

# Opasnosti i mjere zaštite pri gašenju požara zatvorenih prostora

---

**Pelin, Daniel**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:056164>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-19**



**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

DANIEL PELIN

**OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE PRI  
GAŠENJU POŽARA ZATVORENIH  
PROSTORA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

DANIEL PELIN

# **CLOSED SPACE FIRE EXTINGUISHING RISKS AND SAFETY MEASURES**

Final paper

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

DANIEL PELIN

**OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE PRI  
GAŠENJU POŽARA ZATVORENIH  
PROSTORA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Igor Peternel

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Završni zadatak

**Student: Daniel Pelin**

Naslov završnog rada: Opasnosti i mjere zaštite pri gašenju požara  
zatvorenih prostora

Opis zadataka:

1. Uvod
2. Osnove izgaranja gorivih tvari u stambenim objektima
3. Opasnosti pri intervencijama u zatvorenim prostorima
4. Taktički zadaci pri gašenju požara u zatvorenim prostorima
5. Mjere zaštite pri gašenju požara u zatvorenim prostorima
6. Zaključak
7. Literatura

Zadatak zadan:  
06/2016

Rok predaje:  
10/2016

Datum obrane rada:  
10/2016

Mentor:  
dr.sc. Igor Peternel

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
dr.sc. Nikola Trbojević

## PREDGOVOR

Kod pisanja mog završnog rada, stručnu pomoć, dobre savjete , te mnogo razumijevanja pružio mi je dr.sc. Igor Peternel, kojem se ovim putem zahvaljujem.

Zahvaljujem se svim profesorima i predavačima, na ukazanom povjerenju, te prenošenju svojeg velikog i opširnog znanja i iskustva, koja su meni uvelike pomogla i olakšala, kako tijekom studija tako i u daljnjem privatnom i poslovnom životu.

Posebno zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je pružila veliku podršku tijekom mog studija i koja je imala mnogo razumijevanja, strpljenja i vjere u mene.

## SAŽETAK

Mnogobrojne su opasnosti sa kojima se suočavaju vatrogasci tijekom intervencija. Svaki je požar sam po sebi događaj bez kontrole i kao takav je nepredvidiv. Na njegov razvoj utječe mnogo faktora i veoma je teško sve te faktore uvrstiti u jedan općeniti model kojim bi se potpuno shvatilo i opisalo njegovo ponašanje.

Kod požara u zatvorenom prostoru prisutne su opasnosti amplificirane zbog nemogućnosti slobodnog odvijanja požara i razmjene energije s okolinom. Toplina i dim se ne odводе u dovoljnoj mjeri, smanjuje se količina kisika i počinju se stvarati opasni spojevi koji se dodatno mogu zapaliti. U takvim uvjetima i manji požar vrlo brzo može eskalirati u veliku plamenu buktinju. Takvi su događaji bili uzrok mnogobrojnih smrti vatrogasaca u čitavom svijetu. Da bi se mogao svesti rizik od nastanka takvih događaja za minimum potrebno je najprije dobro upoznati način nastanka i ponašanja tih fenomena.

Tek tada se ta saznanja mogu upotrijebiti za izradu kvalitetnije osobne zaštitne opreme, metoda vježbanja i gašenja pomoću kojih vatrogasci mogu sigurnije i efikasnije ugasiti požar. Na osnovu toga prikazani su osnovni elementi taktičkih pristupa pri gašenju požara u zatvorenim prostorima i mjeri zaštite.

Osim toga ovim se radom predlažu dugoročne mjere kojima će rad interventnog osoblja biti lakši, efikasniji i sigurniji pri takvim događajima.

## SUMMARY

It is no secret; firemen face numerous dangers during interventions. Every fire is in itself an uncontrollable event and as such, highly unpredictable. Many factors affect the course of each fire, and it is thus extremely difficult to place all those factors into a single general model which would fully describe the behavior of a fire.

When it comes to fires in closed spaces, the threats are multiplied because of the impossibility of energy exchange between the fire and its surroundings. Heat and smoke are not carried away in a sufficient amount which causes lower oxygen levels and gives way for dangerous toxins which can additionally combust. These conditions can cause a small fire to quickly escalate into a large fire. Events such as these have been the cause of many firefighters' deaths around the world.

To lower the risk of these events we first need to be well acquainted with the ways of emergence and behavior of the above mentioned phenomena. Only then can that knowledge be used for producing higher quality personal safety equipment and better methods of training and extinguishing fires, which all lead to a safer and more effective fire extinguishing.

Based on this view, the paper shows the basic elements of tactical approach to fire extinguishing in closed spaces and safety measures.

Also, the paper suggests long term measures which will lead to an easier, safer and more effective firefighters' performance.

## SADRŽAJ

|                                                              | Stranica |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| ZAVRŠNI ZADATAK.....                                         | I        |
| PREDGOVOR.....                                               | II       |
| SAŽETAK.....                                                 | III      |
| SUMMARY.....                                                 | IV       |
| SADRŽAJ.....                                                 | V        |
| <br>                                                         |          |
| 1.UVOD.....                                                  | 1        |
| 1.1. Uvod u predmetno područje.....                          | 1        |
| 1.2. Izvor problema.....                                     | 2        |
| <br>                                                         |          |
| 2. OSNOVE IZGARANJA GORIVIH TVARI U STAMBENIM OBJEKTIMA..... | 4        |
| 2.1. Razvoj požara.....                                      | 6        |
| 2.1.1. Početna faza.....                                     | 7        |
| 2.1.2. Faza razvoja.....                                     | 7        |
| 2.1.3. Razbuktala faza.....                                  | 8        |
| 2.1.4. Faza gašenja.....                                     | 8        |
| 2.2. Brzo razvijanje požara.....                             | 8        |
| 2.2.1. Flashover.....                                        | 9        |
| 2.2.2. Backdraught.....                                      | 10       |
| <br>                                                         |          |
| 3. OPASNOSTI PRI INTERVENCIJAMA U ZATVORENIM PROSTORIMA..... | 11       |
| 3.1. Opasnost od trovanja i gušenja.....                     | 12       |
| 3.2. Opasnost od mehaničkih ozljeda.....                     | 13       |
| 3.3. Opasnost od toplinskog djelovanja.....                  | 14       |
| 3.4. Opasnost od stresa, straha, panike i šoka.....          | 15       |
| 3.5. Opasnost od elektriciteta.....                          | 16       |
| 3.6. Opasnost od zaraznih bolesti.....                       | 16       |
| 3.7. Opasnost od radioaktivne kontaminacije.....             | 16       |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 4. TAKTIČKI ZADACI PRI GAŠENJU POŽARA U ZATVORENIM PROSTORIMA..... | 17 |
| 4.1. Osnovni principi pri gašenju i spašavanju.....                | 17 |
| 4.2. Odabir taktike gašenja.....                                   | 18 |
| 4.3. Direktno gašenje.....                                         | 20 |
| 4.4. Taktička ventilacija.....                                     | 22 |
| 4.5. Indirektno gašenje vodenom maglom.....                        | 26 |
| 4.6. 3-D ofenzivno gašenje vodenom maglom.....                     | 26 |
| 5. MJERE ZAŠTITE PRI GAŠENJU POŽARA U ZATVORENIM PROSTORIMA.....   | 29 |
| 5.1. Osobna zaštitna oprema.....                                   | 29 |
| 5.2. Sigurnost pri intervenciji.....                               | 30 |
| 5.3. Ulazak u građevinu.....                                       | 33 |
| 5.4. Kretanje kroz objekt.....                                     | 34 |
| 5.5. Pretraživanje prostora.....                                   | 35 |
| 5.6. Spašavanje vatrogasaca.....                                   | 36 |
| 6. ZAKLJUČAK.....                                                  | 37 |
| 7. LITERATURA.....                                                 | 38 |

## 1. UVOD

### 1.1. Uvod u predmetno područje

„Vatrogasna djelatnost je sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanje i drugih poslova u nesrećama, ekološkim i inim nesrećama. Vatrogasna djelatnost je stručna i humanitarna djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku. Vatrogasnu djelatnost obavljaju vatrogasne postrojbe, dobrovoljna vatrogasna društva, vatrogasne zajednice kako stručne humanitarne organizacije. Vatrogasne postrojbe obavljaju vatrogasnu djelatnost sukladno pravilima struke, na području za koje su osnovane, bez obzira čija je imovina odnosno čiji ljudski životi su ugroženi.“ [1].



Slika 1: Požar u krapinskoj tvornici stolaca (vlastiti izvor)

Iz dana u dan pred vatrogasce se postavljaju sve veći zahtjevi, bilo da je riječ o složenosti intervencija ili o tehnologiji koja se koristi. Statistike pokazuju rast broja vatrogasnih intervencija u Hrvatskoj i u svijetu. Raste broj ekoloških akcidenata, intervencija u prometu i prirodnih nepogoda. Osim toga, neprestano

---

[1] Zakon o vatrogastvu, N.N., br, 106/99, 117/01 i 96/03

se uvode nove tehnologije. Riječ je o novim sredstvima za gašenje, vozilima, zaštitnoj opremi, informatičkoj opremi i navigacijskim uređajima.

Uvođenje i uporaba takvih uređaja i zaštitne opreme nerijetko zahtijeva i promjenu taktike gašenja požara. Taktika gašenja se u načelu treba preispitati svaki put kad se uvodi neki novi princip rada tj. kad se u proces gašenja požara uvodi novina. Uporaba novijih i efikasnijih sredstava za gašenje, nažalost, povećava i opasnosti za gasitelje. Oprema koja se za njih proizvodi omogućuje im ulazak u zone sa najvećim opasnostima za život i zdravlje.

Iz toga razloga prvenstveno treba postaviti naglasak na njihovu naobrazbu i uvježbanost kako bi bili u stanju pravovremeno prepoznati opasnost i spriječiti posljedice njihovog djelovanja.

