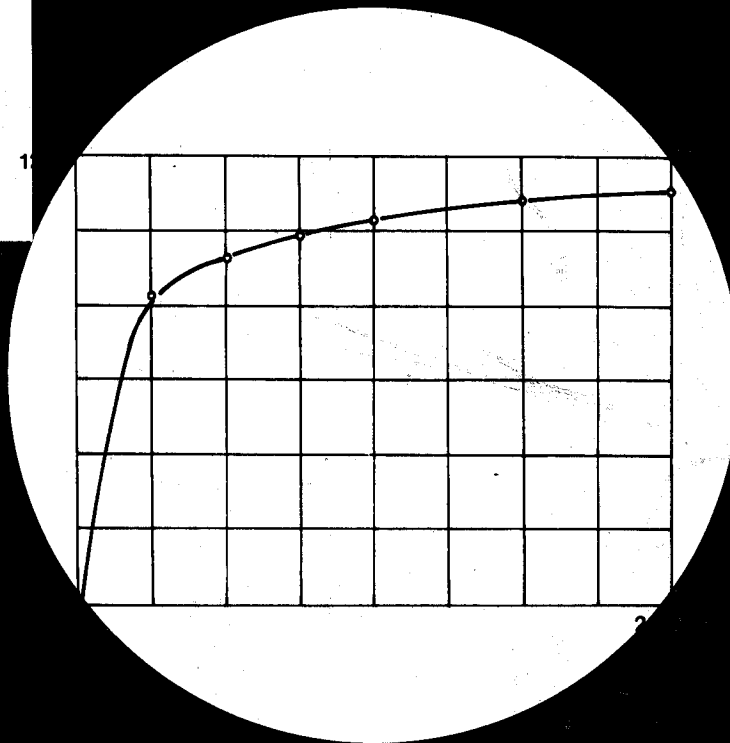


NAUČNI S

YU ISEN 001-074 UDK 610.110.01

PEP

2



IZDAVAC:



**RO INSTITUT ZAŠTITE OD
POŽARA I EKSPLOZIJE
SARAJEVO**

IZDAVACKI SAVJET:

Sadik BEGOVIĆ
Aziz CENGIC
Hakija DEOVIC
Ante GALIC
Fuad JELECANOVIC
Miroslav JURIC
Ivo KRIZANOVIC
Nijaz KOSOVIC
Faik LUŠIJA (predsjednik)
Fadil NJEMČEVIC
Slobodan RACKOVIC
Robert SAMARDZIC
Dževad TANOVIĆ
Ratko VUJOVIĆ
Radoslav ZIROJEVIĆ
Josip ZEHAK

GLAVNI I ORGOVORNI UREDNIK:

Ratko VUJOVIĆ

UREDNIK:

Mihailo JEREMIC

REDAKCIONI KOLEGIJUM:

Dr Nešad BOJADŽIC
Dr Ratko DUNĐEROVIĆ
Dr Munib GLODO
Mirko GRBIC
Mihailo JEREMIC
Damir KRAJACIC
Fahrudin KREČO
Dr Rusmir MAHMUTCEHAJIC
Mr Ferdo PAVLOVIC
Mr Džemal PELJTO
Hajrija REDŽEPOVIC
Salih SELMANOVIC
Radomir SPAJIC
Joja SKUNDRIC
Rešad VITEŠKIC
Ratko VUJOVIĆ
Dr Milutin VUKIC
Bećir ZECIC
Milan ZORCIC

LEKTOR:

Mihailo JEREMIC

TEHNIČKI UREDNIK:

Mirsad HAFIZOVIC

Casopis izlazi četiri puta godišnje.

Godišnja pretplata iznosi 1.000 dinara
Broj žiro-računa: 10196-601-10680,
SDK Sarajevo.

Adresa Redakcije: 71000 Sarajevo,
Romanijska broj 10. Telefoni:
(071) 538-557, 538-355, 532-754.

STAMPA:

ŠRO »Graficar« Doboj
Za štampariju: Simeun BUKEJLOVIC
Tiraž: 1.500 primjeraka

**NAUČNI, STRUČNI I
INFORMATIVNI ČASOPIS**

POŽAR EKSPLOZIJA PREVENTIVA

BROJ 2

Godina V ♦ Sarajevo, juli 1984.

S A D R Ž A J

Dr Dragutin Redžić	Određivanje temperatura unutar površinske građevinske konstrukcije pri nestacionarnom prenosu toplote metodom elementarnih toplotnih bilansa	5
Dr Radivoje Đ. Mančić	Odbrambena efektivnost sistema naselja i zaštita od požara u urbanističkom planiranju	27
Mr Ferdo Pavlović Dr Esad Hadžiselimović Ratko Vujović	Pregled savremenog naučno-tehničkog i organizacionog sistema zaštite od požara i eksplozije	33
Dr Dinko Tuhtar	Procjena rizika od samozapaljenja praškastih i granulastih materija izotermalnim metodama ispitivanja	45
Rešad Viteškić	Karakteristike vatrogasne profesije (Specifičnosti rada i radnih uslova)	51
Hilmo Baručija	Prilog procjeni požarne ugroženosti u komunalnim radnim organizacijama	67
Miroslav Loza	Uslovi koji moraju biti ispunjeni prilikom projektovanja hidrantske mreže	79
Jasmina Njemčević	O zaštiti od požara kao značajnoj komponenti društvene samozaštite, sa posebnim osvrtom na preventivne mjere i aktivnosti	87
	Praksa	95
	Prevodi	99
	Informacije	111
	Apstrakti	115

Predmet razmatranja ovog rada je određivanje temperatura unutar površinske građevinske konstrukcije pri nestacionarnom prenosu toplote metodom elementarnih toplotnih bilansa. Sva određivanja vrše se pomoću matematičkih proračuna što omogućava da se temperature odrede posebno za razne konstrukcijske materijale.

TEMPERATURE DETERMINATION WITHIN SURFACE BUILDING CONSTRUCTION DURING NONSTATIONARY HEAT TRANSFER BY THE METHOD OF ELEMENTARY HEAT BALANCES

This paper is concerned with the temperature determination within surface building construction during nonstationary heat transfer by the method of elementary heat balances. All determinations have been performed by mathematical calculations, thus enabling temperature determination for different building materials separately.

