

# TAKTIKA GAŠENJA POŽARA OTVORENOG PROSTORA - ŠUMSKI POŽAR

---

**Mlinac, Patrik**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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:128:185503>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

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

Patrik Mlinac

# **TAKTIKA GAŠENJA POŽARA OTVORENOG PROSTORA- ŠUMSKI POŽAR**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Patrik Mlinac

# **OUTDOOR FIRE EXTINGUISHING TACTICS - FOREST FIRE**

Finalpaper

Karlovac, 2022.

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

Patrik Mlinac

# **TAKTIKA GAŠENJA POŽARA OTVORENOG PROSTORA- ŠUMSKI POŽAR**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Snježana Kirin, prof. v. š.

Komentor: Manuela Žakula, struč. spec. ing. sec.

Karlovac, 2022.



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

## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2022.

### **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Patrik Mlinac

Matični broj: 0415619007

Naslov: Taktika gašenja požara otvorenog prostora- Šumski požar

Opis zadatka:

- općenito o šumskih požarima
- detaljan opis nastanka šumskog požara i samog procesa gorenja, vatrogasne taktike i gašenje šumskih požara zemaljskim vatrogasnim snagama
- zemaljske snage, uređaji i oprema te sredstva za gašenje šumskih požara

Zadatak zadan: Rok predaje rada: 09/2022 Predviđeni datum obrane:  
02/2022

Mentor:  
dr. sc. Snježana Kirin, prof. v. š.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
Jakšić Lidija, mag. ing. cheming

Komentor:  
Manuela Žakula, struč. spec. ing. sec.

## **PREDGOVOR**

Ovim završnim radom završit će jedna velika etapa mog školovanja u struci koju volim i cijenim. Shvaćam plemenitost posla kojeg obavljam te važnost poznavanja struke i nužnost konstantne izobrazbe u poslu, gdje nikada ne znaš kada će doći tvoj posljednji poziv u pomoć. Ovo je samo jedna prepreka u nizu njih koje ću pokušati kroz godine uspješno privesti kraju. Konstantno tražim mogućnosti i načine kako bi ostvario svoj životni cilj u potpunosti te sa velikim zadovoljstvom i ljubavlju prema poslu izvršavao dnevne zadaće. Zahvalio bih se svojoj mentorici dr. sc. Snježani Kirin, potom se zahvaljujem svojoj komentorici Manuely Žakuli struč. spec. ing. sec. na iznimnoj stručnosti te izdvojenom i ukazanom vremenu u izradi ovom završnog rada. Nadalje, se želim zahvaliti Veleučilištu u Karlovcu koje mi je omogućilo stjecanje znanja i iskustva koja su mi potrebna u mome budućem zanimanju. Te posebne zahvale želio bih izreći svojim roditeljima koji su mi financijski pomogli tijekom studija.

Na kraju se zahvaljujem svim svojim kolegama vatrogascima koji su me motivirali, iskazali svoja mišljenja, te dali mi prijeko potrebne iskustvene savjete i kritike kojima su utjecali na moj razvoj i formiranje ovog završnog rada.

## SAŽETAK

Šumski požar je svako nekontrolirano gorenje nastalo izvan predviđenog ložišta, bilo to ljudskom ne pažnjom ili prirodnim pojavama. Pripada u prirodne katastrofe, te za sobom povlači niz velikih šteta, po životinje i njihova staništa, ljude i ekološki sustav. Taktika gašenja postoji, no ona varira ovisno o terenu, podneblju, resursima i vremenskim uvjetima i gotovo uvijek je različita. Kao dugogodišnji član operativne jedinice Dobrovoljnog vatrogasnog društva „Sušak“, sada i Javne vatrogasne postrojbe grada „Rijeke“, susreo sam se sa raznim izazovima na terenu i uvidio važnost poznavanja taktike, terena i klime svog podneblja. Važnost brze reakcije gasitelja, te isto tako uigranost timova. U ovome radu bit će govora o samom tijeku nastajanja požara, njegovom širenju, ljudskom čimbeniku, resursima koje vatrogasci posjeduju te samom gašenju i sprječavanju šumskih požara i velikih katastrofa.

**Ključne riječi:** šumski požar, vatrogasna taktika, uređaji i oprema za gašenje, opasnosti i mjere sigurnosti.

## ABSTRACT

A forest fire is any uncontrolled burning that occurs outside of the designated fire pit, whether due to human inattention or natural phenomena. It belongs to natural disasters and entails a series of great damages to animals and their habitats, people and the ecological system. Firefighting tactics exist, but they vary depending on terrain, climate, resources and weather conditions and are almost always different. As a long-term member of the operational unit of the Voluntary Fire Brigade "Sušak", currently also a professional firefighter of the Public Fire Brigade of the city "Rijeka", I encountered various challenges during interventions and realized the importance of knowing the firefighters tactics, terrain and weather conditions of our climate. The importance of the firefighter's quick response, as well as the teamwork. In this final paper, we will talk about the very process of fire formation, its spread, the human factor, the resources that firefighters possess, and the actual extinguishing and prevention of forest fires and major disasters.

**Keywords:** forest fire, firefighting tactics, extinguishing devices and equipment, hazards and safety measures.

## SADRŽAJ

|   |            |
|---|------------|
| <b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....</b>   | <b>I</b>   |
| <b>PREDGOVOR.....</b>   | <b>II</b>  |
| <b>SAŽETAK.....</b>   | <b>III</b> |
| <b>SADRŽAJ.....</b>   | <b>IV</b>  |
| <b>1. UVOD .....</b>  | <b>1</b>   |
| 1.1. PREDMET I CILJ RADA .....  | 2          |
| 1.2. IZVOR PODATAKA I METODA PRIKUPLJANJA .....                                   | 2          |
| <b>2. ZEMALJSKE VATROGASNE SNAGE .....</b>  | <b>3</b>   |
| 2.1. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA .....   | 4          |
| 2.2. TJELESNI ZAHTJEVI.....   | 5          |
| 2.3. ORIJENTACIJA I KRETANJE U PRIRODI .....                                      | 6          |
| <b>3. TEORIJA GORENJA.....</b>  | <b>7</b>   |
| 3.1. KARAKTERISTIKE GORIVA I PRIMJERI TEMPERATURA PALJENJA MATERIJALA U ZRAKU ... | 8          |
| <b>4. ŠUMSKI POŽAR I NJIHOV ZNAČAJ.....</b>                                       | <b>10</b>  |
| 4.1. UZROCI POŽARA .....  | 11         |
| 4.2. KLJUČNI FAKTORI ŠUMSKIH POŽARA .....   | 13         |
| 4.2.1. <i>Vjetar</i> .....  | 14         |
| 4.2.2. <i>Vlaga</i> .....   | 14         |
| 4.2.3. <i>Temperatura</i> .....   | 15         |
| 4.2.4. <i>Godišnja doba</i> .....   | 16         |
| 4.2.5. <i>Reljefni oblici</i> .....   | 16         |
| <b>5. VRSTE ŠUMSKIH POŽARA.....</b>   | <b>17</b>  |
| 5.1. PODZEMNI ŠUMSKI POŽAR .....  | 17         |
| 5.2. PRIZEMNI ŠUMSKI POŽAR.....   | 18         |
| 5.3. ŠUMSKI POŽAR U KROŠNJAMA .....   | 19         |



|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 5.4.      | PRIENOS TOPLINE .....  | 22        |
| 5.5.      | INTENZITET GORENJA .....   | 24        |
| 5.6.      | PROCJENA UGROŽENOSTI OD POŽARA.....  | 25        |
| <b>6.</b> | <b>OTKRIVANJE POŽARA I BRZA REAKCIJA.....</b>                                  | <b>26</b> |
| 6.1.      | TAKTIČKO PROMATRANJE I OTKRIVANJE ŠUMSKIH POŽARA SA ZEMLJE .....               | 26        |
| 6.2.      | TAKTIČKO PROMATRANJE I OTKRIVANJE ŠUMSKIH POŽARA IZ ZRAKA .....                | 27        |
| 6.3.      | TAKTIČKO OTKRIVANJE POŽARA SUSTAVOM BESPILOTNIH LETJELICA- DRON .....          | 28        |
| <b>7.</b> | <b>TAKTIKA GAŠENJA I PRIMJENA SREDSTAVA ZA GAŠENJE ŠUMSKIH<br/>POŽARA.....</b> | <b>30</b> |
| 7.1.      | TAKTIČKA PRIMJENA SREDSTAVA ZA GAŠENJE .....                                   | 30        |
| 7.2.      | TAKTIČKA UPOTREBA VODE .....   | 31        |
| 7.2.1.    | <i>Lepezasti oblik.....</i>  | <i>31</i> |
| 7.2.2.    | <i>Cik-cak oblik.....</i>  | <i>32</i> |
| 7.2.3.    | <i>Stožasti oblik.....</i>   | <i>32</i> |
| 7.2.4.    | <i>Puni mlaz.....</i>  | <i>32</i> |
| 7.2.5.    | <i>Raspršeni (zaštitni) mlaz .....</i>   | <i>33</i> |
| 7.3.      | TAKTIČKA UPOTREBA RETARDANATA .....  | 33        |
| 7.4.      | TAKTIČKA UPOTREBA PRIRUČNIH SREDSTAVA .....                                    | 35        |
| 7.5.      | TAKTIČKA PRIMJENA OPREME ZA GAŠENJE ŠUMSKIH POŽARA .....                       | 35        |
| <b>8.</b> | <b>IZBOR TAKTIKE I GAŠENJE ŠUMSKOG POŽARA .....</b>                            | <b>37</b> |
| 8.1.      | TAKTIKA GAŠENJA ŠUMSKOG POŽARA S KOPNA.....                                    | 37        |
| 8.1.1.    | <i>Taktički nastup s fronta .....</i>  | <i>38</i> |
| 8.1.2.    | <i>Taktičko okruživanje požara te suzbijanje do prirodne prepreke .....</i>    | <i>38</i> |
| 8.1.3.    | <i>Taktički nastup iz pozadine .....</i>                                       | <i>39</i> |
| 8.1.4.    | <i>Taktički nastup iz samog centra požara .....</i>                            | <i>39</i> |
| 8.1.5.    | <i>Taktički nastup s brda .....</i>  | <i>40</i> |
| 8.1.6.    | <i>Taktički nastup na teško dostupnim terenima .....</i>                       | <i>41</i> |
| 8.2.      | TAKTIČKA PRIMJENA VOZILA KOD ŠUMSKIH POŽARA .....                              | 41        |
| 8.2.1.    | <i>Vatrogasna Autocisterna.....</i>  | <i>41</i> |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 8.2.2. Šumsko vatrogasno vozilo ..... | 42        |
| 8.3. TAKTIČKI NASTUP IZ ZRAKA .....   | 43        |
| <b>9. ZAKLJUČAK.....</b>              | <b>47</b> |
| <b>10. LITERATURA .....</b>           | <b>48</b> |
| <b>11. POPIS SLIKA.....</b>           | <b>49</b> |
| <b>12. POPIS TABLICA.....</b>         | <b>50</b> |

## 1. UVOD

Slobodno se može reći da je čovjek od svog postanka pa sve do današnjeg dana neprekidno bio upućen u šumu radi podmirivanja svojih mnogobrojnih potreba kao na primjer grijanje, kuhanje, gradnju itd. Šuma je kroz povijest čovječanstva često služila i kao mjesto za skrivanje i taktičko ratovanje protiv neprijatelja. Kasnije, sa sve većim razvojem proizvodnih snaga društva, čovjek i dalje nastavlja sječu šuma, jer je sa razvojem tehnike i tehnologije kao i suvremenog standarda povećavao i širio upotrebnu vrijednost drveta. Danas se u svijetu godišnje posječe i iskoristi za različite potrebe ljudi oko 3 milijarde kubika drveta, a najvećim djelom, putem kemijske i mehaničke prerade, oplemenjuje i potom upotrebljava. U Hrvatskoj, drvo se izvozi kao sirovina ili kao finalni proizvod. Devizni prihodi koji se dobivaju izvozom drveta prelaze godišnje preko 10% vrijednosti ukupnog izvoza, tako da šuma i na ovaj način daje značajan doprinos ekonomskom bogatstvu zemlje. Svojim postojanjem, šuma, naročito posljednjih godina, učestvuje u razvoju ekonomskog turizma i na ovaj način osigurava zemlji značajne prihode. Sama važnost šume za Hrvatsku, a i čitav svijet, upućuje na važnost očuvanja od katastrofa kao što su požari. U radu ću opisati kronologiju nastanka šumskog požara. U kratkim crtama je rečeno što je to šumski požar i koji su njegovi tipovi, opisan je nastanak i taktika gašenja požara, i odabir odgovarajućeg nastupa za pristup, lokaliziranje i gašenje istog. Za sve to je važno poznavanje opreme za gašenje i dobavu vode, snalaženje i gašenje teško pristupačnih mjesta, izvrsna uigranost vatrogasnih timova, te dobra komunikacija između gasitelja, zapovjedništva na lokalnoj i županijskoj razini te pravovaljana reakcija zapovjedništva s operativnim centrom „Divulje“ do dolaska zračnih snaga, u pomoć zemaljskim snagama na terenu. Ne adekvatnim pristupom i neorganiziranim vođenjem postrojbe i ne poznavanjem potrebe za aktiviranjem pomoći na županijskoj razini ili zračnih snaga, može doći do iscrpljivanja ljudstva, pada koncentracije i snage, a na kraju i do povreda i ekoloških katastrofa. Pisat ću i o uređajima i opremi za gašenje koja je potrebna za izvođenje valjanog taktičkog nastupa budući da je bez nje gotovo nemoguće ugasiti odnosno na vrijeme lokalizirati požar.

