

# Veština čitanja dima u požaru

*Aleksandar Lazarević, dipl. ing.*

*Najbitniji požarni produkti su dim i toplota. Oni predstavljaju najveću opasnost prilikom požara, kako za ugrožene u objektu, tako i za vatrogasno-spasilačke ekipe koje učestvuju u akciji gašenja i spasavanja. Dim i toplota su neodvojivi pojmovi i kod njih ne postoje konstantni odnosi. Dok požari sa nižom temperaturom mogu biti bogati dimom, tako požari sa oslobođenom većom količinom toplote mogu da sadrže manje količine dima. Pošto većina zapaljivih materijala prilikom sagorevanja obrazuje dim, zato se i najveća količina toplote iz zone gorenja prenosi dimom. Zbog toga se dim u požaru uvek mora tretirati kao gorivo! Permanentno posmatranje požarnog prostora i poznavanje tehnika čitanja dima u požaru, mogu nam dati dragocene podatke o lokaciji požara, vrsti gorive materije, veličini i fazi razvoja požara, eventualnim opasnostima i u velikoj meri omogućiti donošenje pravovremenih odluka u cilju efikasnije i bezbednije akcije gašenja požara i spasavanja ugroženih.*

## Zašto čitanje dima?

Poznavanje veštine čitanja dima u požaru i stalno praćenje stanja na objektu koji gori, može da nam pomogne kod donošenja ključnih i pravovremenih odluka u toku akcije gašenja požara i spasavanja. Te odluke mogu doprineti bržoj evakuaciji i pravovremenom spasavanju ugroženih, uspešnijom akcijom gašenja požara, manjim utroškom sredstava za gašenje i smanjenom materijalnom štetom, a pre svega u velikoj meri utiče na bezbednost i sigurnost vatrogasno-spasilačkih timova koji su angažovani u akciji gašenja i spasavanja.

Čitanje dima može da nam da odgovore na mnoge važne činioce koji utiču na sam tok intervencije:

- vrsta gorivog materijala;
- koliki je obim i koja je faza razvoja požara;
- koja je lokacija požara;
- prioritete u taktici gašenja i spasavanja;
- eventualne opasnosti kod ekstremnih pojava u požaru;
- mogućnost rušenja konstrukcija.



**Slika 1: Razvoj dima na požaru hladnjače u Boleču**



**Slika 2: Kretanje dima u odnosu na lokaciju požara**

## **Vrsta gorivog materijala**

Dim nastaje pri skoro svim tipovima gorenja. Samo neki gasovi sagorevaju u prirodnom ambijentu bez dima. Hemijske osobine dima zavise u velikoj meri od sastava gorive materije, brzine njenog sagorevanja, koncentracije kiseonika, kao i od temperature nastalih gasova. Pošto je većina ovih veličina promenljiva u toku požara, teško je dati tačan hemijski sastav izdvojenog dima i prema boji dima prepoznati vrstu gorive materije. Goriva materija se može pretpostaviti po boji i gustini dima samo kod homogenih materija u ujednačenim uslovima požarnog ambijenta.

Količina i fizičke i hemijske osobine gorivih materija, određuju ukupni energetski potencijal požara. Međutim, za oslobađanje toplotne energije u požaru od velikog značaja ima dotok kiseonika. Kada dođe do požara, veličina i visina prostora, kao i otvori za dotok svežeg vazduha i odvod dima, utiču na ventiliranost prostora i brzinu razvoja požara, a samim tim i na količinu oslobađanje toplote i razvoja dima. Boja dima u požaru se kreće od svetlo-plavičaste, u slučaju dobrog sagorevanja, do tamno crne, kada se u dimu nalazi velika koncentracija nesagorivih čestica gorive materije i njenih kondenzacijskih produkata.

Kod čitanja dima u požaru je jako bitno pratiti i proceniti njegove ključne faktore: jačinu, pritisak, gustinu i boju. U toku požara u zatvorenom prostoru, gorivo se menja (masa i sastav), tako da se boja, gustina i jačina dima shodno tome menjaju.