UDK 614.84:[69.02/.07+662.614]

Primitljeno: 1984-07-20

Originalni naučni rad

Dr DRAGUTIN REDŽIĆ, dipl. inž. građ.

ODREĐIVANJE TEMPERATURA UNUTAR POVRŠINSKE GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE PRI NESTACIONARNOM PRENOSU TOPLOTE METODOM ELEMENTARNIH TOPLOTNIH BILANSA

U V O D

Na osnovu provedenih ispitivanja polimernih materija na djelovanje visokih temperatura nastalih u požaru zaključuje se da je potrebno takvim materijama hemijskim metodama smanjiti gorivost, a građevinsko-konstruktivnim metodama pomjeriti vrijeme otpočinjanja termičke razgradnje polimernih materija.

S obzirom na veliku primjenu polimernih materija u građevinarstvu, naročito u montažnoj gradnji, potrebno je kod izrade lakih elemenata sa izolacijom od polimernih materija izvršiti

oblaganje sa negorivim materijalima (ravni salonit, negor ploče, gipsane ploče i sl.).

Kako takve obloge imaju ograničenu debljinu (uobičajena debljina ploča se kreće 10—25 mm), termička destrukcija će nastati vrlo brzo (u zavisnosti od vrste polimerne materije) i ukoliko su elementi izvedeni sa vertikalnim i horizontalnim spojnica, i ako se u njima nalaze i otvori za razne instalacije, postoji opasnost da produkti termičkog raspadanja prodru u susjednu prostoriju i da izazovu toksične efekte kod ljudi koji tu borave. Takva opasnost je najizrazitija u objektima gdje lica traj-

no borave (posljednjih nekoliko godina registrovano je više desetina smrtnih slučajeva koji su nastali usljed djelovanja toksičnih produkata sagorijevanja).

Površinske obloge koje se naknadno nanose u vidu raznih maltera imaju daleko povoljnija svojstva u pogledu zaštite polimernih materija od visokih temperatura. Ukoliko se takve obloge rade od materijala koji su dobri termički izolatori i bez vidljivih spojnica, moguće je postići vrlo visok stepen otpornosti elemenata prema požaru, s tim da, ukoliko dođe do termičke razgradnje, ista se odvija bez prisustva vazduha, pa je moguće postići da oslobađanje produkata razgradnje nastane tek poslije pucanja zaštitne obloge. Ovakva rješenja, uz upotrebu naknadno nanesenih maltera (perlit, vermikulit, špricani azbest i sl.), imaju znatne prednosti nad upotrebom krutih obloga koje se, vrlo često, zbog ekonomičnosti i brzine gradnje, postavljaju još u toku proizvodnje, pa se u tom slučaju javljaju horizontalne i vertikalne spojnice.

U praksi, najčešće se polimerne materije koriste u zidnim ili fasadnim panelima obložene sa nekim negorivim oblogama koje imaju određeni koeficijent toplote provodljivosti i koje za određeni vremenski interval na dodirnoj površini sa polimernom materijom mogu da dovedu do pirolize i otpuštanja toksičnih produkata koji kroz razne otvore (spojnice, utičnice za električne uređaje i sl.) prodiru u prostoriju u kojoj je nastao požar ili u prostoriju sa kojom se graniči požarom ugrožena prostorija.

S obzirom da u požaru nastaje nestacionarno prenošenje toplote kroz građevinske elemente (temperatura zavisi od vremena), a da razna požarna ispitivanja iziskuju velika finansijska sredstva (ispitivanja konstruktivnih elemenata je uglavnom u prirodnoj veličini

uzorka) daje se približan matematsko-proračunski metod određivanja temperature u zidnim oblogama, kako bi mogli sa određenim stepenom tačnosti, odrediti vrijeme početka pirolize i termičkog raspadanja izolacione polimerne materije. Osim toga, ova metoda, bez obzira na različite materijale koji se nalaze u zidnom panelu, omogućava i približno izračunavanje otpornosti cjelokupnog zidnog panela protiv požara. Sva pojednostavljena u proračunu uglavnom omogućavaju rješavanje nestacionarnog prenošenja toplote kroz izotropnu sredinu i greška koja se pri proračunu pravi je na strani sigurnosti i zanemarljiva je.

METODE ODREĐIVANJA TEMPERATURA U IZOTROPNOJ SREDINI PRI NESTACIONARNOM PRENOSU TOPLOTE NASTALE U POŽARU

Analitička teorija prenošenja toplote u čvrstim tijelima ima vrlo usku oblast primjene i sa rijetkim izuzecima može se koristiti u praktične svrhe. To je uslovljeno time što diferencijalna jednačina prenošenja toplote može biti riješena samo za tijela prostijih geometrijskih oblika i kada su početni i granični uslovi za određivanje pojedinih parametara u diferencijalnoj jednačini dovoljno jednostavni. Osim toga, u većini slučajeva koji se mogu riješiti pretpostavlja se da fizičke konstante materija nisu zavisne od temperature, a što, prema mnogobrojnim ispitivanjima i dobijenim rezultatima, nije tačno.

Specifična toplota (toplotni kapacitet) »c« u granicama temperatura koje se mogu javiti u požaru ili prilikom ispitivanja u ispitnim pećima trpi vrlo značajne promjene, dok vrijednosti koeficijenta toplote provodljivosti »λ« pojedinih materija mogu se u nekim slučajevima i pri određenim temperatura-promijeniti i za nekoliko puta.

Ukoliko se želi zadržati na analitičkoj teoriji prenosa toplote sa uvođenjem zavisnosti fizičkih konstanti od

temperature, dobiće se sljedeća diferencijalna jednačina:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) + \frac{1}{c \cdot \gamma} \frac{\partial \lambda}{\partial \tau} \left[\left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial t}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial t}{\partial z} \right)^2 \right]$$

gdje su:

c = specifična toplota (toplotni kapacitet),

γ = zapreminska masa materije,

λ = koeficijent toplote provodljivosti,

t = temperatura,

τ = vrijeme,

x, y, z = koordinate tačke u prostoru.