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

Predmet završnog rada je detaljna analiza samog nastanka šumskog požara, njihove razorne moći i utjecajima koji ga omogućuju, pospješuju ili gase. Pod pogodnim atmosferskim utjecajima koji su glavni i bitni čimbenici za nastanak šumskog požara uz izvore paljenja biti će objašnjen faktor čovjeka njegova uloga u samom nastajanju požara, ali isto tako i gašenju. Vatrogasna oprema kao i vozila, pa i njihova taktička korist na terenu od velike je važnosti za samo obuzdavanje vatrene stihije koja za posljedice ne nosi samo ekološke štete, već psihološke po vatrogasce, a i ljude koji žive u pogođenom području. Cilj završnog rada je dati osnovne potrebne informacije od polazne točke požara sve do samog gašenja istog, kako bi pobudio svijest o važnosti šumskih požara za mjesta na kojima borave ljudi, pa isto tako i za mjesta koja krase domovinu. Nužnost te pokušaj utvrđivanja za opremanjem vatrogasnih jedinica odgovarajućom opremom, obnavljanje voznih parkova te potaknuti ljude da u što većem broju prihvate vatrogasni poziv te takvim ljudima omogućiti kvalitetno obrazovanje i ponuditi im mogućnost za napredovanje u njihovom financijskom, a i poslovnom djelu.

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

Za pisanje završnog rada korišteno je više stručnih literaturnih izvora, raznih internih prezentacija postrojbi, te stručnih članaka, kao i strana literatura kako bi proširio već poznate podatke o šumskom požaru. Razna prisustva na stručnim osposobljavanjima i skupovima te poznanstva i znanja koja sam stekao kroz svoj put. Jedan od glavnih, ako ne i najvažnijih izvora koji mi je uvelike pomogao u pisanju završnog rada bila su iskustvena znanja više stručnih osoba te naputci više kolega kao što je zapovjedništvo JVP Rijeka, Dobrovoljne vatrogasne postrojbe Sušak pa i naputci i smjernice mentora. Potpomognut sam i svojim do sad stečenim iskustvenim znanjem sa samih intervencija, što sam mogao potkrijepiti slikama s terena, rad u vatrogasnoj jedinici kao glavni adut, što mi je uvelike pomoglo pri izradi rada kako bih na što jednostavniji način obradio inače jedno jako veliko i široko područje u kojem kao vatrogasac ne osporavam i ne zanemarujem ni jednu točku koja je prisutna u ovoj problematici.

## 2. ZEMALJSKE VATROGASNE SNAGE

Osoba, školovana i opremljena za zanimanje vatrogasac (Slika 1.), nezamjenjivi je stručni faktor za gašenje šumskih požara. Pored sve prisutne tehnologije današnjice jedino osoba može konačno potvrditi kraj gašenja šumskog požara. Vatrogasci nikad ne znaju, kada i gdje će završiti na terenu, danju, noću ili po svim vrstama vremenskih neprilika, zato moraju biti pravovaljano obučeni i opremljeni za sve nepogode s kojima se na dnevnoj razini susreću i uvijek spremni. Katkad problem predstavljaju teško pristupačni tereni koje moraju savladati pješke, zbog ne mogućnosti ikakvog pristupa vozilom. Tu dolazi na vidjelo sva fizička spremnost vatrogasca kao i vatrogasna tehnika koja se primjenjuje kako bi se ostvario cilj, a to je naposljetku lokaliziranje, odnosno gašenje požara i sprječavanje, kako ekoloških katastrofa tako i mogućih posljedica po ljude u blizini. [1]



Slika 1. Vatrogasno odjeljenje (Izvor: Autor rada)

## 2.1. Osobna zaštitna oprema

Vatrogasno zanimanje je posao sa visokim rizikom i vrlo velikom mogućnošću nastajanja ozljeda prilikom obavljanja bilo koje vrste intervencija. Svakodnevno susretanje s opasnostima doprinijelo je dugogodišnjem razvoju vatrogasne zaštitne opreme kako bi donekle vatrogasac ostao zaštićen. Na državnoj razini vatrogasci su jednako obučeni i školovani za rad, pa tako i uvijek jednako zaštitno opremljeni, osobnu obveznu zaštitnu opremu (Slika 2.) čine: kaciga, potkapa, lampica, zaštitno odijelo (nomex), radio veza, rukavice i čizme [1]. Šumski požari predstavljaju povećan oprez zbog mogućnosti različitih mehaničkih, toplotnih, plamenih, dehidracijskih ozljeda, pa tako i nažalost ozljede nastale od strane fragmenata detoniranih zaostalih protu pješačkih mina i eksplozijskih naprava iz rata. Vatrogasci sprječavaju ili uvelike smanjuju takve ozljede pravovaljanom zaštitnom odjećom i obućom koja je u skladu s europskim normama i određene je normirane kvalitete i kakvoće te je po unaprijed određenim standardima. [1]



Slika 2. Osobna zaštitna oprema (Izvor: Autor rada)

## 2.2. Tjelesni zahtjevi

Prosječni vatrogasac može, jedan kilometar prijeći za 10 do 12 minuta. Na planinskom terenu za svakih 100 metara visine potroši se dodatnih 15- tak minuta. [2] Putem se, bilo na strmini, bilo na ravnom, može javiti i potreba za uklanjanjem raslinja, za što također treba utrošiti određeno vrijeme. Za spuštanje s neke visine terena, je potrebno upola manje vremena. Noću brzina kretanja pada ovisno o vidljivosti, umoru i kakvoći terena. Ovome treba pridodati ključno vrijeme i napore koje vatrogasac treba odraditi, a to je teško vrijeme gašenja i obuzdavanja samog požara. Otprilike svakog jednog sata, vatrogascu je nužan kraći predah, ne dulji od 10 minuta, pritom pazeći da se ne bi ohladio, a potom ujedno i prehladio (Slika 3.). Kako bi kretanje uz strmi teren i dugačke obronke, bilo kud i kamo jednostavnije i sigurnije, vatrogasac se kreće u „cik-cak“ liniji, a ne pravocrtno uzbrdo. Zbog klizanja i poticanja, kretanje po strmini, te glatkoj, ili lišćem prekrivenoj kosini, može biti pogibeljno, kao i po kamenitoj površini, pa se mora dobro paziti kamo se staje, kako bi se izbjeglo odronjavanje. Posebnu pozornost posvećuju da se po pepelu i žaru gazi, samo koliko je neizbježno potrebno. Sve to iziskuje koncentraciju i tjelesno zahtjevno naprezanje. [2]



**Slika 3. Odmor vatrogasaca nakon teške noći u borbi sa vatrenom stihijom [2]**



### 2.3. Orijentacija i kretanje u prirodi

Poteškoće u orijentaciji, gotovo su česta i svakodnevna pojava, ne samo u normalnom kretanju prirodom, već i za željom nalaženja najboljeg puta do same fronte požara u prirodi (koju dovoljno ne poznajemo) (Slika 4.). Važno je na koristan i jednostavan način predstaviti osnovna znanja i informacije o orijentaciji, te na taj način pospješiti donošenje brzih i ispravnih odluka, kada u prostoru tražiti odgovarajući smjer, najlakši i najkraći put do cilja, put do mjesta same intervencije i slično. Lako je moguće da osoba doživi izvanrednu situaciju sama. Zato je od iznimne važnosti orijentacija koja označava utvrđivanje svog trenutnog položaja s obzirom na smjer ili neku točku, odnosno samog položaja u prostoru. Kretanje prirodom ima svoje zahtjeve, zamke i zakonitosti. Svako pretjerivanje u smislu prenaprezanja svog tijela, nepoštivanje zakonitosti prirode i podcjenjivanje opasnosti može biti fatalno. U svakidašnjim vatrogasnim aktivnostima, gdje o brzini reakcije i samog vođenja intervencija, u prirodi direktno ovise životi ljudi, materijalna šteta i drugo, posebno je važno pravilno odlučiti o pristupu i nastupu na mjestu požara. [3]



Slika 4. Savladavanje gotovo nepristupačnog terena (Izvor: Autor rada)

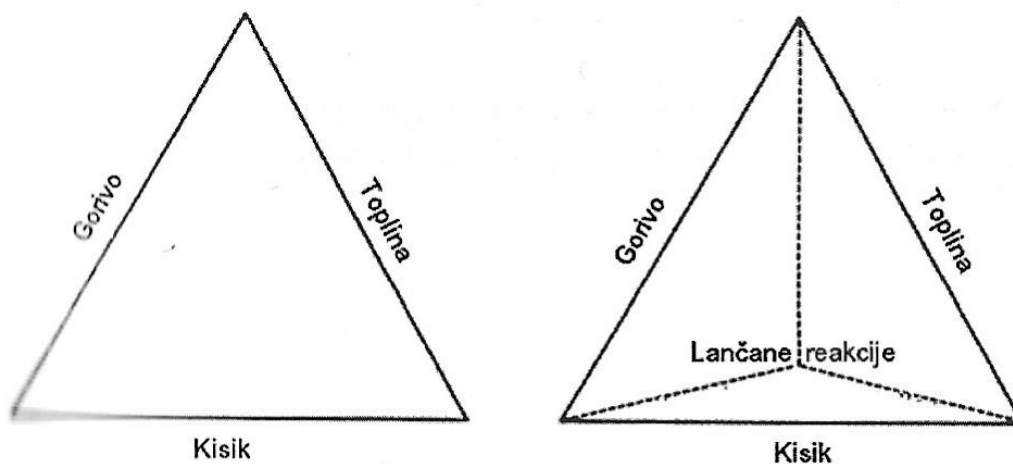


### 3. TEORIJA GORENJA

Djelotvorna i nažalost gotovo svakodnevna borba protiv požarne, odnosno vatrene, stihije ovisi o poznavanju temeljnih načela svojstava vatre i poznavanje svojstava gorenja. Nepoznavanje osnovnih načela, prilikom gašenja i lokaliziranja šumskog požara može doprinijeti donošenju pogrešnih zaključaka i odluka, zatim do izbora pogrešnih postupaka i taktika i konačno do poraznog, ne željenog rezultata. Gorenje i vatra predstavljali su dugi niz godina veliku nepoznanicu. U davnim vremenima naših predaka, vatra je bila dar bogova, a kasnije jedinstvena pojava koju su pokušavali razjasniti mnogi. Poznati francuski kemičar Antoine Lavoisier (1772. godine), dao je objasniti gorenje, kao samo održavajući proces brze oksidacije gorive tvari u kojem goriva tvar burno reagira s kisikom iz zraka. [4]

Kemijskom reakcijom oksidacije, u procesu gorenja, oslobađa se toplina koja se širi u okolinu. U području gorenja razvija se vrlo visoka temperatura od nekoliko stotina do nekoliko tisuća stupnjeva Celzijevih. Uslijed visoke temperature iz reakcijske zone gorenja (plamena) razvija se žarka i vidljiva svjetlost. Gorenjem nastaju produkti, koji zaostaju na mjestu gorenja ili se u obliku plina ili dima raspršuju u okolinu. [4]

Za nesmetano odvijanje procesa gorenja potrebno je : Goriva tvar, Oksidans, Toplina, (trokut gorenja), te Nesmetano odvijanje lančanih reakcija (tetraedar gorenja) (Slika 5.) [5]



Slika 5. Požarni trokut i vatreni tetraedar [5]

### **3.1. Karakteristike goriva i primjeri temperatura paljenja materijala u zraku**

Drvo je organski materijal, sadrži različite spojeve vodika (cca 6%), ugljika (cca. 50%) i kisika (cca. 44%) [6]. Važniji sastojci drveta su hemiceluloza i celuloza, prirodni polimeri, te lignin, koji sadrži aromatične alkohole. Omjer pojedinih sastojaka ovisi o uvjetima uzgoja, vrsti drva i vlažnosti. Drvo pod utjecajem topline se kemijski razgrađuje procesom pirolize. Kako temperatura raste počinje i piroliza, (razgradnja) celuloze [6]. Prvo se u početnoj fazi iz drveta oslobađa vodena para. Uslijed daljnjeg zagrijavanja nastavlja se i piroliza, počinju izlaziti zapaljive i nezapaljive pare. Zapaljivi plinovi miješaju se sa zrakom, te se zapale na donjoj granici zapaljivosti uz nadodanu energiju (temperaturu) paljenja (Tablica 1.). U ovoj fazi karakteristično se odvija izgaranje s plamenom u plinovitoj fazi. Na otprilike 300 Celzijevih stupnjeva, drvo se zagrijava do te mjere da počne ispuštati zapaljive plinove koji se zapale u dodiru s kisikom u zraku ( za plastiku i drvo, raspon paljenja je od 200 do 480 Celzijevih stupnjeva- ovisno o vrsti drveta i njegovoj vlažnosti [6]). Ugljični dioksid, vodena para i dim, koji se sastoji od malih vrlo finih krutih čestica, počinju brzo izlaziti iz drveta. Oslobađanje zapaljivih plinova je toliko intenzivno da onemogućuje kisiku, da dopre do površine drva i time sprječava sagorijevanje slojeva ugljena. Nadalje, kada se proces pirolize počinje zaustavljati, kisik ima pristup površini drvenog ugljena. Pri kraju procesa, ostaje samo ugljik u obliku sloja drvenog ugljena koji počinje gorjeti bez plamena. Gorenje žarnom ili se događa u drvu samo u posljednjoj fazi pirolize ili u iznimnim slučajevima kada se spriječi stvaranjem vlage i plinova (gašenje retardantima). Proces pirolize počinje na površini drva i širi se po unutrašnjosti drva. Gorivo se može zapaliti zapaljenom opuškom, šibicom ili munjom. Naravno samo paljenje ovisi o vremenu izloženosti goriva izvoru topline. Suhe smrekove iglice zapalit će se u samo nekoliko sekundi, plamenom šibice. Na količinu kisika u prirodi utječe i vjetar koji obično ubrzava proces gorenja i širi vatru na veće udaljenosti. [6]