## **1.2. Izvor problema**

Još od ranih početaka vatrogasne djelatnosti postavljeni su glavni strateški ciljevi ove struke – spašavanje života i materijalnih dobara, te gašenje požara. Ti se ciljevi poštuju i danas bez većih promjena. Ono što se konstantno mijenja je vatrogasna taktika. Vatrogastvo je struka koja neprestano evoluira. Gašenje požara prije dvadesetak godina u veliko se razlikuje od danas, kao i načini pružanja tehničke pomoći pri akcidentima i drugim nesrećama. Kako se razvija tehnologija u vatrogastvu, tako se razvija i vatrogasna taktika. Taktika je po definiciji disciplina koja razvija nove metode, proučava raspoloživu tehniku i tehnologiju, te ih implementira s ciljem veće efikasnosti vatrogasnih postrojbi. Vozila su danas opremljena modernijim, efikasnijim uređajima za gašenje. Koriste se razni aditivi i pjenila koji povećavaju efikasnost sredstava za gašenje. Osobna zaštitna oprema omogućava vatrogascima ulazak u požarom zahvaćene objekte bez opasnosti od ozljeda, kako bi mogli primijeniti sredstva za gašenje sa što manje udaljenosti. Koriste se infracrvene kamere za lakše snalaženje u prostoru i traženje unesrećenih. Sredstva veze integrirana u odijela omogućuju bolju komunikaciju između vatrogasaca tijekom intervencija.

Taktička rješenja koja se predlažu i koriste po cijelom svijetu danas se veoma brzo šire zahvaljujući Internetu. Iz dana u dan saznanja o razvoju požara

u zatvorenom prostoru su sve veća. Prilikom gašenja svakog požara vatrogasci se suočavaju sa brojnim opasnostima većeg ili manjeg intenziteta. Prvenstveno je to opasnost od toplinskog isijavanja i opekline, opasnost od eksplozije, strujnog udara, gušenja i trovanja udisanjem produkata izgaranja koji nastaju u požaru i mehaničkih djelovanja na tijelo koji nastaju prilikom rušenja objekata, padova osoba ili padova predmeta na osobu. Ulaskom u požarom zahvaćen zatvoreni prostor sve se ove opasnosti amplificiraju. Toplina nastala u požaru se nedovoljno odvodi izvan objekta. Produkti izgaranja i dim koji nastaju gorenjem gorivih tvari u prostoru jako smanjuju vidljivost i onemogućuju brzo djelovanje pri akcijama spašavanja ljudi i gašenju požara. Tijelo vatrogasaca pri gašenju izloženo je velikom fizičkom stresu. Broj ozljeda i smrti vatrogasaca je u porastu. Intervencije su iz dana u dan sve složenije. Vatrogasac može sve teže i teže usvajati sve tehnike koje su mu na raspolaganju i to dovodi do stanja kod kojeg se greške veoma lako događaju.

Osim fizičkog djelovanja okoline, velik utjecaj na tijelo vatrogasaca imaju i psihički stresovi. Rad u zatvorenoj, klaustrofobičnoj sredini, rad u potpunom mraku, opterećenost velikom količinom opreme, slaba komunikacija s drugim osobama, mogućnost eksplozije, potenciraju strah i veoma lako može doći do nastanka panike. Panika u tim slučajevima može veoma lako rezultirati smrću vatrogasaca. Od velike je važnosti što prije prepoznati probleme i opasnosti sa kojima se vatrogasci susreću tijekom vatrogasnih intervencija. Potrebno je raščlaniti i analizirati uzroke koji mogu dovesti do stradavanja vatrogasaca kako bi se opasnosti i rizici sveli na najmanju moguću mjeru. Metode povećanja zaštite vatrogasaca svode se prvenstveno na odabir i korištenje osobne i skupne zaštitne opreme, te je zbog toga vrlo važan pravilan odabir i ispravno korištenje tih sredstava. Drugi vid zaštite su pravila ponašanja vatrogasaca koji obavljaju poslove gašenja požara.

Kako prepoznati vrstu požara, kako sigurno ući u objekt, kako se sigurno kretati po objektu, pravila su koja se usvajaju obukom i vježbama. Za zaštitnu opremu koju danas koriste hrvatski vatrogasci može se reći da je na svjetskoj razini. Zahvaljujući razvoju tržišta vatrogascima je postala dostupna najkvalitetnija oprema za zaštitu. Vatrogasne vježbe koje se danas izvode u

Republici Hrvatskoj su daleko ispod svjetskih standarda. Vatrogasnih instruktora u Hrvatskoj ima u vrlo malom broju. Mladi vatrogasac koji tek završi tečaj, u većini slučajeva, nije upoznat sa svim mogućim opasnostima pri gašenju požara u zatvorenom prostoru. Svoja prva iskustva ima priliku steći tek na svojim intervencijama uz starije i iskusnije vatrogasce. U Hrvatskoj se već nekoliko godina počela uvoditi svjetska praksa pomoću vježbi gašenja na poligonima te gašenje u simulatorima požara, što u veliko pomaže vatrogascima da se suoče s opasnostima koje im prijete na požarima zatvorenog prostora. Kao sudionik vježbi na navedenim poligonima, sa sigurnošću mogu potvrditi da je to jedan dobar način pripremanja vatrogasaca na opasnosti koje im prijete prilikom izvođenja intervencija.

## **2. OSNOVE IZGARANJA GORIVIH TVARI U STAMBENIM OBJEKTIMA**

Požar je svako nekontrolirano gorenje uslijed kojeg dolazi ili može doći do ozljeđivanja ljudi ili stvaranja materijalne štete. Svaki požar u načelu stvara štetu. Međutim, postoje velike razlike u opsegu i intenzitetu štetnog djelovanja na ljude i materijalnu imovinu u ovisnosti ovisi o mjestu nastanka požara. Kod požara otvorenog prostora, opasnosti i veličina štete ne može se mjeriti sa onima koji mogu nastati u stambenim i općenito zatvorenim prostorima. Materijalne su štete u velikim šumskim požarima velike, ali ne mogu se usporediti sa gubitkom niti jednog ljudskog života.

Požari u stambenim objektima spadaju u požare zatvorenog prostora, a prema imobilnom požarnom opterećenju mogu se svrstavati u prostore sa niskim ili srednjim požarnim opterećenjem, što ovisi o vrsti gradnje.

Tablica 1.

| Vrsta gradnje      | Specifično PO (MJ/m <sup>2</sup> ) | Vrsta PO |
|--------------------|------------------------------------|----------|
| Novija gradnja[2]  | 100-200                            | NISKO    |
| Starija gradnja[3] | 1000-1600                          | SREDNJE  |

Prema klasi požara stambeni se objekti mogu u načelu svrstati u klasu A zbog drva koji se još uvijek najviše koristi za izradu namještaja. Međutim, sve se više u stambenim objektima mogu pronaći i tvari ostalih klasa. Umjetni materijali, prvenstveno plastične mase, izgaranjem razvijaju mnoštvo toksičnih spojeva koji predstavljaju veliku opasnost.

Od takvih tvari najviše stradavaju korisnici prostora. Statistički je dokazano da je veći broj smrti u požarima zatvorenog prostora uzrokovano trovanjem toksičnim spojevima u odnosu na smrt izazvanu opeklinama.

Sljedeći problem koji je prisutan u požarima zatvorenih prostora je nedostatak kisika koji sprječava potpuno izgaranje. Gorenjem tvari u okolini sa manjkom kisika razvijaju se produkti sagorijevanja koji su mnogo opasniji od produkata koji nastaju potpunim sagorijevanjem. Najjednostavniji primjer je izgaranje ugljika, koji ovisno o količini kisika može izgaranjem razviti dva spoja. Prvi je ugljični dioksid koji je negoriv i nije toksičan. Koristi se kao sredstvo za gašenje. Drugi spoj je ugljični monoksid koji je zapaljiv i vrlo otrovan plin.

---

[2] Novija gradnja – Moderne masivne građevine na zidovima, krovom i međukatnim konstrukcijama od negorivog materijala. (Izvor: Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara <TRVB A 100 87.-Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica, 1997)

[3] Starija gradnja - Stare masivne građevine sa zidovima od negorivog materijala, sa drvenim krovom i međukatnim konstrukcijama. (Izvor: Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara TRVB A 100 87 – Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica, 1997)

## 2.1. Razvoj požara

Energija koja se razvija iz nastalog požara širi se u okolinu i zagrijava ostale predmete u prostoru. Prijenos topline se istovremeno odvija na tri načina:

- Vođenjem,
- Strujanjem i
- Zračenjem.

*Vođenje* (kondukcija) je direktan prijenos energije kontaktom. Kinetička energija molekula se povećava i isto tako i njihovo gibanje. Ova se energija prenosi sa jedne molekule na drugu. Brzina prenošenja topline ovisit će o vidljivosti materijala. Metali su dobri vodiči i kroz njih se toplina vrlo brzo širi. Plastične mase i beton su izolatori. Ipak u slučaju požara zid će provoditi toplinu sa jedne strane na drugu i akumulirati je.

*Strujanje* (konvekcija) je prijenos topline u plinovitim i tekućim medijima. Ovaj prijenos je uzrokovan razlikom u gustoći između vrućih i hladnih molekula. Zagrijavanjem se zrak širi i diže u vis. Pravac strujanja je u načelu i pravac širenja požara.

*Zračenje* (radijacija) je elektromagnetski prijenos topline. Elektromagnetski valovi koje stvara požar putuju u svim pravcima i mogu biti odbijeni ili apsorbirani od površina. Apsorbirana toplina povećava temperaturu materijala uzrokujući pirolizu i zagrijavanje materijala iznad temperature paljenja. Najveći dio nastalog zračenja u požaru proizvodi plamen.

Vođenje, strujanje i zračenje, uz kontakt plamena uzrokuju normalno širenje požara. Požar se tako može širiti u svim pravcima. Brzina i pravac širenja ovisit će o vrsti materijala od kojih je građevina napravljena. Razmatrajući odnos temperature i vremena tijekom uobičajenog požara zatvorenog prostora, razvoj požara se može općenito podijeliti na četiri faze:

- Početna faza
- Faza razvoja
- Razbuktala faza
- Faza gašenja

### **2.1.1. Početna faza**

U ovoj je fazi požar mali. Toplina je relativno niska, zadimljenost prostora je mala, a požar se nalazi u prostoru u kojem je nastao. Zbog ovakvih uvjeta vatrogasna navalna grupa lako se može približiti žarištu požara. Za gašenje su potrebne manje količine sredstva za gašenje. Požar u ovoj fazi može trajati nekoliko minuta ali i nekoliko sati. To ovisi o količini i vrsti gorivog materijala, brzini porasta temperature, količini kisika i sposobnosti odvođenja topline. Ovisno o količini zraka koji ulazi u prostor požar može izgarati sa manjkom kisika, pogodujući stvaranje uvjeta za nastanak eksplozije produkata izgaranja. Zadimljenost prostora ovisi o vrsti gorive tvari i o strujanju zraka. Zadimljenost je u pravilu višestruko veća od zone gorenja, a količina nastalog dima se smanjuje kako se povećava intenzitet požara. Ispitivanjem gorivosti raznih materijala utvrđeno je da požar volumena jednog kubičnog metra može ispuniti 5600 kubičnih metara prostora za dvije minute. Odnos količine dima, temperature u jedinici vremena, prikazan je u sljedećoj slici.