Ova diferencijalna jednačina može se koristiti isključivo za neka matematička ispitivanja, a za praktične svrhe nije podesna.

Prilikom rješavanja zadataka vezanih za nestacionarno prenošenje toplote uglavnom se koristi metoda konačnih razlika Šmidta, u kojoj se pretpostavlja da fizičke konstante nisu zavisne od temperature i da promjenom temperature i dalje zadržavaju konstantne vrijednosti, metoda konačnih elemenata, kao i aproksimativne matematičke i grafičke metode.

Nedostatak svih navedenih metoda, uticao je da se razradi jedna posebna metoda za rješavanje zadataka nestacionarnog prenošenja toplote u čvrstim tijelima s tim da se takva metoda može koristiti u slučajevima:

1. Prenošnja toplote u sva tri koordinatna smjera unutar čvrste materije;

2. Prenošnje toplote u sistemu koji se sastoji od više različitih materija (na primjer, zidni panel);

3. Prenošnja toplote kada fizičke konstante zavise od promjene temperature.

Sva tri navedena uslova zajedno predstavljaju karakteristično obilježje opšteg slučaja gdje granični uslovi mogu biti zadani u bilo kojoj formi i mogu se mijenjati u zavisnosti od vremena, a što je i cilj ove metode.

ODREĐIVANJE TEMPERATURA NA KONTAKTNOJ POVRŠINI IZMEĐU POLIMERNE MATERIJE I SPOLJNE OBLOGE OD NEGORIVE MATERIJE METODOM ELEMENTARNIH TOPLOTNIH BILANSA

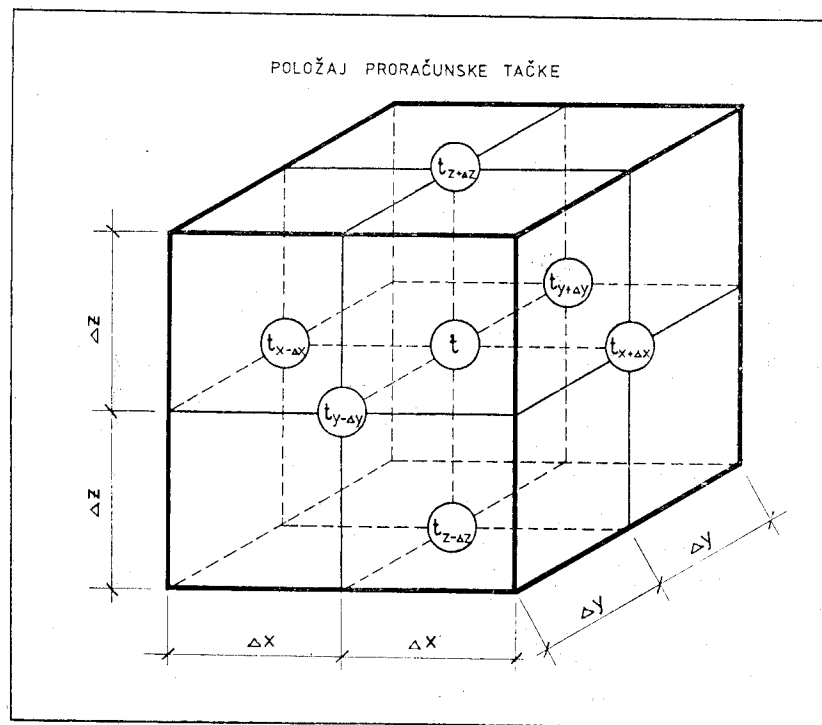
Suština ove metode je u tome da se posmatrano tijelo podijeli na čitav niz elementarnih geometrijskih oblika u granicama unutar kojih se zakon izmjene temperature može, sa velikim stepenom tačnosti, uzeti da je linearan. Iz razloga praktičnog korišćenja ove metode najpogodnija geometrijska forma je paralelopiped sa stranicama Δx, Δy, Δz, tako da se konture nekog tijela mogu sa velikim stepenom tačnosti predstaviti čitavim nizom elementarnih paralelopipeda. Računske tačke su u tom slučaju mjesta presjeka triju međusobno okomitih ravni koje obrazuju paralelopiped, tj. vrhovi paralelopipeda. Temperature u tim računskim tačkama označene su indeksima koji karakterišu vrijeme i mjesto u prostoru. Na primjer, temperatura računске tačke u datom momentu označava se sa t_x, t_y, t_z, dok u istom trenutku u susjednim tačkama koje se nalaze na rastojanju Δx, Δy, Δz od posmatrane tačke označavaju se odgovarajućim indeksima:

$$t_{x+\Delta x}, t_{y+\Delta y}, t_{z+\Delta z},$$

Temperatura na kraju vremenskog intervala u proračunskoj tački označava se sa $t_{\tau+\Delta\tau}$.

Početni raspored temperatura uzima se da je poznata veličina za sve račun-

ske tačke u momentu $\tau = 0$. Osim toga, poznati su i zakoni promjene fizičkih konstanti, kao i zakoni graničnih uslova.



Slika 1.

Zadatak se sastoji u tome da se odrede temperature u svim računskim tačkama i u svim narednim momentima vremena. Obrasci za proračun temperatura u pojedinim tačkama presjeka dobiju se primjenom zakona Furiea i Njutna za toplotni bilans grupa elementarnih zapremina na koje je posmatrano tijelo podijeljeno. Pri tome se može javiti nekoliko varijanti rasporeda proračunskih tačaka, i to:

1. Krajnje tačke mogu se nalaziti unutar izotropnog tijela;
2. Krajnje tačke mogu se nalaziti na granici čvrstog tijela i neke tečnosti;
3. Krajnje tačke mogu biti na granici čvrstog tijela i gasovite faze.

Pri svakom konkretnom zadatku postoji ograničen broj varijanti rasporeda proračunskih tačaka, a što u znatnoj mjeri zavisi od broja i vrste materijala upotrijebljenih u nekom konstruktivnom elementu.