## Obim i faza razvoja požara

Osnovni uslovi koji utiču na razvoj i ponašanje požara u nekom zatvorenom prostoru su pre svega količina, vrsta i karakteristike gorivih materija, otvori za dotok vazduha, karakteristike, oblik i veličina prostora gde je nastao požar. U zavisnosti od tih uticaja i vremena slobodnog razvoja požara, vatrogasno-spasilačke ekipe prilikom dolaska na lice mesta mogu zateći razvoj požara u tinjajućoj ili u razbuktaloj fazi.

Požar sa premalo dima, a velikom površinom gorenja, može da prevari i prilikom otvaranja prostora i dotokom velike količine svežeg vazduha naglo ubrza širenje požara, koje se sa raspoloživim snagama ne može kontrolisati. To je posebno svojstveno za zatvorene velike podrumске prostorije i tavske prostore sa dugim vremenom slobodnog razvoja požara, a sa nedovoljno kiseonika za potpuno sagorevanje.

Svaki požar se mora posmatrati sa svih strana, pratiti posebno kretanje dima kroz otvore i u svakom momentu predvideti promene situacije i promenom taktike sprečiti širenje požara i umanjiti neželjene posledice. U praksi se dešava da vatrogasno-spasilačke ekipe dejstvuju na požar samo frontalnom navalom, a požar se preko potisnutog dima i toplote po dubini širi na susedne prostorije ili po vertikali na gornje nivoe objekta.

Gustina i boja dima nam takođe mogu ukazati i na obim i fazu razvoja požara. Posebno treba pratiti nagle promene, koje ukazuju na nagli razvoj požara i vatrogasno-spasilačke ekipe koncentrisati na sektore zaustavljanja širenja požara.

Promena boje i gustine dima, takođe mogu da nam ukažu i na dejstvo sredstava za gašenje na žarište požara. Kada crni, gust dim, pređe u svetli, to je znak da vatrogasno-spasilačke ekipe dejstvuju po požarnoj zoni.



**Slika 3: Razvoj požara i dima pre dejstva unutrašnje navale**



**Slika 4: Razvoj dima posle dejstva unutrašnje navale**

## Lokacija požara

Dim može da nam ukaže na tačno mesto nastanka požara, kao i na pravce njegovog razvoja. Zbog toga moramo poznavati osnovne zakone kretanja dima u zatvorenom prostoru. Glavne pokretačke sile kretanja dima u požaru su razlike u temperaturi i pritiscima. Topli gasovi i dim koji nastaju u požaru, usled razlike gustine u

odnosu na okolni vazduh, pod dejstvom pritiska uzdižu se uvis i formiraju sloj u gornjim delovima prostora. Stvara se nadpritisk, usled čega topli gasovi i dim izlaze iz prostorije kroz otvore.

Zbog prirodnog kretanja dima, posebno kod visokih objekata, posmatranje dima pri otvorima može da prikaže lažan utisak o lokaciji požara. Često se dešava da prilikom dojava požara, građani prijave požar na višim spratovima, a stvarno žarište se nalazi na nekoj donjoj etaži ili čak u podrumu. Požari u podrumima razvijaju velike količine dima koje se prirodnim strujanjem dižu uvis i popunjavaju više delove objekta i izlaze kroz objekat kroz nađene otvore. Nisu retki slučajevi da građani napuste svoje stanove na višim etažama, ostave otvorena vrata i omogućće da dim izlazi iz njihovog stana. Time se može stvoriti pogrešan utisak o lokaciji požara. Bilo je slučajeva u praksi da dim izlazi na vrhu objekta, a požar se razvija u podrumu. U takvim slučaju dim se kreće kroz vertikalne kanale za bacanje smeća, ventilacionim kanalima ili stepeništem i napušta objekat kroz otvore na vrhu objekta. Zbog toga, prilikom izviđanja požarnog prostora u ovakvim slučajevima, mora se prepoznati tačna lokacija požara, od čije nam brze procene u velikoj meri zavisi pravilan izbor taktičkog nastupa gašenja požara i spasavanja ugroženih.

## **Taktika gašenja i spasavanja**

Posmatranje dima na požaru može da nam ukaže na ključne momente razvoja požara i druge momente, koje ćemo primenom odgovarajuće taktike gašenja i spasavanja sprečiti do potpune likvidacije požara, a posledice svesti na najmanju moguću meru.

