome što se pruga kopa do dubine od najviše dvije stope (oko 60 cm) ispred požara. Vatra sagori sav materijal do pruge i tu se zaustavlja.

**Treća varijanta** direktnog gašenja je tzv. "paralelna metoda" kod koje se, na isti način kao u prethodnoj varijanti, kopa uska pruga, ali na 2-10 m ispred požara. Skupljeni gorivi materijal između izgrađene pruge i požara se pali prije nego ga zahvati požar. Ova varijanta je bolja zbog manjeg utjecaja topline na radnike, tako da se pruga kopa sigurnije i mirnije.

### **7.5.2. Indirektno gašenje požara raslinja**

Od indirektnih metoda pri gašenju prizemnih i visokih požara primjenjuju se izgradnja protiv požarnih pruga u dvije varijante i metoda kontra požara, te njihove

kombinacije. Pri gašenju intenzivnih prizemnih požara i visokih požara mlađih sastojina, izrađuje se obična protiv požarna pruga, potpuno čista od gorivih materijala, širine 1-3 metra. U tu svrhu koriste se i već postojeće prepreke poput presjeka, staza, puteva, vodotoka i grebena. U slučaju da određene prepreke već postoje, protiv požarne pruge se presijecaju i izrađuju mehanički ili pomoću radne snage. Ova metoda se obično kombinira s metodom kontra požara. Za gašenje viših požara koristi se "metoda širokog prosjeka", koja se sastoji u tome da se na određenoj udaljenosti od čela požara izradi prosjek čija širina ne smije biti manja od visine okolnih stabala. Iz prosjeka se uklanjaju sva stabla, a njegovom sredinom se iskapa protiv požarna pruga širine 1 m, s koje se uklanja sav gorivi materijal. Široki prosjeci se obično rade po grebenima, uz maksimalno korištenje prirodnih protiv požarnih prepreka.

Za gašenje velikih požara raslinja, pa i šumskih područja, koji se ne mogu gasiti na drugi način, koristi se "metoda kontra požara". Ova metoda je relativno rizična i mogu je provoditi samo iskusni gasioci šumskih požara. Opasnost se ogleda u tome što sa svih strana dolazi do jakog strujanja zraka prema požaru, a što je posljedica izraženog vertikalnog strujanja zraka iznad samog požara. Novo zapaljeni kontra požar drugim strujanjima (vladajući vjetrovi) može biti usmjeravan na druge strane, tako da uvijek postoji opasnost da taj požar dobije neželjeni oblik i dimenzije. Kontra požari se pale kod protiv požarnih prosjeka i pruga u trenutku kada se primijeti kretanje zraka iz smjera vatrene stihije. Protiv požarni prosjeci i pruge rade se u dužini nešto većoj od širine čela požara, a kontra požar se pali u dužini približno istoj čelu požara. Kontra požari mogu biti prizemni i visoki. Kod požara raslinja koristi se prizemni kontra požar kojim se glavni požar nastoji spustiti što bliže tlu gdje ga je lakše ugasiti. Visoki kontra požar se pali jedino u izuzetno kritičnoj situaciji. Adekvatna obučanost organiziranih grupa za gašenje požara posebno dolazi do izražaja prilikom korištenja ove metode. Ponekad je i samo poznavanje smjera strujanja zraka na određenom lokalitetu od presudnog značaja za zaustavljanje širenja požara. [17]

## **7.6. Uloga zračnih snaga u gašenju požara raslinja**

Požar može izbiti na nepristupačnu terenu gdje ga je teško pravodobno uočiti, samim tim i dojaviti, a vatrogasac nemože stići do njega. Tada je nužna uporaba

zrakoplova za gašenje požara koji imaju veliku pokretljivost i sposobnost brzog doleta i do najnepristupačnijih područja požara, pristupaju gašenju znatno prije dolaska zemaljskih snaga. Pravodobnom uporabom zračnih snaga dostiže se brža reakcija i napadanje vatre kako bi joj se usporilo ili zaustavilo širenje čime se stvaraju uvjeti za organizaciju, gašenje i čuvanje požarišta od zemaljskih vatrogasnih snaga. Koordiniranom uporabom zračnih i zemaljskih snaga postižu se najveći učinci. Zrakoplovi i helikopteri mogu pružiti potporu prevoženjem ljudstva i opreme na mjesto požara, nadzor napada protupožarnih zrakoplova za maksimalnu učinkovitost i osigurati zapovjednike protupožarnih snaga neprekidnim izvješćivanjem o stanju na terenu. Danas se koriste za gašenje požara otvorenih prostora iz zraka :