PRORAČUNSKA TAČKA U IZOTROPNOJ SREDINI, DEFINISANOST TAČKE U ZAŠITNOJ OBLOZI

Proces prenošenja toplote definiše se brojnim vrijednostima triju komponenta, i to: koeficijentom toplotne provodljivosti, specifičnom toplotom (toplotni kapacitet) i specifičnom težinom materijala, koja se može uzeti da je

u uslovima povišenih temperatura konstantna veličina. Pošto je već ranije rečeno da koeficijent toplotne provodljivosti i specifična toplota nisu konstantne vrijednosti, iste se mogu predstaviti sljedećim linearnim funkcijama temperature:

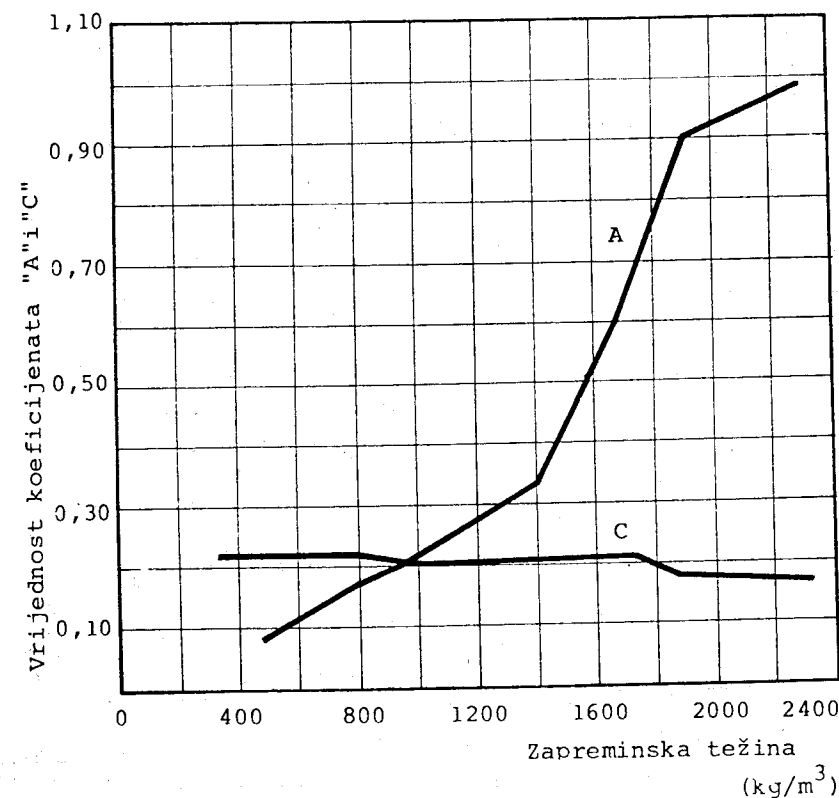
$$\lambda = A + B t$$

$$c_p = C + D t$$

U sljedećoj tabeli date su vrijednosti konstanti A, B, C i D u zavisno-

sti od zapreminske mase. Uočljivo je da se koeficijent toplotne provodljivosti povećava kod materija zapreminske mase do oko 1400 kg/m³, a kod težih se smanjuje. Zavisnost povećanja ili smanjenja koeficijenta je u direktnoj vezi sa poroznošću materije, pa se kod više poroznih materija koeficijent povećava. Podaci dati u priloženoj tabeli i dijagramima dobijeni su ekspe-

rimentalnim putem.



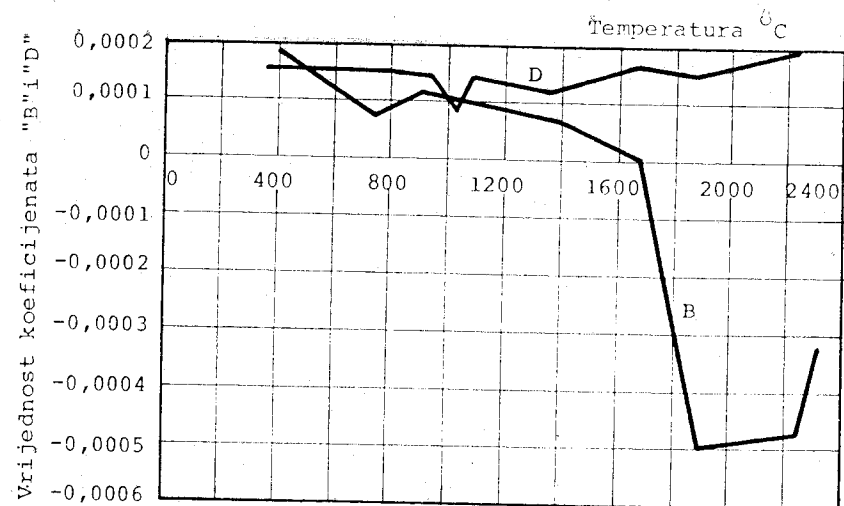
Slika 2. Određivanje koeficijenata A i C

Koeficijent specifične toplote »c_p« je, bez obzira na zapreminsku masu materije, uvijek u porastu sa povećanjem temperature.

Zakon promjene koeficijenta toplotne provodljivosti u mnogim zemljama

je na različit način utvrđen, a uglavnom su to empirijski obrasci koji su dobijeni na osnovu mnogobrojnih ispitivanja.

Pošto je posmatrani elementarni paralelepiped dovoljno mali, u poređenju



Slika 3. Određivanje koeficijenata »B« i »D«

TABELA 1.

Zapreminska masa kg/m ³	A	B	C	D
480	0,08	0,000160	0,22	0,000150
750	0,16	0,000070	0,22	0,000150
950	0,20	0,000110	0,20	0,000140
1030	0,22	0,000064	0,20	0,000093
1090	0,25	0,000100	0,20	0,000093
1200	0,25	0,000250	0,20	0,000100
1380	0,33	0,000070	0,20	0,000114
1670	0,60	0,000006	0,21	0,000160
1900	0,90	0,000500	0,18	0,000150
2250	0,98	- 0,000470	0,17	0,000200
2330	1,03	- 0,000300	0,17	0,000200

sa dimenzijama cijelog sistema, dozvoljeno je korišćenje sljedećih pretpostavki:

1. Izotermičke površine (površine koje imaju istu temperaturu) u granicama posmatranog elementa predstavljaju međusobno paralelne ravni na jednakom rastojanju;
2. Srednja veličina toplotnog fluksa za vrijeme τ kroz bilo koju ravan je proporcionalna početnom fluksu u gra-

nicama elementa po vremenu $\Delta\tau$ gradijenta temperature;

3. Povećanje količine toplote elementa uzima se da je proporcionalno prirastu temperature u srednjoj tački zapremine elementarnog paralelopipeda.