Tablica 1. Temperature paljenja za različite materijale [6]

| MATERIJAL      | TEMPERATURA PALJENJA/ °C |
|----------------|--------------------------|
| Drvo smreke    | 200                      |
| Bukovo drvo    | 295                      |
| Hrastovo drvo  | 340                      |
| Novinski papir | 185                      |
| Krep papir     | 280                      |
| Drveni ugljen  | 140-200                  |
| Pamuk          | 450                      |
| Duhan          | 175                      |
| Bijeli fosfor  | 30                       |
| Dinamit        | 180                      |

Izgaranje također proizvodi svjetlost i toplinu. Boja plamena također se može koristiti za određivanje približne temperature [6]:

-na 400 C- prvo bojanje, slab bljesak, sivi sjaj

-na 700 C- tamnocrveni sjaj

-na 900 C- svijetlocrveni sjaj

-na 1100 C- žuti sjaj

-na 1300 C- početni bijeli sjaj

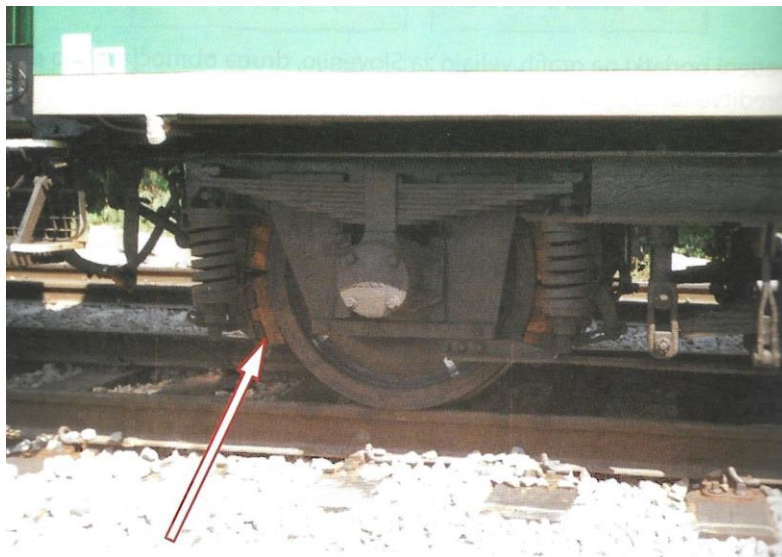
-na 1500 C- savršen jarko bijeli sjaj, koji ostaje i na višim temperaturama. [6]

#### 4. ŠUMSKI POŽAR I NJIHOV ZNAČAJ

Velik broj čimbenika negativno utječe na zdravlje šume, a u nekim slučajevima ugrožavaju čak i njezin opstanak. Za opstanak šume naročito su opasne snijeg, oluja, mraz, odnosno elementarne nepogode i štetni organizmi – insekti, šumska divljač i bolesti. Međutim čovjek svojim raznolikim aktivnostima, vezanim za šumu- požari, industrijska zagađenost atmosfere, motorizacija, sječa, turizam- najviše ugrožavaju njen opstanak. Od već spomenutih štetnih faktora, po svom razornom djelovanju šumski je požar posebno opasan. Tamo gdje se javi, pogotovo, ako zahvati veliku površinu šume, razorno djeluje na sve njene komponente, uništavajući, pored šumskog drveća i svu ostalu živu prirodu- biljni i životinjski svijet, pa čak i izaziva određene promjene i poremećaje u površinskom sloju zemlje. Šumski požar pripada prirodnom fenomenu koji može biti definiran i kao prirodna nesreća [1]. Štete nastale od požara, zbog izgorene drvene mase, uvećavaju se s troškovima ne planiranog pošumljavanjem na tim površinama, a koji su znatno veći od troškova redovnog pošumljivanja. Takva vrsta pošumljivanja obavlja se vrlo teško, pogotovo kada se radi sa izvjesnim zakašnjenjem, a ponekad je čak i nemoguće, kao što je slučaj na mnogim površinama u Dalmaciji, Makedoniji, Srbiji, Hercegovini i Crnoj Gori [1]. Osim toga, tamo gdje novo pošumljavanje ipak uspije, treba čekati minimalno 50-100 godina da bi se iz nove šume moglo ponovo koristiti drvo [1]. Ekonomski efekt šteta nastalih od šumskih požara samo je jedan od problema. Daleko najnepovoljniji efekti javljaju se u biološkoj prirodi šume, jer se mijenja čitava čovjekova prirodna okolina odnosno psihološki efekt koji djeluje na čovjeka u kraju izgorenom od požara. Stoga, gubi se zaštitna uloga šume, prvenstveno zaštita zemljišta od erozije, zaštite rezervoara, remeti se reguliranje hidrološkog sistema i akumulacija sa vodom od nanosa, kiše, pogotovo ako su jačeg intenziteta, mogu na ogoljeloj površini izazvati ozbiljne poplave. Isto tako, šumski požari mogu preko noći izmijeniti i smanjiti ljepotu jednog kraja i pejzaž. Požar istovremeno smanjuje rekreativni karakter, te izaziva psihološki nemir, a u slučaju ogoljavanja povećih površina dolazi čak i do iseljavanja stanovništva. Površina na kojoj se javi, šumski požar, ne uništava samo šumu, već zahvaća i dugo čuvane poljoprivredne površine pritom uništavajući ratarske kulture, sadnice voća, kao i zgrade, kuće, električne stupove, mostove i drugo. Šumski požar je u nekim slučajevima prava katastrofa, odnosno tragedija jer u njemu stradaju na žalost i ljudski životi. [1]

#### 4.1. Uzroci požara

Iako vrlo često dolazi do stvaranja mogućih uvjeta za pojavu požara, on se ne javlja uvijek zahvaljujući nizu okolnosti od kojih je daleko najvažnija dobra organizacija protupožarne službe i zaštite. No kada se požar ipak pojavi, nužno je i potrebno istražiti uzroke zbog kojih je i došlo do požara. Analizirajući puno požara u šumarstvu i drvnoj industriji, gotovo u velikom se broju slučajeva pojavljuje čovjek koji svojom nepažnjom ili nemarom dovodi do požara. Gotovo 40% od svih analiziranih požara u Hrvatskoj nije utvrđen pravi uzrok [4]. Dok u ostalim požarima čovjek je skrivio oko 55% požara, svi ostali uzroci iznosili su svega oko 5%. [4] Nema potrebe govoriti o namjernim podmetanjima šumskih požara jer oni su djelo osvete, neprijateljskih misija, ili u nekim slučajevima, djelo neuravnoteženih osoba, piromana. Čovjekova nepažnja, je gotovo u svim zemljama svijeta, jedan od glavnih uzroka zbog kojih se dešavaju šumski požari. Odbačeni opušci cigareta, neugašene šibice te slobodno loženje u blizini šume bez odgovarajućeg nadzora i loženje u šumi za vrijeme zabrane paljenja vatre na otvorenom prostoru, paljenje korova, kampiranje, nepažljivo rukovanje strojevima i sl. Jedan karakterističan primjer uzročnika paljenja i nastajanja požara u našim krajevima su i užarene pakne lokomotive (Slika 6.) koje pucaju uslijed kočenja i visokih temperatura te mogu letjeti od pruge i preko 100m te vrlo lako započeti požar. [4]



Slika 6. Pakne na lokomotivi [7]

Spomenuto je da požare u prirodi mogu uzrokovati prirodne pojave, tehnički uređaji ili ljudi. U prirodne pojave ubrajamo statički skok, vulkansku erupciju, grom i spontano sagorijevanje. Munje gotovo uvijek izazivaju požare na teško dostupnim mjestima (Slika 7.), gdje je gašenje ne praktično.[4]



**Slika 7. Požar uzrokovan udarom munje (Učka, 1000m nadmorske visine, (Izvor: Autor rada))**

U prvoj fazi udara groma, teče struja od oko 1000A, što prouzrokuje pregrijavanje okolnog zraka. Iako djelovanje munje traje samo oko 100ms, enormna energija uzrokuje paljenje debla drveća, a potom i brzo širenje požara. Munje često pogađaju teško dostupna planinska područja. [7]



## 4.2. Ključni faktori šumskih požara

Čimbenici koji utječu na brzinu širenja požara, kao što su vlažnost zraka, vjetar, sadržaj vode u gorivu, količina gorive tvari, raspored u vrsti goriva, reljef i površina (ekspozicija). Bez gorivog materijala ne može doći ni do gorenja. Što je veća količina, kvalitetnog goriva na raspolaganju, to je gorenje jače i snaga vatre veća. Zapaljivost i zapaljivost materijala srodno su povezani s vremenom i razvojnim stadijem biljke, odnosno količinom slobodne vode u biljci [7]. Koprnene biljke u malom gorućem materijalu relativno brzo upijaju prihvatljivu količinu vode, ali se brzo i osuše. Deblji zapaljivi materijal upit će veću količinu vode i stoga ostaje suh u najdebljem dijelu, s nešto vlage. Požar započinje sitnim zapaljivim materijalom, zatim ovisno o vremenu, širi se na deblji materijal i nešto veće biljke (Slika 8.). Količina zapaljivog materijala na tlu mjeri se vaganjem (kilogram/m<sup>2</sup>) i na temelju toga se utvrđuje gorivost zapaljivog materijala u energiji požara. Približna kalorijska vrijednost je između 12 000 kJ/kg i 20 000 kJ/kg. [7]



Slika 8. Razvoj požara promatran s osmatračnice (Izvor: Autor rada)

#### 4.2.1. Vjetar

Vjetrovi isušuju gorivi materijal i sa gledišta vatrogasaca izuzetno nepovoljno djeluju na sam požar, zbog prijenosa iskri i plamena. Kada je tijekom gorenja prisutan vjetar, stup plamena i vrućih plinova naginje se iz okomitog položaja prema smjeru vjetra. Materijali izloženi ugrijanom vrućem zraku brzo se zagrijavaju, suše i zapale. Tvari, koje su u suprotnom smjeru od vjetrova, hlade se valovima hladnijeg zraka. Ova činjenica je važna za ispravnu procjenu lokaliziranja požara. Kada vjetar povuče iskre izravno iz vatre, nosi ih u smjeru valova i do 100 metara dalje [7]. Raspon iskri ovisi o snazi toplinskog vala, brzini te o veličini iskre. One lakše lete dalje od težih. Prisustvo te rad vatrogasaca i drugih ljudi u zoni djelovanja užarenog vjetra je smrtonosan. Ljudskom organizmu otrovni te vrući plinovi, goruće čestice, čađa i nedostatak kisika izazivaju nepopravljive posljedice na dišni sustav i druge dijelove tijela. U razdoblju vrlo niskih temperatura negativne posljedice po zdravlje za vatrogasce imaju i vjetrovi koji dodatno ohlade tijelo i pojačavaju osjećaj hladnoće. Klasifikacija vjetrova prema snazi vrši se na ljestvici od 0 do 17. Jačina vjetra 0 je bez vjetra, gdje se dim diže okomito. Umjereni vjetrovi razine 4 pomiču grane ili zastavice za na mostovima. Olujni vjetrovi razine 7 oslabljuju stabla. Jaka oluja brzine 24,5-28,4 m/s ima razinu 10 i već čupa drveće.[7] Vjetrovi iznad razine 12 prouzrokuju devastaciju i razaranja. Mjerenje vjetra provodi se na visini od dva metra od tla kako bi se ostvarila što preciznija mjerenja. Porastom brzine vjetra iznad 15 km/h (4,2 m/s) na požarištu, moramo biti iznimno oprezni i neprestano promatrati okolinu. [7]

#### 4.2.2. Vlaga

Kada govorimo o vlažnosti zraka, govorimo o prisustvu vlage u zraku i vlažnosti vegetacije. Vlažnost zraka mjeri se higrometrima i označava % (relativna vlažnost zraka)[7]. Ovi podatci nam predočuju koliko je vlage prisutno u zraku u odnosu na točku rosišta. Topliji zrak može sadržavati nerazmjerno veće količine vlage. Vlažnost vegetacije naravno ovisi o vlažnosti zraka te količini oborina. Najveća požarna opasnost je u toplim i sušnim razdobljima u ljetnim mjesecima, kada se vegetacija osuši ili čak uvene (Slika 9.). Povećanjem relativne vlažnosti zraka slijedi pogoršanje vremena što ukazuje na pritjecanje vlažnijeg zraka. Relativna vlažnost u iznosu od 50 % znači da zrak može sadržavati onoliko vlage koliko trenutno ima. U zraku se nalaze najmanje lebdeće kapljice oblaka koje nikada ne padnu na tlo i mjere do 10 mikrometara, dok one najveće kapi kiše mogu biti veličine do 5 milimetara jer se veće kapljice pod utjecajem zraka lako razbiju [7]. Tokom zimskog razdoblja vegetacija dugo može biti



prekrivena ledom ili snijegom. Pod snijegom ili ledom tlo je obično mokro, a ta vlaga može dugotrajno odgoditi razvoj požara. Za vrijeme požara potrebno je napomenuti i stvaranje posebnih oblaka. Pirokomulus je gusti kumulusni oblak povezan s vulkanskom erupcijom ili požarom. Pirokumulus je često sive do smeđe boje zbog sastava pepela i dima. Često se može brzo proširiti ili povećava se zbog pojačanog stvaranja kondenzacijskih jezgri u prisutnosti raznovrsnih čestica, što za posljedicu može imati stvaranje nove oluje, a munje mogu zapaliti nove požare. Često se događa istodobno s vatrenom olujom, no ta se dva fenomena mogu dogoditi neovisno jedan o drugom. Uglavnom su prisutni u područjima s visokim stupnjem opasnosti od požara poput Azurne obale, Kalifornije i jugoistočne Australije [7]. U odnosu na vatru, pirokumulus može pospješiti ili spriječiti širenje vatre. Ponekad se vlaga iz zraka kondenzira te zatim padne na područje požara kao kiša, koja ga može i ugaziti. [7]



**Slika 9. Suha vegetacija u ljetno doba kao okidač za nastali požar (Izvor: Autor rada)**

#### 4.2.3. Temperatura

Temperatura je ta koja presudno ima najveći utjecaj za nastanak šumskih požara. Porastom temperature dolazi do sušenja vegetacije. Temperatura također uzrokuje nastanak raznih vjetrova i posljedično veće sušenje vegetacije. Temperatura se može označiti jedinicom K (u Kelvinima se mjeri termodinamička temperatura) ili C (Celzijus).[7] Kod izgaranja krutih tvari bitne su temperature komore za izgaranje i mjesta paljenja.