1. **Avioni tankeri** - prenošenjem sredstva za gašenje požara, pripremljenog i punjenog na zemlji u matičnom aerodromu
2. **Avioni sakupljači** - koji skupljaju vodu s prikladne vodene površine u blizini požara
3. **Helikopteri** s podsvjesnim vjedrom ili unutarnjim spremnicima, koji se primarno koriste za prevoženje i brzo prebacivanje gasitelja i opreme.

Načini uporabe aviona ovisno o elementima gašenja požara su podijeljeni prema vremenu uporabe snaga, prema broju i vrsti angažiranih aviona, prema stupnju sudjelovanja s zemaljskim snagama te prema metodama i primijenjenim taktičkim postupcima. Mediteranska klima, prije svega stalna promjena vjetra, te raslinje također pogoduju brzom širenju požara, što je temeljni razlog za brzo i efikasno djelovanje zračnih snaga na opožarenim područjima Hrvatske, ali i susjednih zemalja.

### **7.6.1. Zrakoplovi**

Gašenje samostalnim avionom, s taktičkog gledišta odnosi se na požar koji ne predstavlja veću prijetnju. Gašenje požara većih razmjera samostalnim avionom treba izbjegavati, radi kumulativnog djelovanja vatre, gašenje se provodi s više aviona. Gašenje s više aviona može biti s više pojedinačnih aviona istog ili srodnog tipa, s više pojedinačnih aviona različitog tipa, sa skupinom aviona istog ili srodnog tipa, s više taktičkih skupina, kombinacijom navedenog.

Kada se radi o konkretnom požarištu, požaru raslinja u blizini stambenih zgrada gdje je očuvanje ljudskih života prioritet, zračne snage dolaze kao potpora zemaljskim snagama. Ovaj način gašenja podrazumijeva simultanu i dobro usklađenu provedbu zadaće sa zemaljskim snagama gdje se posadi aviona određuju težišne točke za djelovanje, a zemaljske snage pristupaju gašenju odmah nakon dostizanja uvjeta za njihovu uporabu. Tako zemaljske snage djeluju prema svojim sposobnostima, a zračne im snage pružaju potporu na mjestima na koja oni još ne mogu prići, bilo zbog razmjera požara ili neprohodnosti područja. Ovaj je način najčešće primjenjiv na brdskim i planinskim područjima, vatrogasci gase pristupačne dijelove požara, a zračne snage gase brdski neprohodni dio požarišta.

Gašenje u priobalnim područjima uključuje skupljanje i bacanje slane vode, koja je jednako uporabljiva, no duža uporaba zahtjeva povećanu brigu i rad tehničara na održavanju aviona. Također su znatno smanjeni tvornički resursi motora i opreme. Utjecaj na vegetaciju nije uočen ili do sada nije izvršeno ispitivanje u tom pravcu, ali postoji mogućnost nanošenja šteta šumama koje nisu naviknute na utjecaj mora. Zrakoplovi se bore s vatrom bacajući velike količine vode ili kemijskih usporivača na vatru ili ispred nje. Napad može biti direktan na frontu vatre ili indirektan napad u kojem se uzastopna bacanja čine tako da usporivači stvore barijeru na putu vatri. Koja će taktika napada na požar iz zraka biti izabrana ovisi o izviđanju i prosudbi situacije koju izvodi kapetan aviona-helikoptera, po dolasku na požarište.