Za dobijanje proračunskih obrazaca potrebno je obrazovati toplotni bilans elemenata sa stranicama Δx , Δy , Δz , koji se nalazi u centru grupe od osam takvih elemenata.

Količina toplote koja ulazi u element za vrijeme $\Delta\tau$ kroz površinu paralelnu sa yOz (kroz ravan $x = -\frac{x}{2}$), na osnovu hipoteze Furiea iznosi:

$$\Delta Q = -\lambda(t) \cdot \frac{t - t_{x-\Delta x}}{\Delta x} \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta \tau = -(A + B \cdot t_{x-\Delta x}) \cdot \frac{t - t_{x-\Delta x}}{\Delta x} \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta \tau$$

S obzirom na pretpostavljenu linearnu izmjenu temperatura u granicama računskih elemenata, izraz za Q_1 glasi:

$$\Delta Q_1 = -(A + B \cdot \frac{t + t_{x+\Delta x}}{2}) \cdot \frac{t - t_{x+\Delta x}}{x} \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot \Delta \tau$$

Ukoliko posmatramo količinu toplote koja uđe u elementarni paralelopiped kroz druge površine (xOz i xOy), dobiće se identični obrasci, s tim što će se promijeniti pojedini indeksi kod označavanja temperatura.

Algebarska suma količina toplote koje uđu za vrijeme $\Delta\tau$ kroz sve površine u element jednaka je povećanju sadržaja toplote elementa i može biti prikazana u vidu sljedećeg obrasca:

$$\sum \Delta Q_i = C_p(t) \cdot \gamma \cdot \Delta V \cdot \Delta t = (C + D \cdot t) \cdot \gamma \cdot \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z \cdot (t_{t+\Delta\tau} - t)$$

Uvrštavajući u gornji izraz jednakosti umjesto Q_i ranije dobijeni izraz i rješavajući jednačinu po t dobije se:

$$t_{t+\Delta\tau} = R(t) + \frac{W_x(t_{x-\Delta x}) \cdot t_{x-\Delta x}}{N(t)} + \frac{W_y(t_{y+\Delta y}) \cdot t_{y+\Delta y}}{N(t)} + \dots + \frac{W_z(t_{z+\Delta z}) \cdot t_{z+\Delta z}}{N(t)}$$

gdje je:

$$W_x(t) = \frac{\Delta \tau}{\gamma \cdot \Delta x^2} \cdot (A + \frac{B}{2} \cdot t)$$

$$W_y(t) = \frac{\Delta \tau}{\gamma \cdot \Delta y^2} \cdot (A + \frac{B}{2} \cdot t)$$

$$W_z(t) = \frac{\Delta \tau}{\gamma \cdot \Delta z^2} \cdot (A + \frac{B}{2} \cdot t)$$

$$N(t) = C + D \cdot t$$

$$R(t) = 1 - \frac{2[W_x(t) + W_y(t) + W_z(t)]}{N(t)}$$

Koristeći se izvedenom formulom može se uz poznat početni raspored temperatura naći odgovarajuće veličine temperatura u svim računskim tačkama u trenutku vremena $\tau = \Delta\tau$, $\tau = 2\Delta\tau$, $\tau = 3\Delta\tau$ sve do vremenskog trenutka koji je interesantan.

Dobijena formula upotrebljiva je ako se posmatrano tijelo sastoji od jednog materijala, a granični uslovi su zadani u vidu temperaturnih površina. U slučaju da se sistem sastoji od različitih materijala, kao i u slučaju zadavanja graničnih uslova drugim načinom, potrebno je koristiti i druge međusobne zavisnosti koje zahtijevaju mnogo više analitičkog rada. Međutim, potrebno je prethodno razmotriti pitanje veličine vremenskog intervala koji se do sada uzimao kao proizvoljna vrijednost.

ODREĐIVANJE PRORAČUNSKOG INTERVALA VREMENA U ZAVISNOSTI OD STANDARDNOG POŽARA

Proračunska formula dobijena u prethodnom poglavlju može se napisati i u sljedećem obliku:

$$t_{\tau+\Delta\tau} = A_1 t + A_2 \cdot t_{x-\Delta x} + A_3 \cdot t_{x+\Delta x} + A_4 \cdot t_{y-\Delta y} + A_5 \cdot t_{y+\Delta y} + A_6 \cdot t_{z-\Delta z} + A_7 \cdot t_{z+\Delta z}$$

gdje je:

$$A_1 = 1 - \frac{\Delta\tau(2A+B \cdot t)}{\delta(C+D \cdot t)} \cdot \left(\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} + \frac{1}{\Delta z^2} \right)$$

$$A_2 = \frac{\Delta\tau \left(A + \frac{B}{2} \cdot t_{x-\Delta x} \right)}{\delta \cdot \Delta x^2 (C+D \cdot t)}$$

$$A_3 = \frac{\Delta\tau \left(A + \frac{B}{2} \cdot t_{x+\Delta x} \right)}{\delta \cdot \Delta x^2 (C+D \cdot t)}$$

$$A_7 = \frac{\Delta\tau \left(A + \frac{B}{2} \cdot t_{z+\Delta z} \right)}{\delta \cdot \Delta z^2 (C+D \cdot t)}$$

Za složenije slučajeve struktura proračunskih formula je analogna, jer se mogu takođe predstaviti u obliku polinoma prvog stepena sa koeficijentima A_i koji zavise od fizičkih konstanti, koordinatnih odrezaka Δx , Δy , Δz , i $\Delta\tau$.