Odnos između vremena i temperature u prostoru zahvaćenom požarom je različit za svaki nastali požar. Trajanje raznih faza požara po ovom dijagramu nisu konstantne, već ovise o mnoštvu ranije navedenih faktora.

### **2.1.2. Faza razvoja**

U ovoj fazi požar povećava svoj intenzitet. Temperatura raste, količina topline u prostoru je sve veća i požarom biva zahvaćeno sve više gorivih tvari. Opasnost za vatrogasce je u ovoj fazi na najvišoj razini. Požar ne dobiva dovoljne količine kisika za gorenje, te se pri gorenju stvaraju produkti koji se dodatno mogu zapaliti. Postoji mogućnost od eksplozija posuda pod tlakom i naglog razbuktavanja produkata izgaranja (Flashover). U načelu ova faza traje od nekoliko minuta do par desetaka minuta. Temperatura tijekom ove faze raste sve do dostizanja maksimalne vrijednosti, kada požar prelazi u razbuktalu fazu.

### **2.1.3. Razbuktala faza**

U ovoj fazi je požar pri svojem vrhuncu intenziteta. Požar zahvaća sav gorivi materijal u prostoru u kojem je nastao i širi se izvan prostora. U gornjem dijelu prostorije temperatura doseže vrijednosti između 650 i 1000°C. Stvaraju se velike količine dima, a vatra dobiva dovoljne količine kisika bez potrebnog za gorenje. Brzina širenja požara ovisit će o vatrootpornosti građevinskih elemenata. Postoji mogućnost od urušavanja građevinskih elemenata (drvena konstrukcija krova, drvene međukatne konstrukcije). Razbuktala faza traje onoliko dugo dok postoji dovoljna količina gorive tvari.

### **2.1.4. Faza gašenja**

Faza gašenja požara nastaje iz dva razloga. Smanjenjem količine gorive tvari i temperature tijekom gorenja ili zbog ubacivanja nekog sredstva za gašenje u požar. Započetim gašenjem intenzitet požara se smanjuje. Ipak, opasnost je u ovoj fazi velika. Temperatura može iznositi i 500°C, zbog akumuliranja topline u zidovima. Građevina je ispunjena velikim količinama dima i postoji opasnost od eksplozije mješavine produkata izgaranja i zraka (Backdraught). Opasnost od tih pojava postoji u prostorima koji nisu prozračeni. Veliku se pažnju mora posvetiti gašenju sakrivenih tinjajućih žarišta, pogotovo kod drvenih konstrukcija.

## **2.2. Brzo razvijanje požara**

Pri razvoju požara u zatvorenim prostorima mogu se događati pojave koje su različite od onih koje nastaju kod požara na otvorenom prostoru. Zbog akumuliranja topline i dima i slabog odvođenja izvan objekta, vatrogasci mogu, uz smanjenu vidljivost i povećanu temperaturu okoline, naići i na zapaljivu smjesu produkta sagorijevanja i zraka. Takva se smjesa može zapaliti najčešće tijekom faze tinjanja i tijekom faze razvoja. Te su pojave u svijetu poznate kao

„naglo razbuktavanje požara (Flashover)“ i „eksplozija produkata izgaranja (Backdraught, Backdraft)“.

Opažanje i definiranje tih fenomena počelo je još tijekom šezdesetih godina prošlog stoljeća. Termin „Flashover“ uveo je engleski znanstvenik P.H. Thomas za točku u kojoj požar dosegne razbuktalu fazu (Flash-bljesak; Overposvuda). Ta se definicija mijenjala tijekom godina i danas je u kontekstu potpuno drukčija od izvorne.

### **2.2.1. Flashover**

Flashover je naziv koji se mnogo godina koristio u vatrogasnoj službi kao naziv za razne oblike naglog izgaranja i drugim vatrogascima su sve te razne definicije postale zbunjujuće, te se veća pažnja pridodaje postupcima kojima se takve pojave mogu spriječiti. Flashover je izraz na naglo širenje požara inducirano topline. Da bi moglo doći do pojave Flashovera potrebno je zadovoljiti nekoliko uvjeta:

- Dovoljan pristup zraka (ili barem dovoljno za održavanje izgaranja uz pojavu plamena)
- Nedovoljno odvođenje topline (toplina slabo ili uopće se ne odvodi i akumulira se u prostoru)

Pri samom nastanku požara zagrijani se plinovi počinju nakupljati u gornjem dijelu prostorije. U takvom prostoru nalazi se dovoljno kisika za slobodno gorenje i požar je kontroliran količinom gorive tvari. Do nagomilavanja topline još ne dolazi, budući da se dim još može širiti ili pak strop prostorije preuzima dio nastale topline. Kada se požar počinje širiti dolazi do povećanog stvaranja dima. Toplina nastala u prostoru i dim ne mogu se dovoljno odvoditi, te u zadimljenoj zoni dolazi do porasta temperature i gornji se dio prostorije počinje zagrijavati. Toplina koju oslobađa plamen i ugrijani produkti izgaranja, u razini plafona zagrijavaju ostale zapaljive predmete u prostoru. Ti se predmeti počinju razgrađivati i ispuštati plinove. Plinovi koji nastaju takvom razgradnjom nazivaju se produkti pirolize koji se gomilaju u gornjem dijelu prostorije. Produkti pirolize su većinom zapaljivi. Najčešći produkti pirolize koji nastaju u stambenim

prostorima izgaranjem drveta su ugljični monoksid, vodik, metan te drugi ugljikovodici.

Tijekom gorenja u prostoru se stvore dvije zone različitih tlakova. Zbog uzgona kojeg stvaraju zagrijani dimovi, u gornjem dijelu prostorije nastaje zadimljena zona sa laganim nadtlakom, a u donjem dijelu ne zadimljena zona sa laganim podtlakom. U prostoru se stvara toplinska ravnoteža. Razlika u temperaturi između gornjeg i donjeg dijela sobe može biti i do nekoliko stotina stupnjeva.

Ako takvi plinovi ne izgore na mjestu nastanka mogu stvarati eksplozivne smjese. Požar se i dalje širi, te se u prostoriji povećava stvaranje dima i količina topline. Kada akumulirani plinovi dosegnu donju granicu eksplozivnosti pale se i naglo zahvaćaju požarom ukupni prostor. Pritom ne dolazi do značajnijeg porasta tlaka. Vrlo je važno znati da vatrogasci znaju prepoznati stanje koje prethodi Flashoveru.

Najvažniji znakovi za prepoznavanje nastanka Flashovera su slijedeći:

- Pojava plamenih jezika u predjelu plafona
- Vrlo visoka temperatura, tjera vatrogasce da se kreću u niskom položaju
- Naglo spuštanje zadimljenog sloja

### **2.2.2. Backdraught**

Backdraught (Backdraft) je izraz za brzo širenje požara inducirano ventilacijom. U tim slučajevima se govori o podventiliranim požarima (Under Ventilated Fire) ili o požarima s manjkom kisika.

Definicija IFE [4] glasi: „Eksplozija ili brzo izgaranje vrućih plinova (ne izgorjenih produkata pirolize) uzrokovana naglim ulaskom svježeg zraka u prostor zahvaćenim požarom, u kojem se izgaranje odvijalo sa manjkom kisika.“

Ne postoji nijedan apsolutno pouzdani predznak plamenog udara. Opasnost od eksplozije eksplozivnih smjesa može se isključiti tek onda kada je požar ugašen i kada su sve prostorije prozračene.

---

[4] IFE –Institution of Fire Engineers- Institucija vatrogasnih inženjera

### **3. OPASNOSTI PRI INTERVENCIJAMA U ZATVORENIM PROSTORIMA**

Obavljanje poslova gašenje požara stavlja pred vatrogasce određene opasnosti i rizike. Zbog toga su poslovi gašenja požara svrstani u poslove sa otežanim uvjetima rada. Opasnosti se općenito sagledavaju kao posljedice koje može uzrokovati nastali događaj. Određena se opasnost sagledava kao rizik nastanka lakše ili teže tjelesne ozljede, narušavanja zdravlja ili nastanka smrti osobe. Općenito, opasnosti sa kojima se vatrogasci susreću pri gašenju zatvorenih prostora mogu se podijeliti u nekoliko grupa:

- Opasnost od gušenja i trovanja
- Opasnost od topline
- Opasnost od mehaničkih ozljeda
- Opasnost od elektriciteta
- Opasnost od stresa, straha, panike, šoka
- Opasnost od zaraznih bolesti
- Opasnost od radioaktivne kontaminacije

Važno je napomenuti da se sa svim tim opasnostima susreću i sve ostale osobe koje se u trenutku nastanka i razvoja požara nalaze unutar objekta.

### 3.1. Opasnost od trovanja i gušenja

„Opasnost od gušenja ili trovanja produktima izgaranja mogu se sa razlogom staviti na prvo mjesto. Statistički je dokazano da veći broj ljudi strada zbog gušenja i trovanja produktima gorenja nego od djelovanja topline.“ [5] Samo izgaranje drva stvara otrovne tvari kao što su ugljični dioksid, ugljični monoksid, razne ugljikovodike itd. Plastične mase, vuna, guma, koža, tijekom gorenja razvijaju razne otrovne produkte od kojih su neki poznati bojni otrovi (cijanovodik, fosgen, sumporovodik, dušični oksidi, klorovodik).

Opasnost od gušenja nastaje pri smanjenoj koncentraciji kisika. Djelovanje koncentracije kisika na ljudski organizam prikazano je u slijedećoj tabeli.

Tab.3.Djelovanje koncentracije kisika na ljudski organizam

| Koncentracija kisika (vol%) | Utjecaj na čovjeka                                                          |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 21-17                       | nema osobitih simptoma                                                      |
| 16 -12                      | prvi simptomi gušenja, ubrzani puls, poremećaj koordinacije i koncentracije |
| 15 -10                      | otežano disanje, umor, razdražljivost, moguć gubitak svijesti               |
| 10 - 6                      | nepokretnost, mučnina, koma, smrt                                           |
| manje od 6                  | smrt nakon 6- 8 minuta                                                      |

Za vatrogasce je rizik od trovanja i gušenja sveden na razumnu razinu jer se pri svakoj intervenciji u zatvorenom prostoru obavezno koristi izolacijski aparat. To je danas jedino prihvatljivo rješenje za zaštitu vatrogasaca u zadimljenom prostoru.