Temperatura paljenja je temperatura pri kojoj se tvar spontano daje upaliti bez vanjskog izvora paljenja. Temperatura paljenja drva je između 280-350 Celzijevih, ovisno o debljini i vrsti drva. Temperatura ložišta nam govori na kojoj temperaturi se još odvija proces lančanog gorenja. [7]

#### 4.2.4. Godišnja doba

Godišnje doba u pravilu određuje količinu padalina, temperaturu te druge čimbenike koji značajno utječu na nastanak i razvoj požara. U Hrvatskoj najmanje požara je u proljeće, jer u tom razdoblju biljke imaju sposobnost upijati ogromne količine vode i nalaze se u fazi bujnog rasta. Travanj je poslovično i statistički najkišovitiji mjesec u godini. Najveća požarna opasnost postoji u ljetnom razdoblju godine, posebice tijekom dugog razdoblja visokih temperatura s vrlo malo oborina, kada se biljke počinju sušiti. U svakom slučaju, općenito možemo reći da je rizik od požara diljem svijeta, najveći u ljetnom razdoblju (kolovoz)[7]. Godišnje doba također ima utjecaj na aktivnost ljudi u prirodi, krajem zime najbolje je vrijeme za krčenje grmlja i sječu stabala, a ljudi ujedno i spaljuju otpad. U mnogim slučajevima vatra izmakne kontroli uslijed vjetra ili ne adekvatnog nadzora i izazove novi požar u okolnom području. [7]

#### 4.2.5. Reljefni oblici

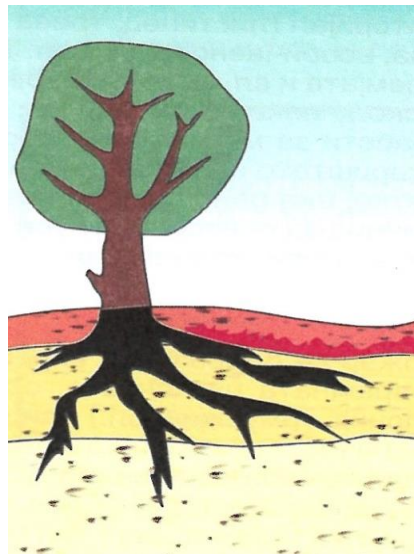
Reljef je površina zemljine kore s prirodnim nastalim ravnim i neravnim krutim oblicima tla. O reljefu ovise gotovo sve pojave na površini Zemlje: naoblaka, insolacija, vlaga zraka, temperatura, i tlak, vrsta i raspored padalina, jačina, pravac i učestalost vjetra, pojava grmljavine, kiše, rose, magle, mraza i dr. Reljef je stalno stanje za razliku od promjenjivih meteoroloških prilika. Na površini reljefa je mrtvi i živi pokrov. Živi pokrov sastoji se od prirodnog raslinja i umjetno uzgojenih šumskih i poljoprivrednih kultura. Mrtvi pokrov reljefa tvore različita tla i mrtvi organski pokrov: stelja tekuće i stajaće vode. U ukupnom djelovanju reljefa na ponašanje požara utječe, osim geografskom smještaja, i njegova veličina, pravac pružanja i razvedenost te pojedinačni reljefni čimbenici odnosno parametri: -nadmorska visina, nagib, izloženost prema sunčanim zrakama (stranama svijeta) ili vjetrovima, oblici terena (ispuni, udubine, ravnice).[2] Osobitosti reljefa i reljefni čimbenici utječu, pojedinačno ili skupno, na vremenske prilike i podneblje, na tlo i u zajedničkom učinku na vegetacijski pokrivač. [2]

## 5. VRSTE ŠUMSKIH POŽARA

Gorivi materijal u šumi može se nalaziti pod zemljom- treset, naslage mahovine, ulje i dr., na površini zemlje- šumska stelja koja leži i niska prizemna vegetacija, kao i nad zemljom na visini i do više desetina metara- veliko drveće. Prema mjestu gdje se u šumi nalazi gorivi materijal koji može biti zahvaćen požarom, razlikuju se podzemni, prizemni i visoki šumski požar, ili požar krošnji. Dok su podzemni i prizemni požari jasno ograničeni mjestom gdje se nalazi gorivi materijal, dok kod visokog požara, pored krošnji, vatra zahvaća i materijal na površini zemlje. Kažemo da uz požar krošnji, obično ide i prizemni požar, koji često prethodi požaru krošnji. Postoji više vrsta klasifikacija požara, ali je podjela na podzemni, prizemni i požar krošnji najjednostavnija i dovoljna podjela. [1]

### 5.1. Podzemni šumski požar

Podzemni požari u šumi (Slika 10.) kod nas su dosta rijetki. Kod njih vatra obično „tinja“ ispod površine zemlje kada gori duboko u gustim naslagama treseta, mahovine, razloženog lišća, žila i panjeva te drugih otpadaka. Podzemni požar se dosta teško otkriva, nekada prođe i do mjesec dana, pogotovo ako se javi u šumama koje su dosta udaljene od naselja. Njegovo gašenje iziskuje puno vremena i veliki angažman vatrogasaca na terenu. Otkrivanje preostalih tinjajućih dijelova vrši se termovizijskom kamerom. [1]



Slika 10. Podzemni šumski požar [6]

## 5.2. Prizemni šumski požar

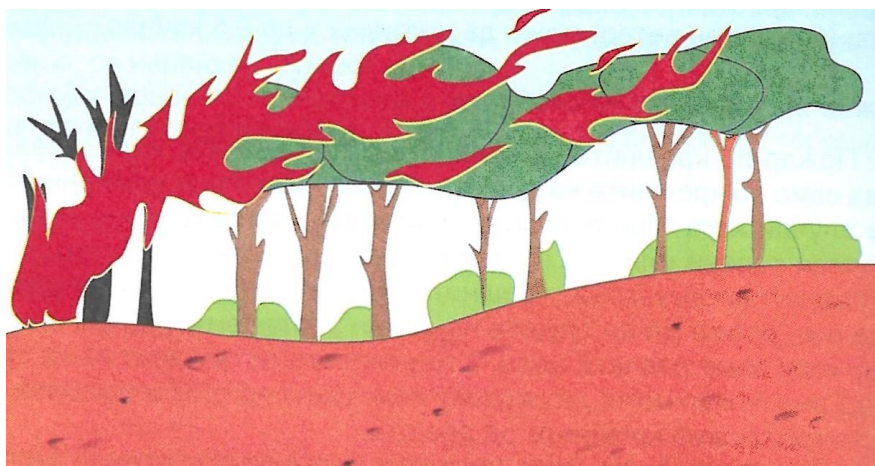
Od ukupnog broja šumskih požara, koji se godišnje javljaju u Hrvatskoj, prizemni požar (Slika 11.) je najčešći [7]. Ova vrsta požara zahvaća gorivi materijal, kao što je: suha trava, otpaci od drveta i grmlje. U ovom gorivom materijalu najčešće nalazimo obilje malih, lako zapaljivih čestica koje potpomažu gorenju. Vatra prilikom ovakvih požara može se brzo širiti kroz rastresiti gorivi materijal, kao što je žbunje ili trava, naročito nošena vjetrom, ili će tinjati polako kroz naslage gorivog materijala, često sklonjenog od vjetra. Ako se na površini zemlje nalazi dovoljno kompaktnog gorivog materijala, prizemni požar može postati iznimno jak i preći u krošnje drveća, gdje će se razviti visoki požar odnosno požar krošnji. Ako se na zemljištu nalazi dosta panjeva ili debljih otpadaka drveta, gorivog materijala nastalog vjetrovima, mrazovima, snijegom, bit će dosta teško takav požar suzbiti. [1]



Slika 11. Prizemni šumski požar [7]

### 5.3. Šumski požar u krošnjama

Požari ove vrste nastaju kada vatra dospije u krošnje šumskog drveća i zapali visoka stabla. Vatra u krošnjama (Slika 12.) se brzo širi potpomognuta zelenim lišćem četinarskog drveća i dostiže brzinu i do 10 km/h.[1] U krošnjama nastaju veliki plameni jezici i iznimno jaki vrtložni stupovi, proizvodeći vatreno kovitlanje sa obiljem zapaljivih iskri i ugaraka. Požari krošnji najčešće se javljaju u periodima velikih suša i jakih vjetrova i dosta ih je teško obuzdati.  
[1]

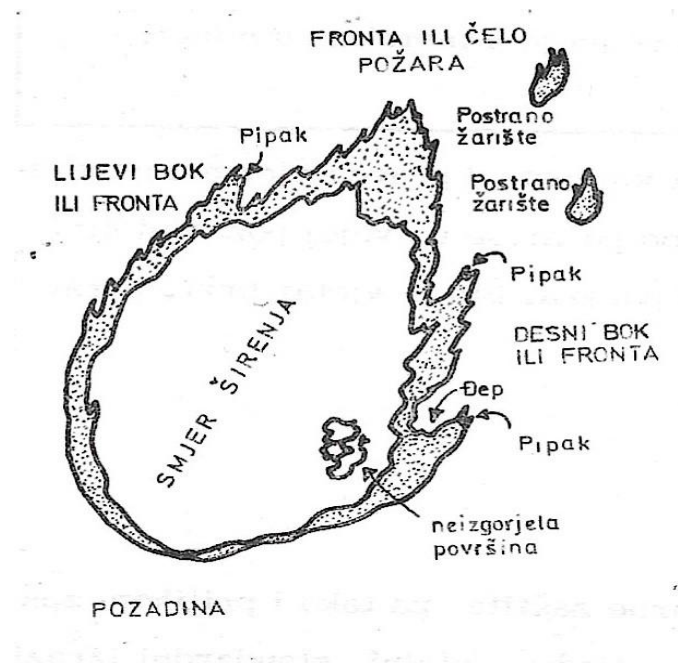


Slika 12. Šumski požar u krošnjama [7]

U terminologiji protupožarne zaštite , pa tako i prilikom zaštite šuma od požara, upotrebljavaju se stalni, pojedini, standardni izrazi, koje je potrebno poznavati, kako u samoj akciji gašenja ne bi dolazilo do eventualnih nesporazuma Iz slike (Slika 13.) mogu se uočiti slijedeći izrazi:[4]

- Čelo i fronta požara: Pojas napredovanja vatre
- Pozadina požara: Površina iza fronte na kojoj je izgorjela većina materijala
- Žarište požara: Mjesto gdje je započeo požar
- Smjer širenja: pravac kretanja vatre
- Lijevi/desni bok ili krilo: Po strani položaj požara, gledajući u smjeru širenja požara

- Požarni pipci: Vatreni jezičci, obično na krilu požara gdje se vatra brže širi
- Požarni džepovi: Površina na krilima požara koje vatra zaobilazi iz bilo kojeg razloga
- Ne izgorjela površina, otok: Dijelovi ne izgorjele površine u pozadini požara. Obično ostaju nakon djelovanja pipaka
- Postrani požar: Požar koji nastaje ispred fronte požara preletom iskri i postaje žarište za daljnji razvoj požara [4]



**Slika 13. Nazivlje pojedinih mjesta na požarištu [4]**

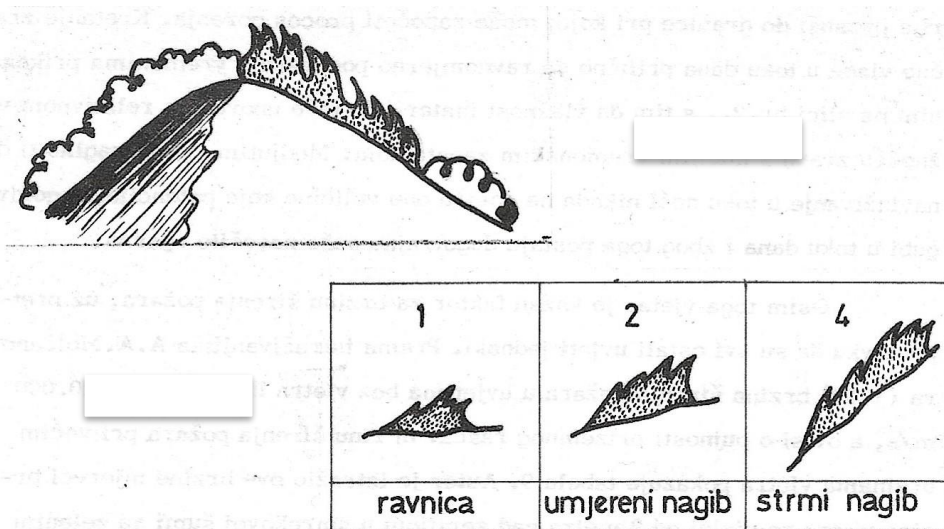
Navedeni izrazi upotrebljavaju se bez obzira o kakvoj vrsti požara je riječ, a koji će nam biti potrebni radi praćenja razvoja požara u različitim uvjetima. Na ravničarskim terenima šumski se požar, u uvjetima bez vjetra, razvija poprilično pravilno. On postepeno gradi oblik, više manje pravilnog kruga, u čijem središtu, nakon prolaza vatre, ostaju samo tinjajući ugarci, truli tinjajući panjevi i sl. Rijetki su požari koji se javljaju u takvim uvjetima. Obično se požar pojavljuje uz različite brzine vjetrova što ima presudan utjecaj na njegovu brzinu širenja, kao i na oblik kojeg poprima već izgorjela površina. Požar postepeno gradi oblik elipse koja je sve



izduženija, što je brzina vjetra veća. Prilikom njegova širenja u koncentričnim krugovima postoji samo fronta požara unutar koje se nalazi „pozadina“, a ne postoje krila niti smjer širenja. Požarni pipci mogu se razviti, s obzirom na vlažnost vegetacije, kao i džepovi, a unutar pozadine mogu se naći neizgorjeli otoci. Do po strani dodatnih požara preletom iskri uglavnom ne dolazi .[4]

Šumski požari razvijaju se na padinama nešto različitiije od opisanog. U uvjetima bez vjetra, što je gotovo pa nemoguć slučaj, jer se vjetar pojavljuje u takvim prilikama i kao posljedica požara, požarna površina poprima oblik trokuta kojem je vrh usmjeren prema mjestu izbijanja požara. Što je veća nagnutost terena, kut nasuprot vrha padina postaje sve oštriji (Slika 14.). [4]

Prema tome, u takvim se uvjetima frontom ili čelom požara smatra vatra, koja se širi uzbrdo, dok svi ostali izrazi ostaju nepromijenjeni [4].