### **7.6.2. Helikopteri**

Helikopteri, kao i mali zrakoplovi, predstavljaju dobro sredstvo izviđanja i dojave o požaru, naročito ako je njihovo patroliranje pravilno usmjereno i ako nose dovoljno vode ili retardanta za početni napad, te mogu usporiti kretanje vatre do dolaska navalnih aviona. Brojne su vrste helikoptera koje se koriste u borbi s vatrenom stihijom, no brojne su i modifikacije sustava helikoptera za tu namjenu. Iskustva u gašenju požara helikopterima s podvjesnim vjedrom su :

- zamorno i stresno u odnosu na učinak,
- lak gubitak vjedra i česte pogibeljne situacije,
- učinak gašenja na velikim požarima je mali i neodgovarajući uložnim sredstvima,



- učinci na čuvanju požarišta nakon gašenja avionima su najveći, a poglavito su bitni pri čuvanju velikih požarišta i sanaciji.

Primjena helikoptera s podvjesnim vjedom za gašenje požara industrijskih objekata ili skladišta je praktično nemoguća. Pojedini helikopteri s unutarnjim spremnicima i podsvjesnim vjedom na kratkoj sajli koriste se za gašenje požara na stambenim objektima i višekatnicama, poput primjerice područja opožarenog raslinja u blizini stambenih objekata, što su svakako dragocjena iskustva. Dosadašnja iskustva, temeljena na dugogodišnjem radu i iz razgovora s posadama helikoptera, kao i osmatranjem učinka pri zajedničkom gašenju, vode k zaključku da su helikopteri osim moguće primjene u izviđanju najrentabilniji za uporabu i izvođenje zadaća :

- gašenje početnih požara i u završnim fazama požara (kada su mali plamenovi i male turbulencije),
- prevoženje vatrogasaca, opreme i vode na udaljena požarišta,
- logističku potporu gasiteljima na terenu. [13]

## **7.7. Uzroci, posljedice i nedostaci kod intervencije gašenja požara između Tugara i Splita**

Jedan od najvećih požara u hrvatskoj povijesti, tzv. majka svih požara, izbio je u ponedjeljak, 17. srpnja 2017. u 00.42 na predjelu Kravar kod Tugara i nošen olujnom burom već do 2.00 sata stigao do prvih kuća u Srinjinama. Na teren je odmah izašlo 109 vatrogasaca s 32 vozila, a u 3.45 upućen je i poziv za slanje zračnih snaga, koje su ujutro u 7.00 i upućene prema mnogim požarima koji su u tim trenucima buktili širom srednje Dalmacije. Zbog i dalje jake bure, kao i turbulentnih strujanja, zračne snage nisu mogle sigurno pristupiti nekim požarištima. Tijekom noći i jutra požar se od Srinjina proširio prema Donjem Sitnom i Gornjem Sitnom, gdje su gorjeli pomoćni objekti uz kuće, a plamen koji je ondje zahvatio strojeve uzrokovao je eksplozije. Bura je i dalje stvarala velike probleme: stalnim promjenama smjera širila je požar na sve strane i bacala žar. Nekoliko vatrogasaca zatražilo je liječničku pomoć zbog upada žara u oči ili gutanja dima. Požar je prešao brdo Perun i počeo se širiti prema Podstrani, gdje su popodne, po smirivanju vremenskih neprilika, stigla dva kanadera. U međuvremenu je vatra okružila raketnu bazu u Žrnovnici, koju su došli braniti pripadnici Hrvatske kopnene vojske iz vojarne sv. Nikole u Splitu. Zbog nedostatka vatrogasaca mještani Žrnovnice odlazili su u mjesno dobrovoljno