---

[5] Fišter, S. i drugi: Osposobljavanje za zvanje vatrogasac- Zagreb: Hrvatska vatrogasna zajednica 2002.

Važan čimbenik pri uporabi izolacijskog aparata je i tjelesna pripremljenost vatrogasaca. O njoj mnogo ovisi količina potrošenog zraka u jedinici vremena. Što je čovjek u boljoj kondiciji, pri naporu će trošiti manje zraka.

Tab. 4.

| Vrsta napora      | Potrošnja zraka |
|-------------------|-----------------|
| Lagani rad        | 20 – 30         |
| Srednje teški rad | 30 – 40         |
| Teški rad         | 40 - 80         |

Pri duljem gašenju požara može se dogoditi da vatrogasac iscrpi svoju rezervu zraka i da ne bude u mogućnosti pravovremeno izaći iz objekta. U Engleskoj su pri gašenju požara obiteljske kuće vatrogasci ostali zarobljeni u dječjoj spavaćoj sobi, potrošili su rezervu zraka i ugušili se prije dolaska grupe za spašavanje. Nakon tog događaja u englesko vatrogastvo uvodi se praksa bilježenja ulaska vatrogasnih grupa u objekt.

### 3.2. Opasnost od mehaničkih ozljeda

Najčešće mehaničke ozljede pri gašenju požara zatvorenih prostora su posjekotine, prignječenja, istegnuća, uganuća i lomovi. Najčešće se takve ozljede dešavaju pri rušenju konstrukcija, pada predmeta s visine, padova u dubinu, itd. Kako bi se umanjila opasnost od nastanka takvih ozljeda potrebno je pravilno koristiti osobnu zaštitnu opremu i izvoditi vježbe kretanja kroz požarni objekt. Veliku opasnost predstavlja smanjena vidljivost zbog koje se često događaju mehaničke ozljede ( padovi kroz otvore, padovi po stepeništima). U svijetu se velika pažnja pridodaje treningu kretanja kroz požarni objekt. Takve se vježbe izvode sa zatamnjenim maskama izolacijskih aparata. Prostor u kojem se takva vježba izvodi trebala bi biti nepoznata za izvođače vježbe ili prostor sa pokretnim preprekama. U današnje vrijeme je u uporabi i veći broj termo kamera koje olakšavaju orijentaciju u prostoru i pretraživanje objekta.

### 3.3. Opasnost od toplinskog djelovanja

Veliku opasnost pri gašenju požara predstavlja opasnost od toplinskog djelovanja i opekline. Moglo bi se reći da su opekline funkcija temperature i vremena. Što je veća temperatura u prostoru i veće vrijeme djelovanja, to su i opekline veće. Opekline prvog stupnja nastaju kada temperatura kože dosegne 48°C. Opekline drugog stupnja nastaju kada temperatura kože dosegne 55°C, a iznad te temperature nastaju opekline trećeg stupnja. Trenutno uništenje kože zbiva se kad temperatura kože dosegne 72°C. Čak i najmanji požar uzrokuje temperature koje mogu uzrokovati ozbiljne opekline.

Oprema kojom se vatrogasci mogu zaštititi od topline je vatrogasno zaštitno odijelo. Zaštitna odijela koja se danas koriste izrađena su sukladno europskoj normi EN 469. Ona sprječavaju nastanak opekline u plamenoj buktinji propana (cca 1000°C) u vremenu od 8 sekundi. Testiranje se vrši na „Termomanu“ ( lutka u koju su ugrađeni toplinski senzori). Međutim većina opekline dešava se na nižim temperaturama koje su registrirane na testovima i bez direktnog kontakta s plamenom. Toplina u zaštitnom odijelu može porasti i u relativno umjerenim uvjetima. Taj fenomen, poznat kao „uskladištena energija“ može dovesti do ozbiljnih opekline, često bez znakova upozorenja. Opasnost se povećava uz prisutnost vode koja je vrlo dobar vodič.

Toplina brže prolazi kroz mokru nego kroz suhu tkaninu. Voda može uzrokovati opekline na temperaturama koje kod suhih odijela opasne te se zato u današnja odijela ugrađuju membrane koje sprječavaju prodor vode u unutrašnjosti odijela, a da pritom para koja se stvara u odijelu može slobodno izaći. Osim mokrih odijela, prisutna mjesta na odijelima smanjuju njihovu sposobnost izolacije. Ispod prisutnih površina na odijelu nema zraka koji služi kao izolator i na tim je mjestima prodor topline u odijelo veći. Takve opekline nastaju na mjestima koje pritišće izolacijski aparat, na koljenima i laktima. Neki proizvođači vatrogasnih odijela ugrađuju sloj sa zračnim mjehurićima kako bi se dodirivanje vanjskog i unutarnjeg sloja odijela smanjio na minimum.

Kombinacija mokrog odijela i pritiska na dijelove odijela drastično smanjuje sigurnost vatrogasca.

Tijekom gašenja česte su i opekline nastale parom. One nastaju kad se mlaz vode usmjeri direktno na vruće površine. Oblak zagrijane pare se tada vraća prema vatrogascima. Para će stvoriti opekline na nezaštićenim dijelovima tijela i mogući je prolazak kroz promočive dijelove odijela. Takve su opekline često na dijelu lica kojeg ne pokriva zaštitna maska, na ušima i vratu zbog ne korištenja zaštitnih potkapa.

### **3.4. Opasnost od stresa, straha, panike i šoka**

U požaru kao u kriznoj situaciji vrlo lako dolazi do straha i panike. To je posebice opasno u stambenim i javnim objektima gdje se može naći veći broj ljudi. Pripadnici hitnih službi pa tako i vatrogasci u slučaju kriznog događaja drukčije reagiraju od ostalih ljudi. Razlog tome je školovanost i osposobljenost za rad u takvim situacijama. Vatrogasci koji dobro poznaju opasnosti prisutne pri požarima lakše će se suočiti s njima. Međutim, i uz školovanje i uz trening, stres ostavlja tragove na tijelu vatrogasca. Samim odlaskom na intervenciju, tijelo vatrogasca počinje stresno reagirati, povećava se puls, srčani tlak i temperatura. Takvo stanje možda neće odmah ostaviti tragove, ali nakon više godina u službi mogu se javiti neki simptomi koji se mogu svrstati u posljedice stresa (kardiovaskularne bolesti, psihološki poremećaji).

Kao jedina moguća zaštita od ovih opasnosti je svakodnevni trening, stalno unapređivanje znanja i upoznavanje sa opasnostima koje su prisutne pri gašenju. Veliki utjecaj na smanjenje opasnosti ima i psihofizička pripremljenost vatrogasca. Istraživanja su pokazala da postoji korelacija između fizičke pripremljenosti i psihičke stabilnosti. Fizički spremniji vatrogasci su bolje reagirali na stresna stanja i bili otporniji na umor, stres, strah i paniku.

### **3.5. Opasnost od elektriciteta**

Tijekom boravka u požarnom prostoru postoji opasnost od dodira dijelova pod naponom zbog prekinutih i ogoljelih vodiča. Glavnu opasnost ne predstavlja napon već jačina struje, mogućnost protoka struje kroz tijelo i vrijeme djelovanja.

Pri gašenju požara stambenih objekata takva opasnost je prisutna do iskapčanja strujnog kruga iz mreže. Važno je da vatrogasci vode pozornost da dolaskom u ugroženi objekt uvijek moraju isključiti dovod energenata i tako ovu vrstu opasnosti svesti na minimum.

### **3.6. Opasnost od zaraznih bolesti**

Vatrogasci se pri spašavanju mogu lako naći u kontaktu sa izlučevinama ili krvlju, ljudskom i životinjskom. Posebnu pažnju valja pridodati pri prijenosu i zbrinjavanju ozlijeđenih. Osobito je opasno ako vatrogasci na rukama imaju otvorene rane ili ogrebotine. Najčešće bolesti su Hepatitis, AIDS i razni virusi. Opasnost postoji čak i uz mjere zaštite koje su poduzete preventivne mjere (cijepljenje, zaštitna sredstva).

### **3.7. Opasnost od radioaktivne kontaminacije**

Ova je opasnost pri gašenju stambenih objekata minimalna. Radioaktivne elemente i izotope često nalazimo u bolnicama i laboratorijima, te u specijaliziranim ustanovama.

## **4. TAKTIČKI ZADACI PRI GAŠENJU POŽARA U ZATVORENIM PROSTORIMA**

### **4.1. Osnovni principi pri gašenju i spašavanju**

U vatrogasnoj je djelatnosti osnovna direktiva zaštita života i imovine. Zbog toga je i vatrogasna djelatnost definirana kao stručna i humanitarna djelatnost od posebnog interesa za Republiku Hrvatsku. Bez obzira tko obavlja tu djelatnost, profesionalni ili dobrovoljni vatrogasac, mora uvijek tu direktivu prihvatiti kao glavnu dužnost. Slijedeća dužnost vatrogasca je stalno usavršavanje i usvajanje novih znanja, sve u cilju podizanja kvalitete zaštite od požara. Na kvalitetu djelovanja vatrogasnih formacija veliki utjecaj ima njihova uvježbanost korištenja tehnike i opreme koju posjeduju, te ako su njihov nastup i način gašenja odgovarajući i unaprijed isplanirani.

Za svaku vatrogasnu intervenciju važni su slijedeći faktori:

- Primanje dojave o kriznom događaju
- Izlazak i dolazak na mjesto intervencije
- Procjena događaja
- Pravilan odabir taktike spašavanja ili gašenja
- Izbor odgovarajućeg sredstva za gašenje
- Saniranje mjesta događaja

Obavljanje vatrogasne djelatnosti, međutim, može postaviti pred vatrogasne zapovjednike težak zadatak donošenja važnih odluka. Odluke se moraju donositi brzo i kvalitetno i uvijek moraju biti u funkciji reduciranja štete na što nižu razinu. Kvaliteta odluke ovisit će najviše o znanju i iskustvu zapovjednika, te o dostupnim informacijama.