**Slika 14. Utjecaj nagiba terena na širenje vatre [4]**

Nagib terena znatno utječe na brzinu širenja vatre, kako je to već i prikazano. Međutim, ova konstatacija vrijedi samo do izvjesnih granica, jer vrlo velike strmine, naročito ako kamenje izbija na površinu, predstavljaju zapreku za brzo širenje požara. Vjetar u brdskim uvjetima pospješuje ubrzano širenje požara i djeluje na stvaranje požara po strani na nižim položajima od mjesta nastanka primarnog požara. [4]

Požari koji nastaju u uskim dolinama i jarcima, osim što se razvijaju prema vrhu jarka, postepeno se šire i na padine koje zatvaraju udolinu ili jarak. U tom se slučaju svaka padina ponaša poput samostalnog požara i penje se prema vrhu svoje strane, ali istodobno i prema vrhu jarka zatvarajući relativno malen kut sa slojnicama.[4]

Prilikom nailaska požara na prirodne prepreke i prilikom promjene smjera vjetra, mijenja se fronta požara kao i njegov smjer širenja. Ekipe za gašenje, a naročito rukovodstvo akcije mora stalno voditi računa o mogućem promjene smjera širenja požara, jer iznenadna promjena vjetra i smjer širenja može opkoliti vatrogasce prilikom gašenja i ugroziti njihove živote.[4]

Početak izbijanja požara, vatra se iznimno brzo širi u svim pravcima, jer se uzajamno potpomažu rubovi požara. Širenjem požara počinje u centar prodirati hladan zrak koji usporava brzinu širenja, i tada požar poprima stalnu brzinu širenja, ovisno o gorivom materijalu, smjeru, njegovoj vlažnosti i brzini vjetra. [4]

Širenje šumskog požara podudara se s fazama gorenja drveta, s tim da prizemni rast i rastresiti gorivi materijal predstavljaju vrlo pogodno porozno „zračno“ gorivo. Pri gorenju dolazi prvo do sušenja materijala, zatim zagrijavanja i ispuštanja zapaljivih plinova i na kraju do zapaljenja čitave raspoložive mase goriva, na frontu požara i njegovim bokovima. Jačina primarnog izvora ne važna je za brzinu širenja požara, već ima jedino značenje početnog, inicijalnog zapaljenja. Razvojem i izbijanjem požara nastaje proces intenzivnog oslobađanja toplinske energije, kojoj u toj fazi nije više potrebno dovođenje novih dodatnih količina temperature. [4]

#### **5.4. Prijenos topline**

U šumi raste različito drveće, pa od tuda postoje znatne razlike u sastavu gorivog materijala i njegovoj osjetljivosti na gorenje. Vatra u šumi može nastati samo u prisustvu kisika, a on je sve prisutan u šumi. U nekim slučajevima, postoje razlike u njegovoj koncentraciji. Više ga ima u rastresitom, a manje u zbijenom gorivom materijalu kakva je šumska trava ili debeli komadi drveta. U prvom slučaju veće prisustvo kisika olakšava pojavu plamena i izgaranje vatre, dok će u drugom gorenje teći sporije i teže kroz tzv. Inicijalni proces tinjanja. Za razliku od gorivog materijala i kisika, zapaljiva iskra se ne nalazi u šumi. Kako bi dospjela u šumu i izazvala požar, ona mora biti proizvedena, od nekog vanjskog čimbenika. [1]

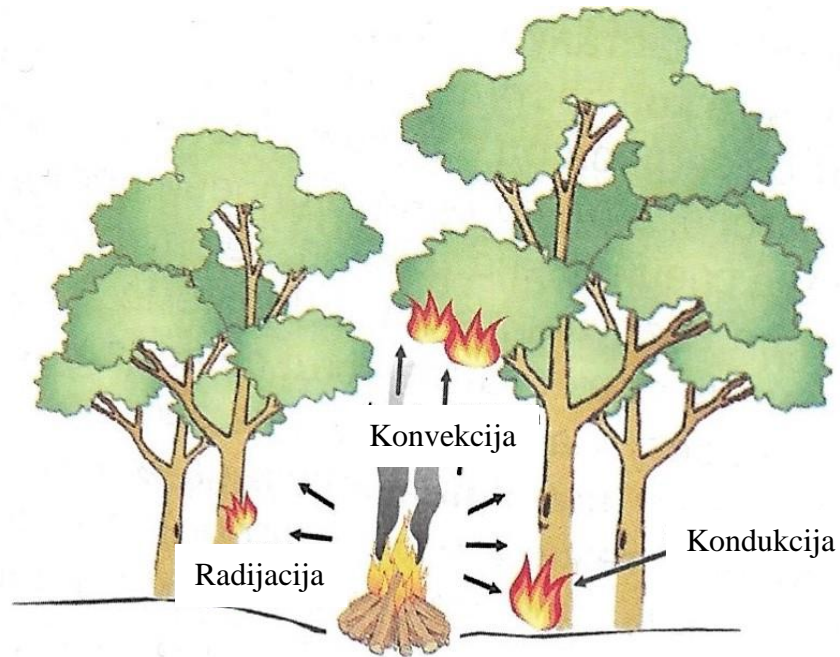


Proces paljenja i gorenja ima tri faze: [1]

1. Zagrijavanje, kada zapaljiva iskra svojom toplinom podiže temperaturu gorivog materijala do 100 Celzijevih i dovodi do gubljenja vlage i isušivanja. Ako se djelovanje topline produžava, temperatura raste do 200 Celzijevih, te dolazi do potpunog gubljenja vlage.[1]
2. Sagorijevanje plinova nastupa na temperaturi između 300-400 Celzijevih i tada dolazi do širenja zapaljivih plinova i pojave plamena. Tada se temperatura penje od 600-1000 Celzijevih. Osim plinova, počinje se širiti toplina koja podržava gorenje i razvoj požara. Drvo tada gori plavičastim plamenom i dolazi do pojave i širenja dima koji se stvara od nesagorivih plinova, ugljik dioksida i vodene pare.[1]
3. Karboniziranje drveta, koje gorenjem gubi sadržaj i ostavlja pepeo. U ovoj fazi požar može ostati neko vrijeme sasvim mali, a njegovo preživljavanje će zavisiti od toga postoji li dovoljna količina lako zapaljivog, kompaktnog gorivog materijala ili će se razvijati pod siromašnim uvjetima gorenja, pa će se i ugušiti. [1]

U ovoj fazi požar najčešće daje slab dim, zbog čega može ostati neotkriven duže vrijeme. Kad požar preživi ovu fazu, započinje njegovo širenje po susjednom gorivom materijalu. Ovo teče na tri različita načina (Slika 15.) [1]

- Radijacija – Toplina se isijavanjem i prelazi sa jednog objekta na drugi, slično kao što se i zemlja zagrijava isijavanjem sunca. Pri takvom prijenosu topline nije potrebno da površina koja isijava bude neposrednom dodiru sa površinom koja se zagrijava.
- Kondukcija – Pod tim se razumijeva prijenos topline sa jednog objekta na drugi, pri čemu su oba objekta u direktnom dodiru
- Konvekcija – Zagrijani plin ili tekućina svojim gibanjem prenosi toplinu i zagrijava druge objekte. Tako npr. Vrući zrak vatre doseže i prži vrhove stabala, topli zrak na čelu fronte struji u smjeru širenja i dovodi do grijanja novih gorivih materijala [1]



Slika 15. Prijenos topline u požaru [8]

### 5.5. Intenzitet gorenja

Svake godine širom svijeta izbije velik broj požara, uključujući i neke katastrofalne nezamislivih razmjera. Najgori požar u povijesti dogodio se 1871. godine na području SAD-a, Green Bay [7]. Prema glasinama mještana Chicaga požar je buknuo u staji zbog starinskog petrolejskog fenjera koji se prevrnuo u sjeno te zapalio staju. Oko 30 sati plamen je brujao u Chicagu, zahvativši žurno izgrađene četvrti imigrantskih stanova, kao i gradske poslovne četvrti. Od večeri 8. listopada 1871., sve do ranih jutarnjih sati, utorak, 10. listopada 1871., Chicago je bio bespomoćan protiv ogromne vatre. Tisuće domova je uništeno, zajedno s hotelima, robnim kućama, novinama i vladinim uredima. Najmanje 300 ljudi je izgubilo život pokušavajući obraniti svoju imovinu. [7]

Požari se prema jačini, odnosno intenzitetu razvrstavaju u nekoliko skupina: [6]

- Niskog intenziteta snage 0-50 kW/m - jednostavno gašenje
- Srednjeg intenziteta snage 50-500 kW/m- gašenje priručnim sredstvima i uređajima
- Veliki intenzitet sa snagom od 500-2000 kW/m- gašenje mora biti intenzivno jako s izravnim i neizravnim napadom

- Vrlo jak intenzitet sa snagom od 2000-4000 kW/m- neizravno gašenje,
- Ekstremni intenzitet sa snagom većom od 4000 kW/m - moguća samo kontrola požara, ali gašenje se vrši iz zraka [6]

## **5.6. Procjena ugroženosti od požara**

Ugroženost prirode od požara ovisi o vremenskim i klimatskim karakteristikama pojedinog područja, vrsti tla, strukturi i vrsti šume i drugog raslinja, količini vlažnosti gorivog materijala te o blizini potencijalnih uzročnika požara. Požari u prirodnom okolišu ugrožavaju bogatstvo naselja, prirode ali i gospodarske djelatnosti. Opasnost od požara presudna je za mjere sprječavanja požara i njegovog otkrivanja. Prevencija je najsigurnija i najučinkovitija obrana. Sastoji se od sustava motrenja i brzog alarmiranja. U svijetu se sve više koristi redovno praćenje vremena uz pomoć zrakoplova, satelita i meteoroloških opservatorija. Podatci se računalno obrađuju, te temeljem njih se utvrđuje opasnost od požara i drugih čimbenika rizika. U Hrvatskoj požarna ugroženost podijeljena je u pet stupnjeva požarne opasnosti. [8]

1. Stupanj – Praktično nema mogućnosti požara, vjerojatnost paljenja je minimalna. Ako izbije požar, on se vrlo sporo širi ili se gasi. Vatra zahvaća vrlo malo zapaljivog materijala, uglavnom gornji sloj šikare.
2. Stupanj – Požar može započeti stojećom vatrom, poput vatre za kampiranje, širi se sporo, ali srednje brzo na otvorenom prostoru. Obično se javljaju mali površinski požari sa slabom vatrom, uglavnom gori samo lišće. Vatra se može brzo obuzdati i ugaziti.
3. Stupanj – Čak i šibica može izazvati požar. Širenje požara je srednje brzo u šumi, ali brzo na otvorenom prostoru. Vatra gori na površini sa srednjim plamenom, gori kompaktna organska tvar. Gašenje požara nije teško, požar se gasi sa srednje velikim naporom
4. Stupanj – Upaljač izaziva požar u svakom slučaju. Požar se brzo širi šumom. Uglavnom su to površinski požari, koji ponekad zahvate i krošnje drveća. U požaru izgori mnogo organskog goriva, kontrola požara je otežana, potrebno je uložiti puno truda i sredstava u gašenje požara
5. Stupanj – Uzrok požara može biti iskra, vatra se odmah pojavljuje, širi se vrlo brzo. Riječ je o iznimno toplom požaru koji se širi krošnjama drveća na širem području. U vatri izgori mnogo organskog goriva, zapali se i srednje i gusto gorivo. Kontrola ove vrste požara je izuzetno teška, gašenje zahtijeva izuzetno veliki napor i angažman svih resursa. [7]

## 6. OTKRIVANJE POŽARA I BRZA REAKCIJA

Najveći uspjeh kod suzbijanja šumskog požara postiže se ako se požar ugasi čim se pojavi. Da bi ovo bilo moguće, treba ga na vrijeme otkriti, što se može postići samo tamo gdje je služba za uočavanje i otkrivanje požara u šumi, dobro organizirana i savršeno funkcionira, naročito u sezoni povećane opasnosti od šumskih požara. Danas se primjenjuje više različitih metoda za otkrivanje požara promatranjem šume iz zraka ili sa zemlje (Slika 16). [9]



Slika 16. Zvezdarnica s koje se vrši pregled terena (Izvor: Autor rada)

### 6.1. Taktičko promatranje i otkrivanje šumskih požara sa zemlje

Pješачke ophodnje su najstariji način promatranja šuma radi pravovremenog otkrivanja nastalog požara. Ta metoda održala se i do današnjeg dana s tim što, kao nova polja promatranja, obuhvaća i kamp naselja, turistička naselja i plaže. Ova metoda se sastoji o tome što u šumi ugroženoj od požara, u vrijeme sezone požara, stalno dežuraju određena lica, krećući se po točno utvrđenim stazama i putevima za promatranje nadzirane šume.