vatrogasno društvo traživši opremu kako bi i sami gasili požar koji se približavao kućama, no nisu je mogli dobiti jer je nije bilo. Situacija je postala kritična kada su počele odjekivati eksplozije zapaljenih vozila. U međuvremenu su prema Splitu krenuli vatrogasci iz Zagreba i drugih dijelova Hrvatske. Zbog približavanja noći i bure koja je ponovno pojačala, zračne snage više nisu bile u mogućnosti gasiti požar. Ipak, postaja specijalne policije u Mravincima i raketna baza u Žrnovnici su obranjene. No, u Splitu je zavladao panika jer se vatra najprije približila odlagalištu smeća na Karepovcu, a potom i četvrtima Dračevac, Mejaši i Kila. Nadljudskim naporima vatrogasaca i stanovnika do 23.00 je sata pod nadzor stavljena vatra na širem splitskom području, osim u Tugarama. S obzirom da je veliko područje bilo obuhvaćeno katastrofalnim požarom, što je za posljedicu imalo evakuaciju stanovništva, Spaladium Arena i Studentski centar bili su pripremljeni za prihvatanje ugroženog stanovništva. Nije situacija dugo bila pod nadzorom: već oko 23.30 vatra se velikom brzinom s Peruna počela spuštati prema Velikom Broćancu i Strožancu, a potom i prema Podstrani. Dramatična borba s vatrenom stihijom trajala je cijelu noć, a situacija u Strožancu i Podstrani smirila se tek oko 5.00 sati ujutro 18. srpnja. Od tada je situacija uglavnom bila pod kontrolom, a 19. srpnja počela je sanacija oko 4.500 hektara opožarene površine.

Uzrok izbijanja požara službeno nije poznat. Dio medija prenio je neslužbene informacije o „iskrenju dalekovoda“, što je službeno demantirao direktor Hrvatskog operatora prijenosnog sustava (HOPS) Miroslav Mesić. Velik broj građana bio je uvjeren da je vatra namjerno zapaljena s početkom orkanske bure, koja je poprilično neuobičajeno mijenjala smjer, pa se iz treće ruke pojavljuju navodna svjedočanstva o piromanu. Službenih potvrda informacija nema.



Slika 6. Građani od požara brane svoje kuće u kvartu Kila [18]

## 8. ZAKLJUČAK

Požar je jedna od najsnažnijih sila u prirodi. Snaga požara može biti zastrašujuća, pa se u stvarnosti svatko mora za to pripremiti, neovisno dali živi u zoni moguće opasnosti ili se tu nađe slučajno. Hrvatska je zemlja koja je geografski i klimatski predisponirana za razvoje velikih požara koji mogu uzrokovati velike štete. Svake godine dogodi se velik broj požara u kojima se u proteklih nekoliko godina, osim materijalnih i ekoloških šteta, pojavljuju i ljudske žrtve. Sami požari su nepredvidivi te je za samo gašenje potrebna dobra organizacija sposobnih ljudi kako bi se izbjegle moguće tragedije. Svatko u zajednici mora preuzeti individualnu odgovornost da pripremi i zaštiti svoju kuću, posao, obitelj i zajednicu od rizika požara raslinja. Nijedan se požar ne može shvatiti olako. Ne može se uvijek spriječiti ili zaustaviti požar, ali se valja pripremiti za situaciju izbijanja požara. Hrvatska je vatrogasna zajednica u brizi o zaštiti od požara raslinja uvidjela da postoji potreba za podrškom u općem razvitku preventivne zaštite od požara, osobito u pružanju informacija o šire prihvaćenim dostignućima znanosti o požarima raslinja, kao i u njihovoj prilagodbi hrvatskim prilikama na čemu se adekvatno, pravovaljano i ubrzano

radi. Potrebno je osvijestiti građane o svim opasnostima požara, ali i mjerama koje se mogu poduzeti kako bi se požar doveo pod kontrolu te se na taj način potpomoglo profesionalnim vatrogasnim snagama u njegovu gašenju. Valja djelovati preventivno te poduzeti sve da do požara ne dođe, a ako do njega ipak dođe, treba biti pripremljen. Kada požar krene nema više vremena za ispravljanje propušteno. Republika Hrvatska i nadalje mora izgrađivati prilagodljivi model organizacije sustava gašenja požara raslinja. Kako će s vremenom Republika Hrvatska sve više postajati značajnija turistička destinacija u ovom dijelu Europe, velika pozornost će se poklanjati svim aspektima sigurnosti. Time djelovanje sustava vatrogastva u budućnosti dobiva na važnosti i ima prioritet razvoja.