Posebno je važno permanentno pratiti ceo tok intervencije. Rukovodilac intervencije mora imati potpunu sliku požara i posmatrati objekat sa spoljne strane. Samo unutrašnje posmatranje dešavanja u požaru, može da sakrije stvarnu sliku i može se zakasni sa pravovremenom intervencijom. Uvek treba gledati šire od samog požara, da bi eventualno mogla da se predvide buduća dešavanja. Posebno se mora voditi računa o brzom kretanju dima u zonama visokog pritiska (liftovi, ventilacija, stepeništa i hodnici), pogotovu ako se požar dešava u visokom objektu, sa velikim brojem stanara.

Tokom akcije gašenja i spasavanja mora se stalno voditi računa koliko brzo dim izlazi iz objekta i kakva je boja i gustina dima. Moraju se upoređivati otvori za ventilaciju, ulazi svežeg vazduha i izlazi dima. Kada se otvaraju vrata ili prozori mora se posmatrati kako se ponaša svež vazduh, a kako dim. Uvek je važno postupati oprezno sa požarnim prostorom prilikom ulaska. Polako i pažljivo otvarati vrata i posmatrati šta se dešava!

Tokom akcije mora se voditi računa o svakoj promeni. Svaka neželjena promena dešavanja, ako se brzo ne zaustavi može uzeti maha, ubrzati razvoj požara, ali i ugroziti vatrogasno-spasilačke ekipe i ugrožene u objektu.

Zbog celokupne slike požara i predviđanja eventualnih neželjenih efekata, neophodno je da svi učesnici u intervenciji saopšte svako zapažanje koje može dovesti do promene. Potrebno je oceniti kada neželjeni događaj vodi ka drugom događaju. Koliko se brzo dimni uslovi menjaju na bolje ili gore?

Rukovodilac akcije mora poznavati veštine čitanja dima i biti sposoban da se odluči za prava rešenja. Upozoravajući znaci nisu uvek vidljivi, moraju se uvek koristiti znanje, veštine, iskustvo i verovati svojim instiktima.

## Opasnosti kod ekstremnih pojava u požaru

Kako požar postaje zavistan od ventiliranosti prostora tako se smanjuje procenat sagorelih produkata gorenja, a koncentracija zapaljivih gasova raste. Zapaljivi elementi u dimu su ključni faktor u ekstremnim oblicima ponašanja u požaru kao što su flešover („flashover“), bekdraft („backdraft“) i eksplozija dima. Upravo zbog toga vatrogasci-spasioci moraju dim promatrati kao gorivo.

Nagli razvoj požara i dima predstavlja značajnu opasnost vatrogascima-spasiocima tokom gašenja požara. Ukoliko oni nisu u potpunosti svesni takve opasnosti – rizik po njihovu sigurnost je veći !

Ekstremno ponašanje požara može se definisati prema trajanju povećanog oslobađanja toplote. Pri naglom razvoju požara promene se dešavaju jedna za drugom i prisutan je stalan porast oslobođene toplote. Ove ekstremne pojave u požaru predstavljaju značajnu pretnju vatrogascima-spasiocima i ugroženima koje se zateknu u požaru i uglavnom rezultiraju velikom materijalnom štetom.

Flashover, backdraft i eksplozije dima su ekstremne pojave u požaru koje na prvi pogled izgledaju dosta slično, ali uslovi za njihov nastanak se bitno razlikuju.

### “Flashover”

Flashover predstavlja prelaz iz faze rastućeg (nerazvijenog) požara u fazu potpuno razvijenog požara u jednom zatvorenom prostoru. Uz pretpostavku dovoljnog dotoka svežeg vazduha, flashover će se u jednom trenutku pojaviti kao normalna faza razvoja požara. Uz ograničenu ventilaciju, požar ne mora ući u fazu flashover-a.

Siguran znak flashover-a je isijavanje toplote snagom od 15-20 kW/m<sup>2</sup> i dostizanje temperature u gornjem sloju prostora od 500<sup>0</sup>S do 600<sup>0</sup>S. On nastaje kada temperatura gorenja u ventiliranom zatvorenom prostoru dostigne temperaturu paljenja svih gorivih materija koje se u tom prostoru nalaze.

Preventivne mere za sprečavanje Flashover-a su navala usmerena na žarište požara i odvođenje dima i toplote iz objekta, a tek onda ventiliranje objekta.