**Slika 17. Dalekozor s pripadajućom torbicom (Izvor: Autor rada)**

Promatranje se vrši okularno, a i pomoću dalekozora (Slika 17.)[9]. Pravilo je da promatrači pored sebe imaju i radio vezu, te da su u konstantnom kontaktu sa dežurnom službom u operativnom centru., kako bi mogli dojaviti, u slučaju uočavanja požara, skratiti vrijeme reakcije i početka same intervencije odnosno odmah i pristupiti gašenju požara.[9]

## **6.2. Taktičko promatranje i otkrivanje šumskih požara iz zraka**

Upotreba helikoptera i aviona, za promatranje šuma, radi ranog otkrivanja šumskih požara novijeg je vijeka. Ovaj sistem je daleko efikasniji i praktičniji od promatranja sa zemlje, pa čak i od izgrađene najsuvremenije opremljene promatračnice. Uslijed toga povise zemlja, a ujedno i Hrvatska, postepeno napuštaju promatranje sa osmatračnica i orijentiraju se isključivo na uporabu bespilotnih letjelica, helikoptera i aviona. Za promatranje šuma iz zraka koriste se mali, ekonomični avioni, koji u vrijeme opasnosti od požara, u određenom vremenu u danu, lete iznad unaprijed označenih kritičnih šumskih područja. Kada lociraju požar, pilot upisuje u kartu njegovu točnu koordinatu, potom odmah putem radio veze obavještava dežurni operativni centar o uočenom požaru, veličini, njegovoj lokaciji, vrsti požara te vrsti i tipu šume, smjeru i brzini vjetra, stadiju samog požara te najbližu moguću lokaciju za pristup vozilima i gašenju do samog zahvaćenog područja. [9]



### 6.3. Taktičko otkrivanje požara sustavom bespilotnih letjelica- Dron

Suvremena tehnologija doprinijela je razvoju sustava bespilotnih letjelica tzv. dron (Slika 20.). Dronovima se koriste ljudi obučeni za upravljanje letjelicama bespilotnog sustava, te njihovim korištenjem na terenu znatno pomažu u vatrogastvu. Prednost dronova je brzina i domet te lako uspostavljanje veze sa pilotom na zemlji, odnosno brza saznanja i mogućnost manevriranja na svakojakoj vrsti terena. [9]



Slika 18. Snimak termalnom kamerom s sučelja upravljačke kontrole drona (Izvor: Autor rada)



Slika 19. Opožareno područje nadzirano dronom (Izvor: Autor rada)



**Slika 20. Razne bespilotne letjelice s upravljačkom konzolom- Dronovi (Izvor: Autor rada)**

Prva prednost je u brzini otkrivanja požara, postavljaju granicu samog požara (Slika 19.) te nam na znanje daje o kakvoj vrsti požara je riječ uz što nam nudi mogućnost brzog saznanja stanja opožarene površine te odabira same taktike gašenja pri dolasku na intervenciju, kako bi uspješno i brzo stavili požar pod kontrolu i nadzor. Moderne letjelice opremljene su sustavom termalne kamere koja uvelike pomaže pri uočavanju zaostalih žarišta kako bi gasitelji imali što bolji uvid u opožareno područje te uz što manje napora koji je na požarištu već dovoljno velik otkriti točno mjesto žarišta (Slika 18.). Korištenjem te vrste kamere osim što možemo otkriti zaostala žarišta na terenu i gasiti ista po potrebi, možemo smanjiti nužno vrijeme koje je potrebno za reakciju odnosno pronalazak požara pa i smanjiti napor vatrogasca koji do dolaska ovakve vrste tehnologije sve su radili pješke. [9]

## **7. TAKTIKA GAŠENJA I PRIMJENA SREDSTAVA ZA GAŠENJE ŠUMSKIH POŽARA**

Šumski požar se gasi po principu uklanjanja jednog od tri već spomenuta osnovna elementa potrebnog za nastajanje samog požara, goriva tvar, kisik, toplina. [10]

**UKLANJANE GORIVOG MATERIJALA:** Fizičko uklanjanje gorivog materijala s opožarene površine pomoću ručnog alata ili mehanizacije. Iskopavanjem protupožarnih presjeka, jaraka širine cca. 30-50 cm, iskopani materijal potrebno je bacati suprotno od strane požara, jarak nužno natopiti vodom [10]. Kontra vatra koja se pali ispred same fronte požara. Paljenjem gorivog materijala između fronte nadolazećeg požara i linije obrane povećava se ne goriva površina.[10]

**UKLANJANJEM ZRAKA (KISIKA):** Prekrivanje vatre zemljom ili pijeskom – U taktici gašenja šumskih požara često koristimo nasipavanje požarnih rubova zemljom. Njezino djelovanje se očituje djelomičnim hlađenjem te djelomičnim onemogućavanjem dotoka kisika. Udaranjem po vatri metlanicom, lopatom – čestim udarcima po zahvaćenoj površini, vatra se raspršuje, plinovi se ugušuju, te se sprječava njihovo širenje. [10]

Ovakav način suzbijanja požara je vrlo efektivan iako primitivan, naročito pri gašenju požara slabijeg intenziteta. Nedostatak ove metode je mogućnost ponovnog nastanka iz zaostalih tinjajućih komada zbog čega je potrebno dobro natopiti tlo prilikom ovakve vrste tretiranja požara ili posipavanjem pijeska djelomično onemogućiti pristup kisiku samom požaru. [10]

**UKLANJANJEM TOPLINE:** Sastoji se od sprječavanja širenja vanjske topline te uklanjanje zapaljivih plinova. To postizemo vodom i kemijskim tvarima retardantima, koji snižavaju toplinu, hlade gorivi materijal ili povećavaju vlagu gorivog materijala te samim time i usporavaju gorenje. Stoga slijedi uporaba vode i njezin način primjene kao naj rasprostranjenije i lako dostupno sredstvo za gašenje šumskih požara. [10]

### **7.1. Taktička primjena sredstava za gašenje**

Prekrivanje vatre pjenom razreda A - za stvaranje pjene koriste se posebne sprave, međumješalice ili odgovarajuće prijevozno sredstvo (Zrakoplov, CAFS- sustav u vozilu) sa spremnikom pjenila. Pjenila razreda A koriste se za direktno gašenje šumskih požara ali i za



postavljanje linija obrane te zaštite od toplinskog isijavanja [10]. U Hrvatskoj ovakav način tretiranja i taktičke primjene je slab i neekonomičan. [10]

## **7.2. Taktička upotreba vode**

Učinak samog gašenja vodom zavisi o obliku u kojem se primjenjuje, a oblici mogu biti puni mlaz, raspršeni mlaz te vodena magla. Puni te raspršeni mlaz imaju veliki domet, gase ohlađujućim učinkom te se najčešće upotrebljavaju na požarima otvorenog prostora. Voda može uspješno gasiti krutine, tekućine i plinovite tvari, izuzimajući tvari, koje s vodom stvaraju kemijsku reakciju- burno reagiraju, koje su lakše od vode, a ne miješaju se i ne otapaju u vodi ili pak gdje primjenom vode možemo dovesti do posljedica i šteta[10]. Puni mlaz se u načelu najviše koristi za požare raslinja, višak vode ne nanosi nikakvu štetu kao u zatvorenom prostoru. Puni mlaz se koristi u nekoliko oblika koje pokretima proizvodi mlazničar na samoj mlaznici. [10]

### **7.2.1. Lepezasti oblik**

Voda usmjerena u požar u obliku lepeze (Slika 21.). Takav oblik koristi se pri gašenju šumskih požara, najčešće požara krošnji jer se tada voda salijeva s krošnje po cijelom stablu pa je iskoristivost takvog oblika mlaza maksimalna. Također primjenom lepezastog mlaza ispred samog mlazničara dolazi do smanjenja zračnog djelovanja topline, a također je pogodan i za razmicanje dimne zavjese u trenucima slabe vidljivosti u zadimljenoj šumi. [10]



**Slika 21. Lepezasti oblik mlaza (Izvor: Autor rada)**

### 7.2.2. Cik-cak oblik

Može se koristiti za vertikalne površine od gornjeg djela prema donjem dijelu, a isto tako koristi se za gašenje niskog raslinja koristeći ga od sebe prema dolje. (Slika 22.) [10]



**Slika 22. Cik-cak oblik mlaza (Izvor: Autor rada)**

### 7.2.3. Stožasti oblik

Voda se usmjerava prema samom žarištu požara te kružnim pokretima nastoji se zaokružiti odnosno suzbiti i obuhvatiti samo žarište požara, te ga i eliminirati (Slika 23.). [10]



**Slika 23. Stožasti oblik mlaza (Izvor: Autor rada)**

### 7.2.4. Puni mlaz

Za puni mlaz (Slika 24.) karakteristična je velika potrošnja vode, ali imamo veliki domet koristi se za gašenje, kada mlazom vode moramo doseći određeni dio koji je dosta udaljen od mlazničara. [10]



**Slika 24. Puni mlaz (Izvor: Autor rada)**

#### 7.2.5. Raspršeni (zaštitni) mlaz

Kako ime i nalaže ova vrsta mlaza ima najveću iskoristivost kod snižavanja temperature ispred mlazničara odnosno stvaranja sitnog finog zaštitnog filma vodene magle ispred vatrogasca (Slika 25.) kako bi smanjili temperaturnu napetost, a ujedno i sitnim kapljicama ugušivali požar na način da maglica istiskuje kisik kod zatvorenog prostora. Dok kod šumskog požara služi za dogašivanje i štednju vode te poboljšanja vidljivosti u zadimljenoj šumi micanjem dimne zavjese, a pod učinkom i hladi prostor ispred nas. [10]



**Slika 25. Raspršeni mlaz (Izvor: Autor rada)**

### **7.3. Taktička upotreba retardanata**

Primjena retardanata u Hrvatskoj je još uvijek relativno skup i stran pojam. To su djelotvorna sredstva koja onemogućuju i usporavaju gorenje raslinja te služe i kao prepreka za širenje požara [11]. Retardant je obojan u crveno kako bi se vidjela tretirana površina iz zraka te

kako bi se taktički formirala cjelovita obrambena linija. Korištenjem retardanata požar se može lakše lokalizirati, te u ključnim trenucima olakšati gašenje zemaljskim vatrogasnim snagama. Dugi niz godina istraživači pokušavaju naći pravo rješenje kako bi pospješili djelotvornost vode prilikom gašenja šumskih požara. Zbog toga su se, donesenim zaključkom, u vodu počeli ubacivati različite kemijske prerađevine kako bi voda imala veću provodljivost u vegetaciju ili pak na neki drugi način povećali njenu učinkovitost [11]. Kao sredstvo za gašenje šumskih požara, retardanti imaju najčešću primjenu ispuštanjem iz zraka (Slika 26.), tako da zrakoplov ili helikopter na taktički odabranim pozicijama tretiraju obrambenu liniju ispred požara. Njegovo djelovanje se očituje uslijed jakih ljetnih temperatura prilikom čega se sredstvo osuši na tretiranoj vegetaciji i postojan je sve dok ga kiša ne opere ili dok ne otpadne uslijed savijanja. Međutim njegova primjena nije toliko rasprostranjena, iz razloga što samo određene zračne snage imaju mogućnost korištenja te vrste sredstva, te se punjenje obavlja puno složenije i na samo rijetko određenim zračnim lukama. Cijena retardanata znatno je viša od već dosta skupog pjenila, te njegov učinak znatno je uvjetovan taktikom izbacivanja i samoj sposobnosti pilota. Nekvalitetni nanos na vegetaciju neće zaustaviti prolaz požara što će cijelu taktiku gašenja i primjene sredstva dovesti u pitanje. Izbacivanje samog sredstva predstavlja problem ne samo za pilota prilikom tretiranja već i za eko-sustav, more, potoke, rijeke i pritoke pa i zemaljske snage koje su na terenu jer postoje zabilježeni ipak ne tako česti slučajevi nadraživanja sluznice i očiju osoba koje su se našle u kontaktu prilikom izbacivanja retardanata. [11]



**Slika 26. Izbacivanje retardanata iz kanadera [11]**

#### **7.4. Taktička upotreba priručnih sredstava**

Tokom gašenja šumskih požara mogu se upotrijebiti alati koje nađemo u svakodnevnom životu, a u datome trenutku mogu nam biti od vrlo velike koristi te uvelike smanjiti požar ako ne i ugastiti ga. Naravno priručnim sredstvima gasimo početne požare, a ne one većih razmjera, te gašenju pristupamo svjesno i svrsishodno mogućnostima alata kojeg koristimo, sve do dolaska žurnih službi. Neki od alata koje možemo koristiti prilikom gašenja početnog šumskog požara: posude za vodu, grablje, lopate, puhaljke za lišće, pumpe za pesticide, pijesak, razne grane te ostalo što mislimo da bi moglo pomoći u određenom trenutku. [4]