Dolaskom na intervenciju zapovjednik izviđanjem prikuplja sljedeće informacije:

- Da li su ugroženi ljudi i imovina osobite vrijednosti
- Što gori i lokacija požara

- Način i brzina izgaranja
- Konstrukcija objekta i putovi širenja
- Putovi spašavanja i djelovanja postrojbe
- Osobite opasnosti
- Druge informacije važne za uspješno odvijanje akcije gašenja i spašavanja

Nakon izvođenja zapovjednik izdaje zapovijed imajući na vidu prikupljene informacije. Zapovijed mora biti kratka, precizna i ostvarljiva, a bazira se na nekoliko principa:

1. Ako mogućnosti postrojbe nisu dovoljne za istovremeno obavljanje gašenja i spašavanja, spašavanje ima prednost
2. Ako mogućnosti postrojbe nisu dovoljne za obavljanje svih potrebnih zadaća, prednost ima ona koja štiti veći broj ljudskih života
3. Ako ima više žrtava, prednost u zbrinjavanju imaju oni koji su u većoj opasnosti
4. Ako su mogućnosti postrojbe dovoljne za obavljanje svih zadaća, izvodi se koordinirana akcija gašenja i spašavanja
5. Ako nema opasnosti za ljudske živote, životi vatrogasaca se ne smiju bezrazložno ugroziti.

Na osnovu tih informacija mogu se odrediti prioriteti akcije i vrste taktika gašenja ili spašavanja.

#### **4.2. Odabir taktike gašenja**

Vatrogasna taktika pronalazi, proučava i usavršava odgovarajuće metode u cilju ekonomičnijeg i učinkovitijeg djelovanja vatrogasnih postrojbi. To je disciplina koja se neprestano mijenja. Ona povezuje osnovna pravila i metode sa operativnim djelovanjem postrojbi (teoriju i praksu).

Odabir taktika gašenja ovisiti će o:

- Vrsti objekta (način gradnje, namjena)
- Visini i površini objekta
- Vrsti gorive tvari
- Veličini požara
- Prisutnim opasnostima i izloženosti

O osobnosti procjene zapovjednika, količini i kvaliteti dostupnih informacija akcije ovisiti će način gašenja koji će se primijeniti. Tom se procjenom mogu odabrati tri osnovna načina gašenja:

- Unutarnja navala (ofenzivni način gašenja)
- Vanjska navala (defenzivni način gašenja)
- Akcija bez gašenja (štićenje okolnih objekata)

Moderno se vatrogastvo bazira na mogućnosti agresivnog napada na požar i njegovo gašenje. Sve do 19.-tog stoljeća osnovna je metoda gašenja bila vanjska navala, uz uklanjanje gorivih tvari iz okoline požara. Vatrogasci nisu imali zaštitu, te je akcija gašenja ovisila o njihovoj izdržljivosti na toplinu i produkte sagorijevanja. U prvoj polovici 20-tog stoljeća vatrogasci su bili u mogućnosti uporabom vatrogasnih pumpi i cijevi koriste jake mlazove vode kako bi mogli lokalizirati i ugasiti požar. Ipak, u nekim vrstama požara (npr. skladišta, veće građevine) zbog nedostatka opreme za zaštitu, nisu bili u mogućnosti izvršiti unutarnju navalu i približiti se žarištu požara. Rezultat toga je dugotrajno gašenje, uz nerijetko rušenje konstrukcija.

Vanjska se navala još uvijek koristi pri gašenju napuštenih prostora ili kad se kontrola požara ne može postići. To su većinom veliki požari ili slučaj kada vatrogasne grupe ne ulaze u objekt do dolaska pojačanja. Pri takvom gašenju važan je odabir sigurnih pozicija sa kojih će se vršiti gašenje. Počecima uporabe izolacijskih aparata za zaštitu dišnih organa i zaštitne opreme, u drugoj polovici 20-tog stoljeća, zbio se preokret u vatrogasnoj taktici. Vatrogasci su bili u mogućnosti ulaziti u požarom zahvaćeni objekt i ugasiti požar na samom žarištu, prije nego što uništi građevinu. To su bili počeci gašenja

unutarnjom navalom. Za razliku od gašenja vanjskom navalom, unutarnja navala nosi sa sobom brojne opasnosti za gasitelje i ostale prisutne osobe u zatvorenom prostoru. Vježbanje postupaka unutarnjom navalom danas je važnije nego ikad. Vatrogascima su potrebna i teoretska i praktična saznanja o tome kako se požar razvija u odnosu na ventilaciju u različitim vrstama stambenih prostora.

U Švedskoj je na sveučilištu Lund razvijen simulator za gašenje požara u zatvorenom prostoru (CFBT Simulator) . Takav su simulator prihvatile mnoge vatrogasne organizacije u svijetu i to je postao trenutno najbolji način vježbanja postupaka unutarnje navale. Posljednja opcija je akcija bez gašenja. Ipak, takva je solucija ponekad potrebna, ukoliko je opasnost za živote vatrogasaca prevelika (mogućnost eksplozije, rušenje konstrukcije itd.).

Jednom donesena zapovijed mora biti podložna izmjenama. Zapovjednik akcije koji izda početnu zapovijed pri gašenju mora pratiti tijek akcije kako bi mogao odrediti efikasnost poduzete akcije i po potrebi mijenjati taktiku.

Zato je važno obraćati pažnju na slijedeća načela:

- Ako unutarnja navala nema efekta, povećati ventilaciju, protok vode lili oboje. Ako je to bezuspješno, promijeniti taktiku
- Ako unutarnja navala nije moguća ili nije efikasna unutar dvadeset minuta, preći na vanjsku navalu
- U slučaju primjene vanjske navale moguće je širenje požara na cijelu građevinu

#### **4.3. Direktno gašenje**

Direktno se gašenje vodom ili CAFS-om provodi sa lakoćom kada vatrogasna grupa može doprijeti do žarišta. Važno je imati na umu gašenje CAFS[6] -om ima prednost pred gašenjem vodom zbog manje štete koje uzrokuje. Količine vode za gašenje uporabom CAFS-a su male i zbog toga nema otjecanje vode u niže katove.

---

[6] CAFS – Compressed Air Foam System – Kompresorski sustav za zračnu pjenu

Kod gašenja manjih požara vodom idealna je za korištenje vodena magla, sa visokotlačnim pištolj mlaznicama 0-150 l /min. Na takvim se mlaznicama mogu dobiti svi oblici mlazova ( od punog mlaza do vodene magle). Gašenje se sastoji od primjene vodenog mlaza direktno u žarište požara uporabom raspršenog, punog mlaza ili kombinacije.

Efekti takve primjene vode kod gašenja požara klase A su:

- Hlađenje gorive tvari – hlađenjem površine gorive tvari smanjuje se razina stvaranja pirolitičkih plinova i količinu topline koju vatra otpušta. Ta je metoda uvijek najefikasnija.
- Hlađenje plamena – time se smanjuje koncentracija slobodnih radikala u plamenu. Kapljice vode svojim isparavanjem apsorbiraju dio energije koju plamen oslobađa. Voda svojim isparavanjem i pretvaranjem u paru smanjuje koncentraciju kisika u okolini požara i djeluje poput internog plina.

Direktno gašenje žarište požara punim mlazom je i dalje najefikasniji način gašenja požara. Problemi nastaju prilikom traženja žarišta i kretanje vatrogasne grupe do njega. Vatrogasci su svojim kretanjem kroz zadimljeni prostor izloženi djelovanju topline i dima. Napredovanjem do žarišta vatrogasci mogu doći u susret sa znakovima koji upozoravaju na predstojeće stanje Flashoveru ili Backdraughtu. Slabim poznavanjem razvoja požara u zatvorenom prostoru, znakova naglog razbuktavanja i konfiguracije prostora mogu slučajno inicirati naglo razbuktavanje produkata izgaranja i dovesti u opasnost svoje živote.

Zato je pri izradi novih taktika gašenja požara naglasak postavljen na sprječavanju nastanka naglog razbuktavanja produkata izgaranja.

U svijetu, prvenstveno u Španjolskoj i Engleskoj, razvijene su tehnike za sprječavanje naglog razbuktavanja. U takve tehnike svrstavamo:

- Taktičku ventilaciju
- Indirektno gašenje
- 3 D gašenje vodom

#### 4.4 Taktička ventilacija

Dim koji nastaje oko žarišta požara kreće se u vis. Nailaskom na prepreku (strop, krov) počinje se nagomilavati u gornjim dijelovima prostora. U slučaju da dim ne naiđe na izlaz prema otvorenom prostoru počinje ispunjavati prostor u unutrašnjosti objekta prema dolje.

U isto vrijeme toplina koju stvara požar počinje se akumulirati u objektu. Količina se dima sve više povećava, temperatura raste, ali zbog sve manje kisika intenzitet požara počinje opadati do dolaska nove količine kisika. Takvo je stanje u objektu vrlo opasno jer postoji mogućnost naglog razbuktavanja produkata izgaranja u slučaju dotoka veće količine kisika.

Vatrogasci se na samom ulasku u zatvoreni prostor nađu u vrlo teškim uvjetima rada. Mjesto ulaska vatrogasaca u objekt predstavlja izlazni put za dim i toplinu. Zato se ukazala potreba za odvođenjem dima i topline kako bi se olakšalo vatrogascima kretanje kroz objekt i traženje žarišta požara.

U tu svrhu poduzimaju se akcije oslobađanja ili preusmjeravanja dima, pregrijanih plinova i topline izvan objekta. To se postiže umjetnima ili prirodnim načinima ventilacije, pravljenjem ili korištenjem postojećih vertikalnih ili horizontalnih otvora.

Takve akcije mogu sadržavati i akcije zatvaranja prostora/zgrade kako bi se pokušalo spriječiti dovod zraka prema požaru. Ovu su taktiku švedski vatrogasci nazvali „Antiventilacija“. Važno je da vatrogasci zapamte da je pri otvaranju vrata najopasnije mjesto ulaz u zgradu/prostor.

Otvaranje ili zatvaranje zgrade zahvaćene požarom radi taktičke prednosti tijekom vatrogasnih akcija je taktika za koju postoji puno kontroverzi i suprotnih gledišta.

Sjevernoamerička filozofija je pokazala dobrobiti oslobađanja pregrijanih i opasnih požarnih plinova izvan zgrade i redukcije slojeva dima koje se postiže otvaranjem horizontalnih i vertikalnih otvora. Isto tako pokazala je da se uz pomoć ventilatora efekt odimljavanja višestruko poboljšava.