## POPIS LITERATURE

- [1] Pavelić, Đ., Pavelić, M.: Procesi gorenja i gašenja, Karlovac, 2010.
- [2] Besedić, Ž.: Gorenje i gašenje, Čakovec, 2011.
- [3] Carević, M., Jukić, P., Sertić, Z., Šimara, B.: Tehnički priručnik za zaštitu od požara, Zagreb, 1997.
- [4] <https://www.mojkvart.hr/Zagreb/Tresnjevka/Sigurnost-zastita-na-radu/TEHNOPATRON/KLASE-POZARA-S2236>, pristupljeno 16.12.2016.
- [5] <http://www.hvz.hr/efekti-i-podefekti-gasenja-pozara/>, pristupljeno 16.12.2016.
- [6] <http://www.znrinfo.com/index.php/praksa/zastita-od-pozara/265-gasenje-pozara-vodom>, pristupljeno 27.12.2016.
- [7] Plukavec, A.: Završni rad, CAFS sustav u JVP Crikvenica, Visoka škola za sigurnost s pravom javnosti, Zagreb, 2015.
- [8] Vukorepa, K., Burger, A.: Sigurnost i osnove zaštite na radu, priručnik, Zagreb
- [9] <http://kuna-visoko.com/zastitna-odjeca/vatrogasna-odijela/>, pristupljeno 04.01.2017.
- [10] <http://www.vatrogasni-portal.com/news.php?readmore=6137>, pristupljeno 04.01.2017.
- [11] <http://www.hvz.hr/opcenito-o-spravama-i-opremi/>, pristupljeno 04.01.2017.
- [12] Vlada Republike Hrvatske, Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku, <http://www.duzs.hr/page.aspx?PageID=571>, pristupljeno 16.01.2017.
- [13] Rosavec, R., Španjol, Ž., Barčić, D., Palčić, D., Primjena zrakoplova pri gašenju požara, [hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=193199](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=193199), pristupljeno 16.01.2017.
- [14] Stipaničev, D., Proračun rizika požara raslinja, [http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=55&Itemid=64](http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=64), pristupljeno 16.01.2017.
- [15] Miloslavić, M., Požari raslinja, opasnosti i mjere zaštite, predavanje održano u Opatija, 2008., [http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=56](http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=56), pristupljeno 22.01.2017.
- [16] Stipaničev, D., Modeliranje i simuliranje širenja požara, [http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62&Itemid=72](http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=72), pristupljeno 22.01.2017.

**[17]** Miloslavić, M., Dimitrov, T., Vatrozaštitni vodič pri požarima raslinja, [http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76&Itemid=91](http://vatra.fesb.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=91), pristupljeno 09.02.2017.

**[18]** <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/imamo-snimku-ovako-je-pocela-katastrofa-koja-je-postala-majka-svih-pozara>) 15.09.2019.

**[19]** Ivančić, Z.; Kirin, S.; Izvori požarne opasnosti / Kirin Snježana (ur.).Karlovac: Veleučilište u Karlovcu, 2010

## **POPIS PRILOGA**

### **Popis tablica**

Tablica 1 - Plamišta češće korištenih zapaljivih tekućina .....	7
---	---

### **Popis shematskih prikaza**

Shematski prikaz 1 - Razvoj požara .....	2
Shematski prikaz 2 - Komponente rizika požara.....	30
Shematski prikaz 3 – Međuovisnost ulaznih varijabli koje utječu na modeliranje ponašanja šumskog požara.....	32

### **Popis grafičkih prikaza**

Grafički prikaz 1: Obujni postoci plinova u zraku .....	3
---	---

### **Popis slika**

Slika 1 – Prikaz funkcije pjene .....	15
Slika 2 – FR3 FireHorse odijelo za vatrogasce Lenzing FR .....	19
Slika 3 – Navalno vatrogasno vozilo tipa TLF 20/25-2.....	22
Slika 4 – Prikaz širenja šumskog požara .....	33
Slika 5 – Tri koncentrične zone prioriteta oko zgrade .....	34
Slika 6 - Građani od požara brane svoje kuće u kvartu Kila .....	40