Za izbor veličine $\Delta\tau$ nema nekih posebnih ograničenja, pa povećanjem brojne vrijednosti može se skratiti obim posla oko proračuna i određivanja temperatura u pojedinim slojevima posmatranog tijela. Međutim, ukoliko se zna da pretjerano velika vrijednost (iznad $\Delta\tau_{\max}$) greške, koja će nastati u proračunu, usljed pretpostavke da se srednji toplotni fluks za vrijeme $\Delta\tau$ uzima da je proporcionalan početnom vremenu temperaturnog gradijenta, može biti vrlo značajna.

Za iznalaženje maksimalno dopuštene veličine $\Delta\tau$ koristi se prethodno postavljenom formulom. Pri određenom dijeljenju sistema na proračunske elementarne paraleloipede i pri zadanom zakonu izmjene fizičkih konstanti, veličine A_i zavise samo od $\Delta\tau$. Između temperatura koje se odnose na dati moment vremena i koje ulaze u sastav formule postoji najmanja i najveća temperatura. Da prelaz ka narednom temperaturnom polju ne bi bila nepouzdana ekstrapolacija, neophodno je da tražena temperatura bude unutar granice najmanje i najveće temperature. Drugim riječima, potrebno je da bi se temperaturna promjena koja nastupi za vrijeme $\Delta\tau$, odredila temperaturnim razlikama da se nalazi u posmatranom intervalu. U slučaju proizvoljnog temperaturnog polja ti uslovi mogu biti ispunjeni samo u slučaju kada svi koeficijenti A_i budu pozitivni. Koeficijenti A_2 — A_7 po svojoj strukturi mogu imati samo pozitivnu vrijednost, dok koeficijent A_1 u zavisnosti od veličine $\Delta\tau$ može se kretati od +1 do $-\infty$.

Maksimalno dopuštena veličina $\Delta\tau$ označava se sa $\Delta\tau_{\max}$ i to je ona vrijednost pri kojoj A_1 postaje ravno nuli. Pri zadanim Δx , Δy , Δz , A , B , C , i D veličina A_1 ne zavisi samo od $\Delta\tau$ nego i od temperature.

Između temperatura koje se susreću pri zadanim početnim i graničnim uslovima postoji najmanja i najveća temperatura » t_{\min} « i » t_{\max} « (najmanja temperatura je sobna prije nastanka požara, a najveća u požaru i zavisi od veličine požarnog opterećenja, vrste gorivih materijala i dr.). Temperatura bilo koje tačke u bilo kojem vremenu ne izlazi izvan granica toga intervala.

Koeficijent $A_1(t)$ mijenja se u zavisnosti od temperature kao monotona funkcija tj. maksimalna vrijednost $A_1(t)$ može se podudarati samo sa jednom od vrijednosti granice intervala. Zato se veličina $\Delta\tau_{\max}$ nalazi iz uslova da je $A_1 = 0$ pri $t = t_{\max}$ i $t = t_{\min}$. Od dvije dobijene vrijednosti u proračun se unosi manja, tako da je pri tome uslovu $A_1 \geq 0$ bude zadovoljeno za sve temperature koje su moguće u sistemu:

$$\Delta\tau_{\max}^I = \frac{\delta \cdot (C+D \cdot t_{\max})}{(2A+B \cdot t_{\max}) \left(\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} + \frac{1}{\Delta z^2} \right)}$$

$$\Delta\tau_{\max}^{II} = \frac{\delta \cdot (C+D \cdot t_{\min})}{(2A+B \cdot t_{\min}) \left(\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} + \frac{1}{\Delta z^2} \right)}$$

Pri veličini $\Delta\tau_{\max}$ većoj od dobijenih proračunom, ukoliko nije suviše veliko, promjena temperature ima skokovit karakter i takav proračun nema dovoljnu tačnost.

ZAVISNOST TEMPERATURE OD KOLIČINE VLAGE

Koeficijent specifične toplote »c.« vlažnog građevinskog materijala pri normalnim temperaturama veći je nego kod suvog materijala. Međutim, to povećanje koeficijenta specifične toplote nije glavni uzrok usporavanju (kočenju) procesa zagrijavanja do visokih temperatura, jer se pri tome javlja i latentna toplota koja je potrebna da se slobodna voda pri temperaturi od 100°C pretvori u paru. Ta toplota za pretvaranje slobodne vode u paru je 5,39 puta veća od toplote potrebne za zagrijavanje zida do 100°C.

Da bi povećali temperaturu građevinskog materijala do 100°C i isparili slobodnu vodu, neophodno je utrošiti sljedeću količinu toplote:

$$Q = c_t \cdot 100 \cdot \gamma_s \cdot \Delta V + \frac{\gamma_s \cdot p \cdot \Delta V \cdot r}{100} = 100 \cdot \gamma_s \cdot \Delta V \cdot \left(c_t + \frac{p \cdot r}{10000} \right)$$

gdje je:

c_t = specifična toplota materijala u zavisnosti od temperature,

ΔV = zapremina suvog materijala

r = latentna toplota (J/kg)

p = vlažnost građevinskog materijala u težinskim%.

Izraz u zagradi u prethodnoj formuli naziva se koeficijent specifične toplote vlažnog materijala i glasi:

$$c_v = c_t + \frac{p \cdot r}{10000}$$

Određivanje temperature u vlažnom materijalu je identično kao i kod suvog zida s tim da se umjesto »c.« uvrštava vrijednost »c_v« i pod pretpostavkom da se isparavanje vode iz pora vrši ravnomjerno od momenta zagrijavanja i završava se na temperaturi od 100°C. Pri takvom proračunu u intervalu do 100°C eksperimentalne krive dajuće nešto veće temperature nego što se dobiju analitičkim putem. Međutim, za određivanje otpornosti zida prema požaru taj interval nije od praktičnog značaja jer se otpornost bilo kojeg materijala uglavnom narušava na mnogo višim temperaturama.

PRAKTIČNO ODREĐIVANJE TEMPERATURA U ZIDU OD LAKOG BETONA KOJIM JE ZAŠTIĆENA POLIMERNA IZOLACIONA MATERIJA

Za praktično utvrđivanje temperaturnih zakonitosti pri nestacionarnom prenosu toplote uzet je zid debljine 155 mm zapreminske mase od 1200 kg/m³ i vlažnosti od 8,2%.