Švedska filozofija podigla je vatrogasnu taktiku na višu razinu i predstavila koncept kod kojeg u nekim situacijama veću korist mogu imati

zatvoreni otvori, dajući veću odgovornost vatrogascima pri kontroli uvjeta unutar prostora upotrebom antiventilacijske taktike. Možda se najveći napredak u vatrogasnoj taktici može ostvariti u vatrogasnoj postrojbi koje su uvježbane i znaju prepoznati promjene uvjeta i situacije koje diktiraju koja od gornjih dva pristupa pruža više koristi u pojedinim slučajevima.

## Prirodna ventilacija

Odluka o otvaranju otvora u zgradi/prostoru radi pružanja taktičke koristi trebala bi se pažljivo razmotriti, jer su tako ostvareni rezultati neizmjenjivi. Unutar stanovitih okolnosti akcije pravljenje otvora za odimljavanje mogu biti efikasne, a mogu biti i katastrofalne. U nekim slučajevima otvori služe za oslobađanje produkata gorenja dok u drugim stvaraju opasna strujanja zraka prema centru požara.

Često je slučaj da je najopasnije mjesto na ulaznim vratima u zgradu. Takav otvor je često potrebna kao glavni put ulaza vatrogasaca u zgradu i ne spada u plan ventiliranja. Ipak, strujanje zraka putem ulaza u zgradu može služiti za povećanje intenziteta požara i može eskalirati iznad mogućnosti gašenja početnih vatrogasnih snaga.

Taktička otvaranja koja služe za oslobađanje produkta gorenja mogu smanjiti stupanj zadimljenosti, spustiti temperaturu u prostorima, spriječiti Flashover i Backdraught i općenito olakšati vatrogasne operacije.

Prilikom planiranja odimljavanja važno je imati na umu da će takvi otvori služiti kao dimnjak na građevini i stvoriti prirodno strujanje zraka (propuh). Otvor za odimljavanje bi trebao biti napravljen na najvišem dijelu građevine, ali bi trebao biti i što bliže žarištu požara, tako da dim izlazi iz objekta što kraćim putem.

Čim se ustanovi da nije sa sigurnošću moguće utvrditi točnu lokaciju žarišta, potrebno je napraviti otvore za odimljavanje. Uvijek su u prednosti otvori na krovu (postojeći otvori, krovni prozori, svjetlosne kupole), nad prozorima i vratima. U slučaju da na građevini ne postoje takvi otvori pristupa se otvaranju krovne konstrukcije ili razbijanju bočnih prozora. Važno je imati na umu da se

dim usmjerava dalje od vatrogasnih grupa koje se nalaze u objektu i vrše unutarnju navalu ( svjež zrak mora vatrogascima dolaziti sa leđa).

Otvaranje krovne konstrukcije sa najlakše ostvaruje na zgradama sa ravnim krovom. To znači da se na krovu prave otvori veličine cca 2mx2m kuda dim i akumulirana toplina mogu slobodno izlaziti.

U ovisnosti mjesta izrade krovnog otvora postoje dvije vrste odimljavanja:

- Ofenzivno odimljavanje i
- Defanzivno odimljavanje.

Ofenzivno odimljavanje moguće je na početku intervencije, dok požar nije „ušao“ u razbuktalu fazu i dok ne postoji opasnost od rušenja krovne konstrukcije, a sastoji se od pravljenja otvora za odimljavanje iznad žarišta požara.

Defenzivno odimljavanje se provodi kada ofenzivni način nije moguć ili kao dodatni otvor. Sastoji se od izrade otvora dovoljno udaljenog d žarišta požara, koji mora biti širok cca 1 m preko cijele širine krova.

U te se otvore ne smije ubacivati voda jer para koja se stvara mogla bi otežavati izlazak dima i topline.

### Umjetna ventilacija

Kod primjene taktike umjetne ventilacije koriste se ventilatori koji upuhuju zrak u objekt. U svijetu je uobičajen naziv PPV<sup>19</sup> tlačna ventilacija.

Takva se praksa koristi kako bi se postiglo:

- Smanjenje količine dima i topline u objektu
- Snižavanje temperature u objektu
- Povećanje vidljivosti i omogućavanje lakše orijentacije u prostoru
- Smanjenje opasnosti od razbuktavanja produkata izgaranja
- Stvaranje ugodnije i sigurnije radne okoline vatrogasaca.

Ventilator postavljen na ulazna vrata objekta usmjerava struju zraka u zadimljeni prostor, stvara određeni nadtlak u prostoru koji se kasnije izjednačava na izlaznom otvoru. To kretanje zraka sa sobom odnosi nagomilani dim i toplinu iz prostora. Veliku ulogu pri tome imaju vatrogasci koji sudjeluju u akciji provjetravanja. Oni otvaranjem i zatvaranjem otvora usmjeruju produkte sagorijevanja izvan objekta imajući u vidu smanjenje štete koji ti produkti mogu napraviti pri svom izlasku.

Ventilator se mora postaviti tako da struja zraka pokriva cijeli otvor. U slučaju da struja zraka ne pokriva cijeli otvor efikasnost ventilatora se smanjuje. Tada je potrebno postaviti grupu od dva ili više ventilatora.

Uporaba umjetne ventilacije prije unutarnje navale treba se pažljivo uzeti u obzir. Postoje slučajevi da se ventilacijom samo povećao intenzitet gorenja u prostoru. To se može desiti u slučaju da je izgaranje uvjetovano količinom kisika u prostoru. U tim se slučajevima može koristiti potpuno zatvaranje otvora.

#### „Antiventilacija“

Koncept „antiventilacije“ nije suprotno gledište od stvaranja otvora za oslobađanje opasne topline, dima i plinova iz zgrade, nego prije komplementarni pristup za neke stanovite situacije. Nekad je to sigurnije od postizanja kontrole izlazećeg strujanja zraka u prostoru koji je zahvaćen požarom. Otvaranjem zgrade gubi se neka vrst kontrole strujanja zraka i dopušta toplini, vatri i plinovima prijenos i mogućnost zapaljenja u odgovarajućoj smjesi sa zrakom.

Ovo može zvučati jednostavno, ali puno je primjera brzih razvoja požara koji su se dogodili kao rezultat nekontroliranih zračnih struja, koji su katkad prouzročili gubitak života vatrogasaca.

Kontrola zračnih struja i širenja požara može biti pokrenuta jednostavnim zatvaranjem vrata, onemogućivši potrebni dovod zraka za razvoj i trajanje požara. Možda bi bilo sigurnije i efikasnije za vatrogasce, u nekim slučajevima,

da „zatvore sve“ – na primjer, gdje očito postoji opasnost od Backdraughta sa gustim, crnim, „kotrljajućim“ dimom koji izlazi gornjim dijelom mjesta ulaza (vrata). Zatvaranje vrata moglo bi biti dovoljno za sprječavanje Backdraughta ili bilo kakvog brzog razvoja požara. U ovoj točki bilo kakva slijedeća akcija biti će diktirana okolnostima požarnog prostora (dimenzije). Indirektna navala vodenom maglom ili pravljenje otvora negdje na građevini za rasterećenje stanja mogla bi biti bolja opcija prije ulaska.

#### **4.5. Indirektno gašenje vodenom maglom**

Ova se taktika može koristiti samo u slučajevima da se u objektu nitko ne nalazi i izvodi se izvana. Ona svakako pruža mogućnost da se vatrogasci sa sigurnošću i pouzdanošću suoče sa požarom u uvjetima slabe ventilacije i možda je najbolja solucija u takvim slučajevima. Sastoji se od pritvaranja otvora objekta i ubacivanja fino raspršene vodene magle kroz djelomično otvorena vrata ili prozor na vruće površine u prostoru. Para koja se tada stvara prigušuje i gasi požar. Gašenje ovim načinom može biti dužeg trajanja i neefikasno za gašenje žara.

#### **4.6. 3-D ofenzivno gašenje vodenom maglom**

Jedna od najmlađih taktika gašenja naziva se i „Gas Phase Cooling“ (Hlađenje plinske faze). Nova je tehnika razvijena od švedskih vatrogasaca, uporabom inovativne tehnike navale pomoću pulsirajućeg mlaza vodene magle, kako bi se smanjile opasnosti povezane sa razbuktavanjem produkta izgaranja u objekt. Ova je tehnika kasnije unaprijeđena u Velikoj Britaniji i Australiji i danas bivaju usvajane od vatrogasnih postrojba diljem svijeta.

Uporaba vodene magle ili finog raspršenog mlaza vode u odnosu na navalu punim mlazom u požarima zatvorenog prostora je dilema sa kojom se vatrogasci suočavaju već mnogo godina. Svaki od ovih oblika ima svoje prednosti i nedostatke.

Ipak, upotreba trodimenzionalne (3D-često zvane ofenzivne) tehnike gašenja vodenom maglom tijekom obuzdavanja dimne faze požara u zatvorenim prostorima je najnoviji inovativni pristup. Vatrogasac bi trebao imati jasnu predodžbu da se ovaj način gašenja ne primjenjuje samo za gašenje požara, nego uglavnom za stvaranje „sigurnog“ pristupa požaru i za smanjenje vjerojatnosti nastanka razbuktavanja vrućih dimova. Ova tehnika nije kreirana da zamjeni „direktni“ način gašenja upotrebom vode u punom mlazu, nego za poboljšanje postojećih oblika vatrogasne navale u namjeri poboljšanja sigurnosti i efikasnosti vatrogasnih grupa.

3-D ofenzivno gašenje vodenom maglom predstavlja tehniku kojom se kapljice vodene magle ubacuju direktno u sloj zagrijanog dima. Voda se u dim „iskapljuje“ u impulsima u trajanju od 2 do 3 sekunde pri čemu se mlaz horizontalno pomiče. Kut i širina mlaza ovise o geometriji prostora. U velikim dugim prostorijama izbacuje se uski raspršeni mlaz kojem kut iznosi  $30^{\circ}$ , a u manjim, kratkim prostorijama široki raspršeni mlaz s kutom od  $45^{\circ}$ . Stvaranje vodene pare i smanjenje volumena tako hlađenog dima kod pravilne primjene mlaza ne utječe na održavanje „toplinske ravnoteže“. Kapljice vodene magle inertiziraju sloj dima, smanjujući mu temperaturu. Dim se skuplja i povećava vidljivost.