Uočljivi znaci upozorenja pre nastanka flashover-a su **turbulencija, gusti i intenzivan dim, naglo širenje plamenih „jezika“ izvan zatvorenog prostora kroz otvore i eventualno pucanje prozorskih stakala usled porasta temperature.**



**Slika 5: Stanje požara koje prethodi nastanku flashover-a**



**Slika 6: Nastanak flashover-a**

Takođe i naknadni dotok svežeg vazduha u prostor zahvaćen požarom može rezultirati flashover-om (otvaranje vrata, prozora, pucanje prozorskog stakla). Taj proces može se ispoljiti veoma brzo, ali može nastati i nakon dužeg vremenskog perioda. Zbog ove pojave prinudna ventilacija velikih, nepristupačnih prostora zahvaćenih požarom, gde vatrogasno-spasilačke ekipe ne mogu brzo reagovati, nije poželjna.

### **“Backdraft”**

Backdraft nastaje u situaciji kada slabo ventilirani požar primi iznenadnu veću količinu vazduha, pri čemu se požarni gasovi pale, ponekad praćeno eksplozijom. Backdraft je iniciran uvedenim kiseonikom, kroz dotok svežeg vazduha u „hermetički“ zatvoreni požarni prostor i razlikuje se od flashover-a po brzini rasta oslobođene energije.

Najčešće se dešava prilikom naglog ulaska u zatvoreni požarni prostor. Backdraft može nastati i pri kontinuiranom gorenju kada se nakupljaju velike količine gorivih gasova, međutim više kao iznenadni i kratkotrajni bljesak plamena.

Predznaci Backdraft-a su **pojava žućkasto-sivog dima, naglo usisavanje svežeg vazduha prilikom otvaranja vrata ili prozora i prethodno zatvoren prostor sa puno dima.**

Pravila ponašanja prilikom ulaska u požarni prostor:

- Prozori i vrata moraju se otvarati iz zaklona, uz zaštitu pripravnog mlaza raspršene vode. Ako se pri otvaranju vrata oseti usisavanje vazduha u prostoriju, vrata se moraju ponovno zatvoriti ili usmeriti raspršeni mlaz na dim i njime sprečiti Backdraft.
- Ako se opravdano sumnja na Backdraft, tada ga možemo usmeriti u željenom smeru, tako što se pre ulaska u prostoriju, otvori prozor. Ako dođe do Backdraft-a, tada se on usmerava kroz nastali otvor i ne ugrožava navalnu grupu.

### ***Eksplozija dima***

Eksplozija dima je varnica ili plamen unešen u prethodno koncentrisanu mešavinu dima sa vazduhom iznad njegove temperature paljenja. Izvor paljenja požarnih gasova može biti plamen požara, užareni ugarak, ali i ne mora biti nužno povezan sa požarom. Dodatne količine kiseonika nisu preko potrebne ukoliko se koncentracija zapaljivih požarnih gasova nalazi između donje i gornje granice eksplozivnosti.

Eksplozija požarnih gasova i backdraft su dva posve različita događaja. U oba slučaja gorivo je dim. Razliku između ove dve pojave nalazimo u osnovnim uslovima za nastanak procesa gorenja. Backdraft traži visoku koncentraciju dima, nisku koncentraciju vazduha i temperaturu koja nadmašuje temperaturu paljenja nastalih zapaljivih produkata u požaru. S druge strane eksplozija dima traži mešavinu dima (kao goriva) i vazduha u granicama eksplozivnosti i temperaturu koja je iznad njihove temperature paljenja. Njihovo će paljenje nastati kada temperatura dostigne potrebnu vrednost. U mnogim slučajevima, eksplozija dima je nalik eksploziji propan-butana u zatvorenom prostoru. Ako je izvor paljenja prisutan eksplozivna smesa dima, kao goriva i vazduha će se zapaliti praćena eksplozijom. Dim nastao kao produkt slabo ventiliranog požara može

isticati kroz razne otvore u objektu i nakupljati se u šupljinama i drugim prostorijama. Prisutnost dima, makar bio hladan i dovoljno udaljen od prostora zahvaćenog požarom, takođe predstavlja opasnost od nastanka eksplozije požarnih gasova.