#### **7.5. Taktička primjena opreme za gašenje šumskih požara**

Za gašenje šumskih požara nisu uvijek nužno potrebna velika, složena i skupa sredstva, nego najjednostavniji ručni alat (Slika 27.) i eventualno oprema. Dio opreme i alata proizvodi se i za druge svrhe, a dio se razvio naročito za potrebe gašenja šumskih požara. Sav taj potreban pribor naziva se jednim imenom, ručni alat, a pod time se smatra sav onaj alat i oprema koji mogu vatrogasci prilikom gašenja ponijeti za sobom. Kao ručni alati navode se: sjekira koja služi za sječu drveća i grmlja pri izradi vatroobrambenih presjeka ili pak raskrčivanja puteva do samog požara, kosiri raznih oblika koji služe za sječu tanjih stabala i pretežno grmlja, kramp za otklanjanje korijena i humusa, grablje koje umjesto klasičnih zubaca imaju zupce u obliku trapeza kojima su krakovi vrlo oštri, motorna pila koja se koristi za rušenje stabala pri izgradnji protupožarnih linija kao i za rušenje već gorućih stabala, lopate raznih oblika koji služe za odbacivanje materijala, te za nabacivanje zemlje na ugarke, metlanice izgrađene od drvene drške i gumiranog lepezastog dijela a služe za udaranje vatre te za suzbijanje požara nastalih preletom iskri, leđne pumpe (naprtnjače) do 30 L vode (Slika 28.) koriste se za laki prijenos vode na mjesto požara kao i za aktivno gašenje i kontrolu garišta, leđne torbe (samare) napunjene složenim cijevima radi lakšeg transporta prema požarištu. [4]





Slika 27. Ručni alat (Izvor: Autor rada)

Od opreme koriste se još i vatrogasna puhalica (Slika 28.) koja služi za otpuhivanje gorivog materijala sa samog čela fronte u izgorjeni dio požara te i vatrogasna desantna oprema koja sadrži prenosivu pumpu kanistar s gorivom, mlaznicu, cijevi te vatrogasnu „krušku“ koja služi kao spremnik vode kod požara na teško pristupačnim mjestima koju prenosi helikopter. [4]



Slika 28. Leđna puhalica i leđna pumpa- naprtnjača (Izvor: Autor rada)

## 8. IZBOR TAKTIKE I GAŠENJE ŠUMSKOG POŽARA

Gašenje požara raslinja kao i sama taktika gašenja šumskog požara, ne može se odrediti unaprijed. Mjesto intervencije kao i specifikacije požara te ključne stavke uvidimo tek po dolasku na teren. Okolnosti i situacije na terenu gotovo uvijek su različite pa svrshodno tome i sama taktika gašenja. Čimbenici za pravilan izbor nastupa i uspješnost u gašenju jesu: goriva tvar, posebne opasnosti prilikom gašenja, raspoloživost ljudstva, topografske naznake terena i resursi za gašenje, uvjeti za dovoljnu količinu i snabdijevanje vodom, vremenski uvjeti. [5]

### 8.1. Taktika gašenja šumskog požara s kopna

Izravno gašenje je pristup kojim direktno napadamo požar. Ovaj pristup je općenito najprikladniji za male sporo goreće i rastuće požare koji gore u područjima s malo goriva ili u područjima gdje gorivo sadrži visok udio vlage. Početna točka požara naziva se sidrište. Od te točke, bokovi požara se šire, zatim se doseže prednji ili vodeći rub požara [7]. Najagresivniji napad izvodi se sa strane boka. Postrojbe napadaju vatru najčešće s boka, a nakraju okružuju ga s prednje strane i gase ga (Slika 29.). Izravno gašenje se može vršiti s kopna ili iz zraka. Ova metoda se može koristiti samo na niskim visinama plamena. Opasnost za gasitelje je velika ako se brzina vatre i plamena ne adekvatno procijeni odnosno podcijeni. Sve veća brzina vjetra i teški topografski uvjeti mogu dovesti do toga da vatrogasci budu okruženi vatrom. Osim toga, vatrogasne ekipe izložene su toplini vatre i dima na samom požarištu. [7]

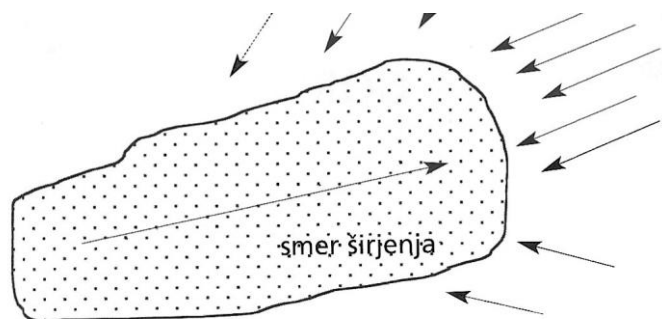


Slika 29. Taktička formacija gašenja s kopna [5]



### 8.1.1. Taktički nastup s fronta

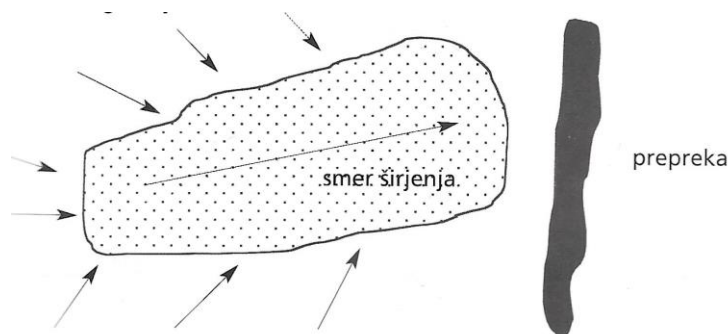
Ovim nastupom gasitelji se pozicioniraju na samo čelo fronte (Slika 30.) gdje je požar brz, nastaju visoke temperature, te vjetar djeluje u smjeru gasitelja što dodatno otežava gašenje. Aktivnim i agresivnim gašenjem suzbijaju sam vrh širenja pa time i onemogućavaju daljnji razvoj te po ugašenom čelu hvataju same rubove požarne linije, te ga naposljetku i zaokružuju do samog kraja gašenja. [6]



**Slika 30. Taktički nastup s fronta [6]**

### 8.1.2. Taktičko okruživanje požara te suzbijanje do prirodne prepreke

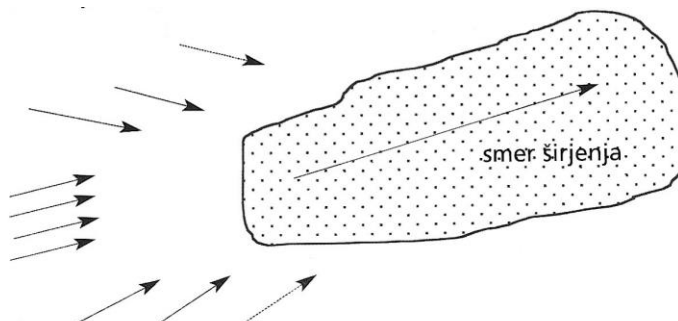
Svaki požar u konačnici treba zaokružiti odnosno lokalizirati kako bi uspjeli zaustaviti njegovo širenje pa naposljetku i ugasiti ga. Ovom taktikom rukovodioci vatrogasne intervencije koristi raspoložive snage na terenu kako bi brzo obuhvatio cijelu liniju širenja požara i stavio ga pod kontrolu ili ga suzbio do ne goruće prirodne prepreke (Slika 31.), to mogu biti kamenjari ili ogoljele površine. Za ovakvu vrstu taktičkog nastupa potrebno je puno gasitelja i tehnike na samom terenu. [6]



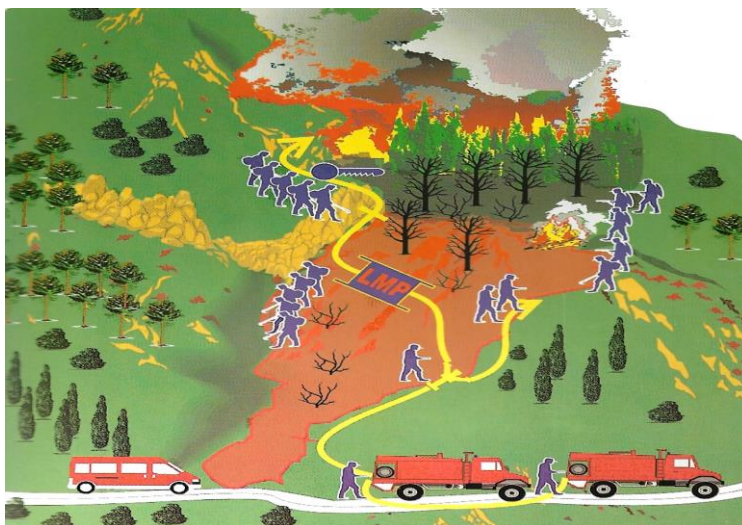
**Slika 31. Taktičko okruživanje požara te suzbijanje do prirodne prepreke [6]**

### 8.1.3. Taktički nastup iz pozadine

Kada je nastup s čela fronte gotovo nemoguć ili otežan koristimo taktiku gašenja iz pozadine (Slika 32.). Takvom taktikom gašenje požara vrši se iz izgorjelog dijela požara prema samom čelu fronte. Rukovodilac intervencije ustupa dva tima za gašenje koja prate liniju s bočnih strana (Slika 33.) te njihov cilj je spajanje na samom čelu fronte što znači i lokalizaciju samog požara. [6]



Slika 32. Taktički nastup iz pozadine- s repa [6]

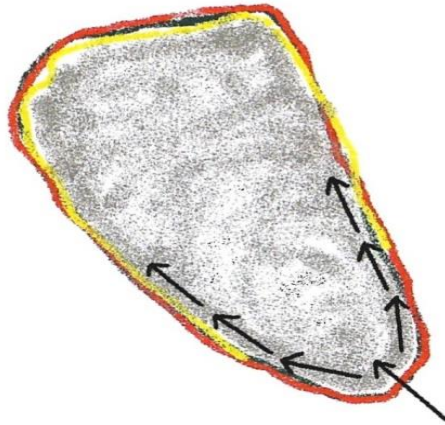


Slika 33. Taktički nastup iz pozadine [6]

### 8.1.4. Taktički nastup iz samog centra požara

Kako gasimo iz samog centra požara (Slika 34.) gasiteljima je zadatak poduzimati mjere izravnog gašenja iznutra prema van, aktivno, na bokove i samo čelo fronte požara. Za gasitelje ovaj oblik gašenja predstavlja minimalnu opasnost jer je teren s kojeg gase već donekle izgorio,

ali se javlja čimbenik udisanja vrućeg zraka u kojem je sastav dim i prašina te sama toplina isparavanja vrućeg žara sa tla. Posebno treba obratiti pozornost na polaganje tlačne pruge po izgorjeloj površini kako ne bi došlo do izgaranja vatrogasnih cijevi pa preventivno tome treba natopiti pojas gdje pruga prolazi. Kretanje po požaru ovom taktikom je znatno lakše jer nema probijanja po šikarama odnosno prolaza kroz inače jako neprohodne puteve do dolaska na samo mjesto gorenja. [6]



**Slika 34. Taktički nastup iz centra požara [6]**

#### 8.1.5. Taktički nastup s brda

Primjenom prethodno navedenih taktika požar, ipak nije lokaliziran ili ugašen te se proširio na samu planinu, slijedi taktički nastup s brda. Dosta je sličan nastupu iz pozadine i kombiniran s nastupom s fronta. Dio gasitelja pozadinskom taktikom pokušava hvatati bočne rubove kako bi onemogućili bočno širenje požara, dok ostatak gasitelja čeka na vrhu samog brda. Uslijed djelovanja nagiba terena, kondukcijom se požar širi prema vrhu i gotovo nemoguće je savladavanje uspona pješničkim načinom s kompletnom opremom. Gasitelji s vrha pripremljeni za nadolazeću frontu koriste svu raspoloživu tehniku i opremu te gasitelje kako bi adekvatno dočekali nadolazeću frontu požara i ugasili ju. U ovu taktiku može se i pribrojiti gašenje zračnim snagama koje uvelike olakšavaju i pomažu pri gašenju na takvoj vrsti terena.[2]

#### 8.1.6. Taktički nastup na teško dostupnim terenima

U ovaj nastup ulazi sva spomenuta taktika te kombiniranjem iste i primjenom zračnih snaga, te helikoptera za desantiranje pristupamo gašenju uz korištenje nužne spomenute prijenosne desantne opreme. Najviše opasnosti za gasitelje predstavlja ova vrsta nastupa, tu se strogo treba držati mjera opreznosti i sigurnosti jer u slučaju nesreće trebat će više vremena za organizaciju same pomoći na terenu. Najčešće se koriste helikopteri koji osim ljudstva prenose i opremu, najbrži i najlakši je način dolaska na takvu vrstu intervencije te vatrogasci pristižu na teren izravnim spuštanjem s konopom ili iskakanjem iz helikoptera na pristupačnoj uzvisini. Još jedan od problema je ne mogućnost ikakvog izviđanja samog požarišta, preporučljivo je kretanje po izgorenoj površini te od tamo napadati crtu gorenja. [2]

### **8.2. Taktička primjena vozila kod šumskih požara**

U taktičkom nastupu kod šumskih požara koriste se vozila za gašenje šumskih požara čije sredstvo i oblik podvozja odgovara zahtjevima za gašenje istog. Osnovni taktički nastup za šumski požar je izlazak vatrogasnog šumskog vozila zajedno s vatrogasnom autocisternom kako bi se osigurala relejna dobava vode tzv. Gasni vlak i pravovaljano snabdijevanje na terenu. Vozilom se pokušava doći do najbliže ali ujedno i najsigurnije točke prema požaru kako bi se moglo vršiti brzo i efikasno te adekvatno gašenje požara. [10]