„Toplinska ravnoteža“ je stanje koje postoji unutar prostorije tijekom razvoja požara. Ovisna je o količini goriva, dostupnosti zraka i drugim faktorima. Topli prostor iznad požara uzrokuje strujanje se koje dovodi zrak u vatru. Ipak, kada plafon i gornji dijelovi zidnih podloga postanu pregrijani, strujanje se usporava i u cijeloj se prostoriji stvori neka vrsta ravnoteže sa ravnomjerno vodoravno raspoređenim temperaturama. Gledajući okomito, temperatura se stalno povećava od poda prema plafonu gdje je i njena razina najveća. Količina zraka koji ulazi u proces gorenja direktno je proporcionalna količini sagorijevanja. To znači da požar traži jednu vrstu ravnoteže između produkta koji se oslobađaju i sirovina koje ulaze u proces gorenja. Bilo koje drugo stanje izbacuje je iz ravnoteže. Poremećaj toplinske ravnoteže izaziva turbulentno strujanje pare i dima u požarnom prostoru, smanjuje se vidljivost i pogoršavaju se uvjeti za rad. Ova se turbulentna strujanja mogu desiti prilikom pretjerane

upotrebe vode bilo u obliku magle ili punog mlaza. Takve akcije vode do stanja kod kojeg temperature na razini poda prekorače one na razini stropa za kratko vrijeme, stvarajući ekstremne uvjete rada za vatrogasce koji se nalaze u požarnom prostoru. U ovom slučaju može se reći da je prostorija toplinski neuravnotežena.

Potrebno je izbjegavati kontakt vodenog mlaza sa zagrijanim površinama ( zidovi, plafon ) jer se time stvara velika količina vodene pare koja stvara čepove vodene pare. Ta vodena para dijelom s vraća u smjeru vatrogasca i može uzrokovati opekline na nezaštićenim dijelovima tijela.

Ova se nova tehnika gašenja pokazala kao jedna od najboljih metoda za sigurno održavanje brzog, stalnog i agresivnog odgovora na požar kada se ulazi u požarni prostor, kada direktan pristup žarištu požara ne može biti zajamčen.

Situacije u kojima navala vodenom maglom treba biti uvažena uključuje:

- Horizontalni pristup slobodno gorećem požaru
- Kada gore plinovi u predjelu stropa
- Kada je žarište požara sakriveno i kada ga mlazovi vode ne mogu dosegnuti.

Najbolji način vježbanja uporabe ovih tehnika danas se sve više koristi u svijetu. Redovno vježbanje vatrogasaca u CFBT simulatoru podiže razinu spremnosti i sigurnosti vatrogasaca pri gašenju požara zatvorenog prostora.



Slika 2: Vježba u CFBT simulatoru (vlastiti izvor)

## **5. MJERE ZAŠTITE PRI GAŠENJU POŽARA U ZATVORENIM PROSTORIMA**

Zaštita vatrogasaca se pri radu na intervencijama provodi na dva načina. Prvi način zaštite je zaštitna oprema vatrogasca (osobna i skupna), a drugi je njegovo iskustvo. Na oba se načina može djelovati u smislu povećanja kvalitete zaštite.

### **5.1. Osobna zaštitna oprema**

Odabir kvalitetne opreme je veoma važno područje u vatrogastvu. Katkad se u nekim postrojbama zbog malog proračuna mora napraviti kompromis. Ipak, minimum opreme bi svakako trebao biti zadovoljen. Pri odabiru svakog pojedinog dijela opreme obavezno se mora provjeriti da li su certificirani. Oprema koja nije certificirana nikako se ne bi trebala koristiti u vatrogastvu. Osim certifikata važno je da veličina opreme odgovara pojedinom vatrogascu kako bi se on što ugodnije osjećao. Neudobna, tijesna oprema povećavaju razinu stresa i efikasnost vatrogasca se smanjuje.

U minimalnu osobnu opremu vatrogasca pri gašenju požara zatvorenog prostora spadaju (u zagradi se nalaze važeći europski standardi za pojedinu opremu):

- Zaštitna vatrogasna kaciga (EN 443)
- Zaštitno vatrogasno odijelo (EN 469)
- Zaštitna potkapa
- Zaštitne rukavice (EN 659)
- Zaštitne čizme (EN 345)
- Zaštitni opasač sa opremom
- Zaštitna maska

Osim osobne zaštitne oprema vatrogasac mora biti opremljen ostalom raznom opremom kako bi mogao sigurno i efikasno djelovati. Vatrogasac u požarom zahvaćenom zatvorenom prostoru mora imati sa sobom slijedeće:

- Izolacijski aparat
- Uređaj radio veze (ugrađenog u vatrogasnu kacigu)
- Svjetiljku
- Penjačko uže
- Vatrogasna sjekirica

Upitno je koliko vatrogasac može biti efikasan pri radu noseći sa sobom svu tu opremu. Zato je vrlo važno da se pri kupnji izabere najbolja moguća oprema. O tome direktno ovisi iskoristivost vatrogasaca. Ostala pomoćna oprema osim opreme za gašenje, koja se redovno koristi pri vatrogasnim intervencijama su na primjer:

- Toplinska kamera
- Eksploziometar
- Motorna pila
- Razni tipovi ljestava

## **5.2. Sigurnosti pri intervenciji**

Pozicioniranje vatrogasnih grupa može ozbiljno utjecati na njihovu sigurnost. Povećana se pažnja mora posvetiti prilikom kretanja na slijedećim mjestima:

- Iznad žarišta požara (kat iznad, krov)
- U slučaju slabog kontroliranja požara (povlačenje)
- Pri kombiniranom gašenju (unutarnja i vanjska navala)
- Pri gašenju požara krovista
- Ako u požaru se nalaze opasne tvari
- Pri požaru ispod razine zemlje

Vatrogasci se pri svom radu „dobrovoljno“ izlažu opasnostima kako bi spasili druge ljude ili imovinu. Pri izlaganju tim opasnostima postoji određeni rizik.

Često je on definiran kao „prihvatljivi rizik“. U praksi se spominju tri načela pri procjeni prihvatljivog rizika na intervencijama:

- „možemo puno riskirati svoj život za spasiti ljudske živote koji se mogu spasiti“
- „možemo malo riskirati svoj život za spasiti imovinu koja se da spasiti“
- „nećemo riskirati svoj život za spasiti ono što je već izgubljeno“

Pri gašenju požara zatvorenog prostora vatrogasci moraju biti raspoređeni u grupe sa minimalno dva člana.

Pri gašenju vanjskom navalom, pozicioniranje vatrogasnih grupa treba biti takvo da uz zadržavanje efikasnosti grupa bude što dalje od opasne zone. Radnje se obavljaju iz zaklona (zidovi, prepreke...). Zakoni će poslužiti u slučaju nastanka nekog opasnog događaja (razbuktavanje produkata izgaranja, eksplozija ili rušenje konstrukcije).

Pri gašenju unutarnjom navalom prioritet ima koordinirani napad u svrhu brzog traženja i gašenja žarišta požara. Pri takvom gašenju ne bi se trebala koristiti vanjska navala za gašenje istog prostora zbog mogućih opeklin vodenom parom koji mogu stvoriti mlazovi izvana.

Pri gašenju požara ispod razine zemlje treba osigurati (ako je to moguće) barem dva puta za izlazak (stubišta, ljestve) po mogućnosti na suprotnim stranama prostora.

U tijeku poduzimanja neke vrlo opasne akcije izložiti opasnosti što manje ljudi.

Opasnost od kolapsa građevine treba se uzeti u obzir prilikom dugotrajnog gašenja građevine. Takvi događaji mogu vrlo ozbiljno ugroziti sigurnost vatrogasaca. Poznato je da do kolapsa građevine može doći i bez znakova koji upućuju na opasnost. Ipak, neki od znakova mogućeg kolapsa mogu biti:

- Napukline i ispupčenja na vanjskim zidovima
- Zvukovi pomicanja strukture
- Dim ili voda koja prolazi kroz zid
- Fleksibilno pomicanje podnih konstrukcija
- Pomicanje nosivih zidova ili stupova

U tim je slučajevima obavezno povlačenje iz građevine.

Pri gašenju požara u visokim građevinama uvijek se postavlja pitanje kako se popeti do viših katova. Treba se pridržavati osnovnih smjernica:

- Prvenstveno koristiti stubišta kao put prema višim katovima. Stubišta se koriste kao put za polaganje cijevi i kao put za evakuaciju.
- Dizala nisu sigurna, ali se načelno mogu koristiti kao sredstvo za penjanje na više katove, ali se pri tome mora pridržavati slijedećih pravila:
  - Precizno odrediti kat na kojem se požar nalazi
  - Izlazak iz dizala mora biti minimalno dva kata ispod kata na kojem je utvrđen požar
  - Ako je utvrđeno da se požar nalazi minimalno 3 kata ispod strojarnice dizala, koristi stubište
  - Okno dizala se mora provjeriti prije ulaska u kabinu kako bi se utvrdilo da li su mehanizam i čelična užad čitavi. Ako se u oknu dizala vidi svjetlo požara dizalo se ne smije koristiti
  - Ne ulaziti u dizalo bez sredstva veze ili izolacijskog aparat. Mogući su zastoji u radu.
  - Po mogućnosti koristiti sigurnosno vatrogasno dizalo

Odmor, štednja snage i pravovremena zamjena vatrogasnih grupa povećava efikasnost. Pri dugotrajnim intervencijama potrebno je odrediti mjesto za odmor, gdje će vatrogasci moći skinuti dio opreme i sjesti. Važno je da uz to uzimaju i napitke kako bi nadoknadili dio izgubljene tekućine.

Pravila za uzimanje napitaka su slična kao i kod sportaša. Ako je moguće treba:

- Piti prije, tijekom i nakon fizičkog rada
- Visoka temperatura, visoka vlažnost i težak rad povećavaju potrebe za tekućinom
- Osjećaj žeđi je prvi znak dehidracije
- Treba piti umjereno hladnu vodu, jer se apsorbira brže od vrućih ili vrlo hladnih napitaka

- Izbjegavati kavu, čaj i sokove, jer djeluju kao diuretici
- Izbjegavati alkohol
- Osigurati barem jednu litru vode po osobi
- Po mogućnosti uzimati posebne napitke bogate mineralnim solima ili mineralnu vodu bogatu magnezijem. Nedostatak magnezija uzrokuje grčeve u mišićima i pojačava osjećaj umora.