Predznaci eksplozije dima mogu biti **zarobljeni gasovi u višim zonama, povećanje gustine dima, kao i konstatacija da dovod svežeg vazduha prevazilazi količinu izlaženje dima kroz otvore.**

Taktika za sprečavanje eksplozije dima se zasniva na:

- Pravilnoj i pravovremenoj ventilaciji prostora,
- Uklanjanju eventualnih izvora paljenja smeša dima i vazduha,
- Primeni svih mera bezbednosti kao kod drugih ekstremnih pojava u požaru.

Ova pojava je retka na intervencijama gašenja požara u zatvorenim prostorima, ali uvek predstavlja značajnu opasnost po vatrogasce-spasioce.

Mnogi vatrogasci-spasioci mogu definisati ove izraze, ali ne prepoznaju ključne pokazatelje stanja i ne znaju adekvatan odgovor na novonastalu požarnu situaciju. Vatrogasci-spasioci moraju biti sposobni i moraju znati prepoznati mogućnost nastanka nekog od ovih ekstremnih oblika ponašanja požara i primeniti taktičke nastupe kako bi uticali na ponašanje požara i zaštilili sebe i druge.

## **Rušenje konstrukcija**

Povećanjem toplote u zoni požara i delovanja vatrogasno-spasilačkih ekipa, dolazi do slabljenja građevinskih konstrukcija i mogućnosti njihovog rušenja. Najugroženije građevinske konstrukcije u požarnoj zoni su krovovi, međuspratne konstrukcije, dimnjaci i zidovi. Postoje slučajevi kada je za vreme akcije gašenja požara došlo do rušenja i kompletnih objekata. Rizik za rušenje je veći, kada je požar nastao na trošnim i objektima u izgradnji. Verovatnoća za obrušavanjem konstrukcija se povećava vremenom trajanja intervencije.



**Slika 7: Razvoj dima neposredno pre rušenja krova na požaru Jugoslovenskog dramskog pozorišta 1997. godine**



**Slika 8: Rušenje dela krova prilikom ulaska u prostor motela u Feniksu, SAD 2006. godine**

Pogotovo posle ekstremnih pojava u požaru kao što su flashover, backdraft i eksplozija dima, često dolazi do rušenja građevinskih konstrukcija. S toga se prilikom akcije gašenja i spasavanja mora stalno pratiti situaciju u požaru i stabilnost građevinskih elemenata.

Međutim, vatrogasno-spasilačke ekipe, ponekad nisu u stanju da prate i primete oštećenja na građevinskim konstrukcijama, jer obavljaju zadatke u uslovima smanjene vidljivosti i ne mogu uvek pratiti stanje objekta spoljnim izviđanjem. Iz tih razloga rukovodilac akcije mora pratiti akciju gašenja objekta i sa spoljne strane i prepoznati promene dima koje ukazuje na eventualni kolaps. Na taj način bi mogao pravovremeno reagovati primenom odgovarajućeg taktičkog nastupa., ili ako je događaj već uzeo maha, organizovati na vreme povlačenje vatrogasno-spasilačkih ekipa i tehnike na bezbedno mesto, gde ne bi bili ugroženi od eventualnog rušenja konstrukcija.

## Zaključak

Stalno posmatranje požarnog prostora, može nam dati veoma važne podatke koji su bitni za izbor adekvatnog taktičkog nastupa. Poznavanje i razumevanje čitanja dima u požaru, spojeno sa ličnim iskustvom, osnova je za donošenje pravovremenih odluka u cilju efikasnije i bezbednije akcije gašenja požara i spasavanja ugroženih.

Svrha čitanja dima je u tome da se definiše i predvidi šta će se sledeće dogoditi. Mora se predvideti šta se dešava u prostoriji koja gori, koje su osobine dima, koje nas promene očekuju i imati veštinu donošenja prave odluke.

Na kraju, treba imati uvek na umu da prilikom gašenja požara i spasavanja ugroženih ništa nije apsolutno! Svi požari u zatvorenom prostoru mogu biti slični, ali ni jedan nije isti.

## Literatura

- [1] Grimwood P., Koen Desmet K., *Tactical Firefighting*, 2003
- [2] Grimwood P., *Firefighting- Strategy & Tactics*, 1998
- [3] Hartin, E. (2006). *Extreme fire behavior: Smoke explosion*, 2006
- [4] Hartin, E. (2005). *Smoke Burns*, 2008
- [5] A. Lazarević: *diplomski rad: „Uređaji za odimljavanje požarno ugroženih objekata“*, 1996