#### 8.2.1. Vatrogasna Autocisterna

Bez momčadske kabine sa mogućnošću prijevoza 3 vatrogasca, vatrogasna autocisterna (Slika 35.) namijenjena za dopremanje veće količine vode na teren, a koja će prvenstveno dodatno opskrbljivati vodom šumsko vozilo koje sudjeluje u gašenju. Posjeduje minimalnu potrebnu opremu za gašenje, ali se nadogradnjom može koristiti i u druge svrhe. Velikog su kapaciteta te im je potrebno puno vremena da dođu do mjesta požara zbog velikih težina. [10]



**Slika 35. Vatrogasna autocisterna marke „MAN“ s 8000 litara vode u spremniku  
(Izvor: Autor rada)**

#### 8.2.2. Šumsko vatrogasno vozilo

Kako bi do požara došli bliže i u što kraćem roku koristimo specijalno konstruirano šumsko vatrogasno vozilo (Slika 36.) za savladavanje slabo pristupačnih terena te je opremljeno sukladno potrebama i načinu djelovanja postrojbi.[10] Sadrži oko 1000 litara vode što je dovoljno za početak taktičkog nastupa do dolaska autocisterne na mjesto požara te konkretno vozilo (Slika 36.) ima i 50 litarski spremnik pjenila. Kotači su veliki što omogućava kretanje i po nagibima te ima mogućnosti blokiranja diferencijala koji je pomičan te blokiranje kotača na velikim i strmim nagibima, kako bi se pravilno stabilizirao i ukopao na mjestu. [10]





**Slika 36. Šumsko vatrogasno vozilo marke "SCAM" s 1000 litara vode u spremniku  
(Izvor: Autor rada)**

### **8.3. Taktički nastup iz zraka**

Avioni za gašenje šumskih i drugih požara otvorenog prostora, uključuju se u gašenje požara kada se procijeni da s raspoloživim snagama i sredstvima požar se ne može ugasiti bez nastajanja većih materijalnih šteta. Procjenu o potrebi angažiranja i upućivanja zahtijeva za korištenjem aviona donosi županijski zapovjednik, a na osnovu dobivenih podataka od rukovoditelja gašenja o mjestu, razmjeru samog požara, i stanja na terenu. Navođenje vodi osoba ovlaštena za navođenje kanadera prilikom požara otvorenog tipa putem radio veze. Za desantiranje helikopterima vrijede ista pravila. Putnici (gasitelji) trebaju imati položeni tečaj za vatrogasno desantiranje te je nužna osoba za navođenje i slijetanje helikoptera s položenim ispitom, ako konfiguracija terena to dopušta. Helikopterom osim ljudstva prevozimo i desantnu opremu te sve potrebno za gasitelje i njihov taktički nastup na terenu. Prilikom gašenja iz zraka kanaderom, zemaljske se snage moraju povući s fronte kako ne bi bili ozlijeđeni prilikom udarnog vala ispuštene vode iz samog zrakoplova [12]. Uporaba zrakoplova te helikoptera u protupožarnoj zaštiti za Hrvatsku ima veliki značaj, zbog olakšavanja samog posla kontrole ugroženih područja požarom, prijevoza opreme i ljudstva te direktnog gašenja požara koje uvelike olakšava posao zemaljskim snagama, te vojno stručno zrakoplovstvo koje obavlja

odličan posao školovanja visoko obrazovanih, kasnije pilota bez kojih bi danas gašenje šumskih požara bilo nezamislivo.[12]

Kanader CL-415 učinkovitim se smatra jer napada požar na mjestima gdje zemaljski gasitelji nemaju nikakve mogućnosti pristupa, baca velike količine vode (6130 L) i ostalih sredstava u relativno kratkom vremenu. (Slika 37.) [12].



**Slika 37. Kanader "CL-415" u preletu (Izvor: Autor rada)**

Temeljne inačice zračnih snaga, osobito brzina, daju im znatnu prednost u odnosu na druge snage. Stoga je razvoj i proizvodnja specijaliziranih protupožarnih zrakoplova ubrzan, a njihova korist i uporaba sve intenzivnija i češća u sve većem broju zemalja. Kada požar nastane, količina zahvaćenog gorivog materijala je mala, a količina topline tek je nešto veća od one koja uvjetuje početak gorenja. Tijekom vremena, sve više kemijske energije iz goriva prelazi u toplinu, koja dodatno zagrijava okolno gorivo oslobađajući iz njega zapaljive plinove, što dovodi do širenja požara. Stoga su prve minute nakon izbijanja požara najpogodnije vrijeme za gašenje, jer su izgorena površina i kumulativna toplina male, malo je produkata izgaranja pa je



požarište pregledno, a zadimljenost mala. U ovoj fazi požar je pristupačan za gašenje, može mu se lako pristupiti (količina topline ne ugrožava gasitelja), procijeniti optimalno mjesto djelovanja i ugaziti ga s 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 doznati poziciju požara, treba mu pravodobna dojava. Potom mora krenuti i stići na požarište dostatno brzo i započeti gašenje. Načelno, u realnim uvjetima, požar će biti veći i neće se moći ugaziti kantom vode. Požar može izbiti na nepristupačnom terenu, gdje ga je teško pravodobno uočiti, samim tim i dojaviti, a vatrogasac ne može stići do njega ( u Hrvatskoj je više takvih područja -Velebit, Biokovo, Snježnica) [12]. 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. Izviđačko navalni avioni omogućavaju uočavanje požara u začetku, oni odmah daju pravodobne informacije radi uporabe snaga u gašenju požara, potom odmah mogu samostalno djelovati po požaru. Koordiniranom uporabom zračnih i zemaljskih snaga dostižu se najveći učinci. [12]



**Slika 38. Helikopter Mi8-T [12]**

Postoje brojni primjeri, da je uporabom zrakoplova ugašen požar, no to nije njihova glavna uloga. 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 strane zemaljskih vatrogasnih snaga. Pored aviona, helikopteri (Slika 39.) u ovoj fazi pružaju potporu zračnim prijevozom vatrogasaca (desanterstvo) i sredstava za gašenje požara na teško pristupačna područja. Osim pružanja potpore helikopteri direktno sudjeluju u gašenju požara bacajući vodu iz podvjesnih ili integralnih spremnika. Pored navedenih sposobnosti koje načelno imaju avioni, helikopteri imaju sposobnost brzog zračnog prijevoza vatrogasaca i opreme na požarišta. Sažeto, radi smanjenja ukupnih troškova gašenja požara, avioni gase požar do dolaska – uporabe zemaljskih snaga . Samo u iznimnim slučajevima avioni provode i prvu fazu sanacije požarišta (natapanjem rubova i potencijalnih žarišta). [12]

## 9. ZAKLJUČAK

Ovim radom utvrđeno je da požari nastali kao rezultat čovjekove nepažnje ili nehatom, jedan su od važnijih čimbenika u stvaranju krajobrazne raznolikosti. Da za njegovo gašenje i lokalizaciju ljudski faktor je neizbježan kao i oprema i tehnika koja je nažalost u Hrvatskoj zastarjela i treba je obnoviti po primjeru na ostale zemlje s kojima se Hrvatska uspoređuje. U posljednjim godinama svjedočimo modifikacijama i teškoćama krajobraznih promjena te nažalost smrtnim stradanja na požarištima, panici i strahu. Šumski požari nanose velike štete šumama odnosno vegetaciji, krajoliku i ljudima što ovaj rad zorno prikazuje. U cilju otklanjanja ove vrste opasnosti nužno je da državna tijela uvide važnost vatrogasne djelatnosti, potrebe za novim vozilima i tehnikom i konstantnom izobrazbom i financiranjem vatrogasnih škola i vatrogasaca. Jedino tako može se garantirati cjelovita zaštita od šumskih požara u području granica države Hrvatske, a naravno ne smijemo izuzeti ni mogućnost pružanja resursa i ljudstva odnosno pomoći susjednim državama u kriznim situacijama. Ovim radom utvrđena je ne samo taktika koja za ovaj slučaj rijetko kad odgovara knjigama i propisima već sama spremnost, znanje i stručnost, a najviše hrabrost vatrogasaca koji čuvaju naša „pluća Zemlje“. Ključ uspjeha je dobra kordinacija sa iskusnim ljudima na terenu, poznavanje opreme i izvježbanost vatrogasaca koji u kriznim situacijama donose konačne i prave odluke te postižu zadovoljavajuće rezultate koji se naravno od njih i očekuju pri minimalnim ili gotovo nikakvim pogreškama. Tako da vatrogasci imaju za cilj očuvanje Hrvatskog krajolika i ljudske imovine, psihološki mir i sreću među ljudima i u konačnici ugasiti požar te se vratiti u svoj dom.

## 10. LITERATURA

- [1] **Vasić M.:** *"Zaštita šuma od požara"*, Mala poljoprivredna biblioteka, NOLIT, Beograd, 1983.
- [2] **Miloslavić M.:** *"Gašenje požara raslinja"*, HVZ, Zagreb, 2011.
- [3] **Starčević M., Špehar G.:** *"Priručnik za osposobljavanje vatrogasne mladeži"*, HZV, Zagreb, 2003.
- [4] **Žunko O.:** *"Protupožarna zaštita šuma"*, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, 1976.
- [5] **Popović i dr.:** *"Priručnik za osposobljavanje vatrogasaca"*, HVZ, Zagreb, 2003.
- [6] **Muhić D.:** *"Požari v naravi"*, Gasilska zveza Slovenije, Ljubljana, 2004., 961-6482-01-7
- [7] **Muhić D.:** *"Požari v naravi – dopunjeno izdanje"*, Gasilska zveza Slovenije, Ljubljana, 2017., 978-961-6482-30-1
- [8] Narodne novine br. 26, čl.6, 2003.
- [9] **Nikolov N.:** *"Zaštita šuma i dr otvoreni prostori od požara"*, izdavač nepoznat, Skopje, 2012.,
- [10] **Popović i dr.:** *"Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih časnika i dočasnika"*, HVZ, Zagreb, 2009.
- [11] **Grupa autora:** *"Vatrogastvo i upravljanje požarima"*, HVZ, 8, 2017.
- [12] **Grupa autora:** *"Zaštita od požara na otvorenom prostoru u SR Hrvatskoj"*, Republički štab civilne zaštite, Zagreb, 1989.

## 11. POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Vatrogasno odjeljenje .....   | 3  |
| Slika 2. Osobna zaštitna oprema .....  | 4  |
| Slika 3. Odmor vatrogasaca nakon teške noći u borbi sa vatrenom stihijom ..... | 5  |
| Slika 4. Savladavanje gotovo nepristupačnog terena .....                       | 6  |
| Slika 5. Požarni trokut i vatreni tetraedar .....                              | 7  |
| Slika 6. Pakne na lokomotivi .....   | 11 |
| Slika 7. Požar uzrokovan udarom munje (Učka, 1000m nadmorske visine) .....     | 12 |
| Slika 8. Razvoj požara promatran s osmatračnice .....                          | 13 |
| Slika 9. Suha vegetacija u ljetno doba kao okidač za nastali požar .....       | 15 |
| Slika 10. Podzemni šumski požar .....  | 17 |
| Slika 11. Prizemni šumski požar .....  | 18 |
| Slika 12. Šumski požar u krošnjama .....                                       | 19 |
| Slika 13. Nazivlje pojedinih mjesta na požarištu .....                         | 20 |
| Slika 14. Utjecaj nagiba terena na širenje vatre .....                         | 21 |
| Slika 15. Prijenos topline u požaru .....                                      | 24 |
| Slika 16. Zvezdarnica s koje se vrši pregled terena .....                      | 26 |
| Slika 17. Dalekozor s pripadajućom torbicom .....                              | 27 |
| Slika 18. Snimak termalnom kamerom s sučelja upravljačke kontrole drona .....  | 28 |
| Slika 19. Opožareno područje nadzirano dronom .....                            | 28 |
| Slika 20. Razne bespilotne letjelice s upravljačkom konzolom- Dronovi .....    | 29 |
| Slika 21. Lepezasti oblik mlaza .....  | 31 |
| Slika 22. Cik-cak oblik mlaza .....  | 32 |
| Slika 23. Stožasti oblik mlaza .....   | 32 |
| Slika 24. Puni mlaz .....  | 33 |
| Slika 25. Raspršeni mlaz .....   | 33 |
| Slika 26. Izbacivanje retardanata iz kanadera .....                            | 34 |
| Slika 27. Ručni alat .....   | 36 |
| Slika 28. Leđna puhalica i leđna pumpa- naprtnjača .....                       | 36 |
| Slika 29. Taktička formacija gašenja s kopna .....                             | 37 |

|  |    |
|--|----|
| Slika 30. Taktički nastup s fronta.....  | 38 |
| Slika 31. Taktičko okruživanje požara te suzbijanje do prirodne prepreke .....       | 38 |
| Slika 32. Taktički nastup iz pozadine- s repa.....                                   | 39 |
| Slika 33. Taktički nastup iz pozadine.....   | 39 |
| Slika 34. Taktički nastup iz centra požara.....                                      | 40 |
| Slika 35. Vatrogasna autocisterna marke „MAN“ s 8000 litara vode u spremniku.....    | 42 |
| Slika 36. Šumsko vatrogasno vozilo marke "SCAM" s 1000 litara vode u spremniku ..... | 43 |
| Slika 37. Kanader "CL-415" u preletu .....   | 44 |
| Slika 38. Helikopter Mi8-T .....   | 45 |

## 12. POPIS TABLICA

|   |   |
|---|---|
| Tablica 1. Temperature paljenja za različite materijale ..... | 9 |
|---|---|