Obzirom da je debljina zida zanemarljiva u odnosu na visinu i širinu uzima se da je $\Delta y = 0$ i $\Delta z = 0$.

Zapreminska masa suvog betona iznosi:

$$\gamma_s = \frac{100 \cdot \gamma_v}{100 + p} = \frac{100 \cdot 1200}{100 + 8,2} = 1100 \text{ kg/m}^3$$

Prema podacima iz tabele br. 1 i sl. 2 i 3 koeficijenti za ovaj beton iznose: $A = 0,25$, $B = 0,00025$, $C = 0,20$, $D = 0,00010$

Maksimalna i minimalna temperatura se uzima da je 20°C i 1200°C. Na osnovu formula za $\Delta\tau'_{\max}$ i $\Delta\tau''_{\max}$ dobije se:

$$\Delta\tau'_{\max} = 440 \cdot \Delta x^2 \quad \text{i} \quad \Delta\tau''_{\max} = 440 \cdot \Delta x^2$$

Imajući u vidu da temperatura u požaru za prvih petnaest minuta poraste preko 700°C i u cilju dobijanja tačnijih rezultata uzima se da vremenski interval iznosi 5 minuta.

Iz prethodne formule za $\Delta\tau'_{\max}$ i $\Delta\tau''_{\max}$ dobije se da proračunska debljina zida iznosi:

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\Delta\tau_{\max}}{440}} = 13,76 \text{ mm}$$

Proračun temperatura unutar zida za ovaj slučaj vrši se prema ranije datim formulama i koje glase:

$$t_{n, \tau + \Delta\tau} = t_n + \frac{W(t_{n-1}) \cdot t_{n-1} + W(t_{n+1}) \cdot t_{n+1} - 2W(t_n) \cdot t_n}{C + D \cdot t_n}$$

gdje je:

t_n = temperatura u n-toj ravni u prethodnom momentu vremena

$t_{n, \tau + \Delta\tau}$ = temperatura u n-toj ravni u intervalu

$W(t_n)$, $W(t_{n-1})$, $W(t_{n+1})$

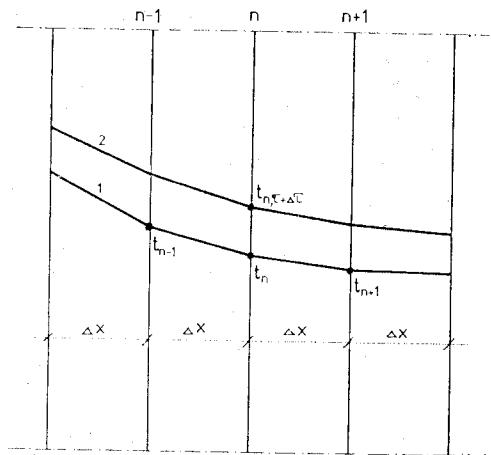
= vrijednosti proizvoda u n-toj ravni i susjednim ravnima u prethodnom vremenu.

Proizvod $W(t) \cdot t$ jednak je:

$$W(t) \cdot t = \frac{\Delta\tau}{\gamma_s \cdot \Delta x^2} \left(A + \frac{B}{2} \cdot t \right) \cdot t = 0,1 \cdot t + 0,00005 \cdot t^2$$

Da bi izračunali temperaturu unutar zida prema prethodnoj formuli potrebno je odrediti temperaturu površine zida u zavisnosti od vremena kojem

je izložena djelovanju standardnog požara. Ta temperatura »t« dobiće se iz uslova da se količina toplote koja dopiye na površinu zida od zagrijane sredine sa temperaturom »t« za vrijeme $\Delta\tau$, djelimično utroši na zagrijavanje sloja $\Delta x_n/2$, a ostali dio prolazi kroz sloj u unutrašnjost zida.



Slika 4. Proračunska šema zagrijavanja zida

Jednačina toplotnog bilansa u ovom slučaju glasi:

$$\alpha \cdot (t_s - t_o) \cdot \Delta\tau = \left(A + B \cdot \frac{t_o - t_x}{2} \right) \cdot \frac{t_o - t_x}{\Delta x_n} \cdot \Delta\tau + \gamma_s \cdot \frac{\Delta x_n}{2} \cdot \rho_t \cdot (t_{o, \tau + \Delta\tau} - t_o)$$

Rješavajući ovu jednačinu po »t« dobiće se:

$$t_{o, \tau + \Delta\tau} = \left[1 - K(t) - \frac{2W(t_o)}{\rho_t} \right] \cdot t_o + K(t) \cdot t_s + \frac{2W(t_x) \cdot t_x}{\rho_t}$$

gdje je:

$$K(t) = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \Delta\tau}{\gamma_s \cdot \Delta x_n \cdot \rho_t} ; \quad W(t) = \frac{\Delta\tau}{\gamma_s \cdot \Delta x_n^2} \left(A + \frac{B}{2} \cdot t \right)$$

c = specifična toplota (toplinski kapacitet),

t_o = temperatura površine zida u prethodnom momentu vremena,

t_s = temperatura sredine (standardnog požara) u prethodnom momentu vremena,

t_x = temperatura na rastojanju x_n od površine zida u prethodnom momentu vremena,

α = koeficijent prenosa toplote na površini zida.

Maksimalno dozvoljeni interval vremena τ u kojem se sa dovoljno tačnošću proračunati temperatura unutar zida dobije se iz formula za izračunavanje t , $\tau + \Delta\tau$ kada se izraz u zagradi izjednači sa nulom, pa se dobije:

$$\Delta\tau_{max} = \frac{\Delta x_n^2 \cdot \gamma_s \cdot \rho_t}{2 \alpha \cdot \Delta x_n + (2A + B \cdot t_o)} = \frac{\Delta x_n^2 \cdot \gamma_s \cdot (C + D \cdot t_o)}{2 \alpha \cdot \Delta x_n + (2A + B \cdot t_o)}$$

U obziru na činjenicu da je prethodno usvojen interval vremena $\Delta\tau = 5$ s, dobije se neophodna debljina sloja Δx_n da je:

$$\Delta x_n = \frac{\alpha \cdot \Delta\tau_{max}}{\gamma_s \cdot (C + D \cdot t_o)} + \sqrt{\left[\frac{\alpha \cdot \Delta\tau_{max}}{\gamma_s \cdot (C + D \cdot t_o)} \right]^2 + \frac{\Delta\tau_{max} \cdot (2A + B \cdot t_o)}{\gamma_s \cdot (C + D \cdot t_o)}}$$

Sloj Δx_n neophodno je izračunati za svaki interval vremena uzimajući u obzir da se koeficijent α mijenja sa promjenom temperature.