### 5.3. Ulazak u građevinu

Dolaskom ispred građevine vatrogasac mora imati na umu da ulazi u opasno područje. Najopasniji trenutak prilikom gašenja je svakako samo otvaranje vrata prostorije. Zato prije otvaranja vrata treba poduzeti slijedeće korake:

- Provjeriti način izlaženja dima iz prostora (kroz pukotine oko otvora)  
Ukoliko je dim jako gust i izlazi na udare predznak je naglog razbuktavanja požara
- Osigurati mlaz vode dovoljnog protoka
- Rukom provjeriti temperaturu vrata  
Iza jako ugrijanih vrata se sigurno nalazi požar
- Zauzeti pravilan položaj za otvaranje  
Otvaranje „vrućih“ vrata se vrši iz zaklona. Najbolje je uz sebe nositi kratko uže (ili držač cijevi) koje se veže oko kvake, i pomoću kojeg se vrata mogu brzo zatvoriti.
- Otvoriti vrata samo nekoliko centimetara  
U slučaju pojave usisavanja zraka velika je mogućnost da dođe do razbuktavanja produkata izgaranja. Vrata treba ponovno zatvoriti i primijeniti drugu taktiku (taktičku ventilaciju, 3-D gašenje vodenom maglom), Efikasna je taktika kratko otvaranje vrata i pulsiranje vodene magle u gornji dio prostorije. Nakon toga opet zatvoriti vrata. Postupak se mora ponoviti nekoliko puta. Ako se pri tome javlja jako pucketanje, znak je da se u gornjem dijelu prostorije nalaze jako zagrijani plinovi.

Voda se pritom razlaže na vodik i kisik. Vrata je tada dobro zatvoriti i primijeniti neku drugu taktiku.

- Gašenje se vrši u klečećem položaju.

Temperatura u donjim dijelovima prostorije je višestruko niža od temperature u gornjim dijelovima

- Nakon gašenja požara provjetriti objekt

Potrebno je provjetriti sve prostorije u objektu kako bi se sa sigurnošću utvrdilo sigurno stanje. U nekim se prostorijama može nagomilati velika količina zagrijanog dima i uzrokovati ponovni požar.

#### **5.4. Kretanje kroz objekt**

Uvjeti koji vladaju u požarom zahvaćenom zatvorenom prostoru (gusti dim, visoka temperatura) su takvi da vatrogascu ne dopuštaju korištenje svih svojih osjetila ukoliko se ne koristi specijalnom opremom (toplinska kamera). Opterećenost opremom smanjuje osjet dodira, a gusti dim onemogućava osjet vida. Zato je važno poduzeti preventivne mjere.

Kretanje kroz prostrije je potrebno provoditi tako da se zid stalno dodiruje vanjskim dijelom dlana. U slučaju dodira sa vodičem pod naponom elektricitet će uzrokovati grčenje mišića ruke i odbiti ruku od zida. Kretanje prema naprijed vrši se uz stalno opipavanje nogom dio poda koji se nalazi ispred vatrogasca. Pod se provjerava zbog toga da se utvrdi da li se ispred nalazi kakva rupa u podu i da li je pod dovoljno čvrst. Kao orijentir za povlačenje prvenstveno služi vodeni mlaz koji se povlači sa sobom. U slučaju da potroši rezervu zraka u izolacijskom aparatu jasno je označen put prema izlasku na otvoreni prostor.

Tehnika penjanja po zadimljenim stubištima je slična kao i kretanje po ravnom podu. Međutim, spuštanje po takvom stubištu se bitno razlikuje. Kretanje se tada vrši unatrag, opipavajući nogom stube i provjeravajući čvrstoću svake stepenice udarcem. U slučaju kolapsa stepenice, vatrogasac pada prema naprijed na prije provjerene stepenice. Zadržavanje u takvom prostoru tijekom gašenja vatrogasci trebaju zauzeti najsigurnije položaje. U slučaju početka rušenja objekta, najsigurniji je položaj ispod štokova vrata u nosivim zidovima.

## 5.5. Pretraživanje prostora

U slučaju da se pri pretraživanju utvrdi da se u prostorima nalaze osobe potrebno je izvršiti spašavanje. Spašavanje se u pravilu vrši usporedno sa akcijom gašenja. Ako taktičke mogućnosti postrojbe nisu dovoljne za obavljanje istovremenog gašenja i spašavanja, prednost ima spašavanje.

Pretraživanje prostora osnovna je radnja prilikom spašavanja osoba. Pravilo je, da pri pretraživanju zadimljenih prostora grupa koja vrši akciju bude stalno u dodiru. Grupa za pretraživanje i spašavanje se sastoji od minimalno dva člana (voditelja grupe i člana).

U načelu postoje dvije situacije spašavanja:

- Poznat broj osoba i njihovih lokacija
- Nasumično pretraživanje

Pri poduzimanju takvih akcija koriste se prvenstveno glavni (redovni) komunikacijski putovi (stubišta, hodnici), te ostali (izvanredni) putovi (balkoni, prozori). Za spašavanje preko balkona ili prozora koriste se u većini slučajeva autoljestve, a rjeđe ostali tipovi ljestava i užad.

Kao orijentir kod pretraživanja koristi se uže kojeg vatrogasci puštaju za sobom.

Takva je praksa efikasna pri pretraživanju objekata sa velikom površinom i velikim brojem prostorija (hoteli, domovi, uredi). Pretraživanje se svake prostorije u pravilu obavlja dva puta. Prvo je pretraživanje brzo, a drugo je temeljito. Važno je samo uskladiti sustav obilježavanja pregledanih prostorija. U engleskom vatrogastvu uobičajena je metoda označavanja vrata kredom. Pri prvom pretraživanju se vrata obilježe kosom crtom. Nakon drugog pretraživanja vrata se obilježe drugom kosom crtom. Znakom „X“ koji ostaje na vratima pokazuje da je soba temeljito pregledana.

U stambenim objektima se pretraživanje odvija puno brže. Broj prostorija je manji i spašavanje kraće traje. Najveći problem pri pretraživanju stambenih prostora predstavljaju djeca. Ona se u slučaju požara skrivaju ispod kreveta, u ormarima i vrlo ih je teško pronaći. Pretraživanje jedne prosječne sobe predstavljeno je na slijedećoj slici.

Ova se akcija danas uz modernu tehniku puno brže rješavaju. Uporabom toplinskih kamera pretraživanje i spašavanje osoba u zadimljenom prostoru je višestruko lakše. Ipak, samo uz korištenje pravila klasičnog pretraživanja intervencija može biti brza i uspješna.

## **5.6. Spašavanje vatrogasaca**

Prilikom svake vatrogasne akcije može nastati potreba spašavanja vatrogasaca. Rušenje konstrukcija, potrošene rezerve zraka, toplinski šok, su samo neki od uzroka stradavanja.

U našoj je zemlji nepoznanica planirani postupak spašavanja vatrogasaca. Vatrogasci imaju veoma slab sustav veze i ne vodi se evidencija o boravku u objektu. Opasnosti od „zaboravljanja“ na vatrogasce koji se nalaze u objektu povećava se pri većim intervencijama na kojima sudjeluje veći broj postrojbi. Nakon nekoliko nesreća, u Engleskoj je uveden sustav praćenja ulaska i izlaska iz objekta. Kada se na gašenju požara zatvorenog prostora nađu barem dvije vatrogasne postrojbe, na intervenciju izlazi posebno obučeni časnik čiji je zadatak bilježenje i praćenje vremena kojeg vatrogasci provode u požarnom objektu.

Izvan objekta u pripravnosti čeka jedna potpuno opremljena vatrogasna grupa. U slučaju da se vatrogasci ne vrate u predviđeno vrijeme ili radiovezom zatraže pomoć, grupa za spašavanje ulazi u objekt i vrši spašavanje unesrećenih vatrogasaca.

Dodatna funkcija sustava je da oglasi alarm u slučaju da se vatrogasac ne miče dulje od 30 sekundi ili ako ga on sam uključi.

## 6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja sintezu opasnosti na kojima se susreću vatrogasci prilikom gašenja požara u zatvorenim prostorima i mjera zaštita kojim se pokušava smanjiti rizik djelovanja tih opasnosti.

Prosječnom su vatrogascu fenomeni kao razbuktavanje i eksplozija produkata izgaranja nepoznata stvar. Nedostaju kvalitetni programi obuke, poligoni i stručna savjetovanja.

Napredak se vidi tek u nekim postrojbama, gdje malobrojni entuzijasti pretraživanjem stručne literature i interneta dolaze do novih informacija.

Međutim, razvoj društava ne staje. Isto tako i razvoj vatrogasne tehnike i opreme. Počela je stizati u postrojbe nova oprema i vozila koja se uvelike razlikuju od onih koja su se koristila do sada.

Nova oprema, brže stizanje na mjesto požara i raniji početak djelovanja stavljaju pred vatrogasce neke nove opasnosti. Nije isto doći na požar koji je već u razbuktaloj fazi ili na požar kod kojeg se jedino vide velike količine dima kako izlaze na otvore građevine. Vatrogasac se tada nalazi u veoma opasnoj sredini, gust dim, toplina, vlaga, onemogućuje mu brzo i efikasno djelovanje. Put do požara u tim slučajevima može biti dug i opasan, a spašavanje veoma otežano. Zato su pravila ponašanja pri takvim intervencijama veoma važna. Način otvaranja vrata, kretanje kroz objekt i odabir taktike gašenja i ventilacije, veliki su sigurnosni čimbenik.

Potrebno iskoristiti sva nova saznanja kako bi se ta nova oprema i nove taktičke metode vježbama i simulacijama što bolje implementirale u svakodnevnu praksu.

## LITERATURA

- [1] Zakon o vatrogastvu, N.N., br, 106/99, 117/01 i 96/03
- [2] Izvor: Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara <TRVB A 100 87.-Zagreb, Hrvatska vatrogasna zajednica, 1997)
- [3] IFE –Institution of Fire Engineers- Institucija vatrogasnih inženjera
- [4] Norman, J.: Fire Officer's Book of Tactics ((Second Edition). – Saddle Brook: Fire Engineering Books & Videos, 1998.
- [5] Fišter, S. i drugi: Osposobljavanje za zvanje vatrogasac. – Zagreb: Hrvatska vatrogasna zajednica, 2002.
- [6] Popović, Ž i drugi: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, Zagreb: Hrvatska vatrogasna zajednica, 2006.
- [7] Šmer – Pavelić, Đ.: Gorenje i sredstva za gašenje. – Zagreb: Mi Star, 1996. vatrogasni vjesnik, 2000, 3, 28-34
- [8] <http://www.firetactics.com>, (10.03.2016.)
- [9] <http://www.wiedermann-f.at/loeschsysteme.php> (19.03.2016)