Koeficijent α jednak je slijedećem izrazu:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

gdje je:

α_1 = koeficijent prenosa toplote zračenjem,

α_2 = koeficijent prenosa toplote konvekcijom

$$\alpha_2 = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_o}} \times \frac{\left[\frac{t_s + 273}{100} \right]^4 - \left[\frac{t_o + 273}{100} \right]^4}{t_s - t_o}$$

gdje su:

C_1 = koeficijent zračenja površine zida,

C_2 = koeficijent zračenja sredine,

C_o = koeficijent zračenja apsolutno crnog tijela

Pri određivanju temperature površine »t« prema formuli za t_o , $\tau + \Delta\tau$ za prvi interval vremena (peta minuta zagrijavanja) dobiće se početna vrijednost t_o je nerealno, pa se pri $\tau = 0$ uzima da je jednaka polovini vrijednosti pri $\tau = 5$ minuta tj. 275°C (temperatura sredine dobija vrijednost prema standardnom požaru).

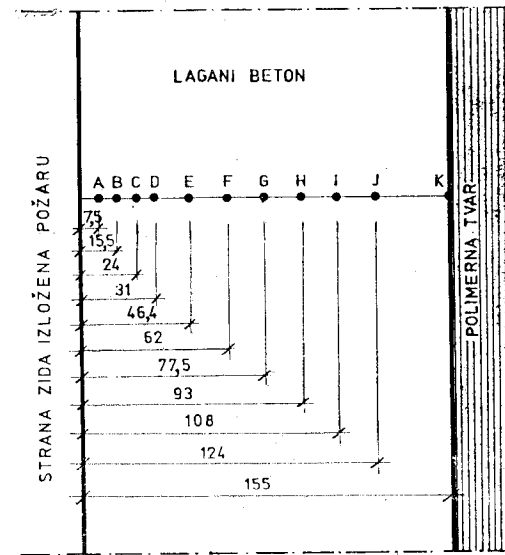
Na osnovu prethodno iznesenih formula izvršen je proračun temperatura u pojedinim tačkama zida, a što je prikazano u tabeli br. 2.

Pošto se prethodnim proračunom dobiju nešto veće temperature od temperature dobijenih eksperimentalnim putem, smanjuje se koeficijent temperaturne provodljivosti uvođenjem u proračun i vlažnost betona (povećava se koeficijent specifične toplote materijala).

TABELA 2.

τ min.	PRORAČUNSKE TAČKE ZA VLAŽAN BETON		t _A	t _B	t _C	t _D	-	t _E	-	t _F	-	t _G
	t _S	t _O	t _{13,76}	t _{27,52}	t _{41,3}	t ₅₅	t _{68,7}	t _{82,5}	t _{96,2}	t ₁₁₀	t _{123,8}	t _{137,6}
0	275	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	550	179	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
10	700	470	107	20	20	20	20	20	20	20	20	20
15	735	661	286	65	20	20	20	20	20	20	20	20
20	760	709	415	168	44	20	20	20	20	20	20	20
25	785	736	473	251	98	32	20	20	20	20	20	20
30	800	765	521	304	151	60	27	20	20	20	20	20
35	820	783	557	356	191	92	41	23	20	20	20	20
40	835	800	589	391	235	125	58	31	21	20	20	20
45	850	818	614	420	268	153	80	40	26	20	20	20
50	865	833	635	458	296	180	99	54	30	23	20	20

Napomena: Temperature označene sa t_{13,76}, t_{27,52}, ... se odnose na potpuno suh beton (p=0%), a označene sa t_A, t_B, ... se odnose na vlažan beton (p = 8,2%).



Slika 5. Raspored proračunskih tačaka

Određivanje temperatura unutar zida sa uticajem vlage identično je kao i u slučaju suvog zida s tom razlikom da je potrebno izračunati sloj Δx_v vlažnog zida koji je prema brzini zagrijavanja ekvivalentan sa slojem suvog zida. Tu zavisnost određujemo iz jednakosti kriterijuma Furiea za vlažan i suv zid:

$$\frac{\lambda_s \cdot \Delta \tau}{\delta_s \cdot \rho_v \cdot \Delta x_v^2} = \frac{\lambda_s \cdot \Delta \tau}{\delta_s \cdot \rho_t \cdot \Delta x^2} ; \Delta x_v = \Delta x \sqrt{\frac{c_t}{\rho_v}}$$

U skladu sa ovom zavisnošću dobije se ekvivalentna debljina vlažnog zida da iznosi:

$$\Delta x_v = 13,76 \cdot \sqrt{\frac{0,202}{0,443}} = 7,75 \text{ mm}$$

Debljini suvog zida Δx=13,75 mm u ju da vremenski interval τ iznosi 5 minuta pogledu brzine prostiranja toplote odgovara debljina vlažnog zida Δx_v=7,75 mm. S obzirom da je prema jugoslovenskim standardima predviđena otpornost prema požaru i do 6 časova, povećaće se interval vremena na 20 minuta s tim što u tom slučaju debljine slojeva Δx i Δx_v se povećavaju samo za duplu vrijednost (debljina sloja je podkorjena veličina vremenskog intervala) a što je dato u tabeli br. 3 i 4. Određivanje temperature površine zida »t_o« se vrši na isti način kao i u sluča-

nuta samo što je potrebno za temperaturu sredine uzeti temperaturu u prethodnom momentu vremena. To je posljedica što pri povećanju intervala vremena na 20 minuta vrijednost temperature površine zida »t_o« se znatno smanjuje usljed dvostrukog povećanja proračunskog sloja.

Cjelokupan proračun dat je u tabelama br. 3 i 4, kao i na dijagramima i slikama br. 6 i 7.

TABELA 3

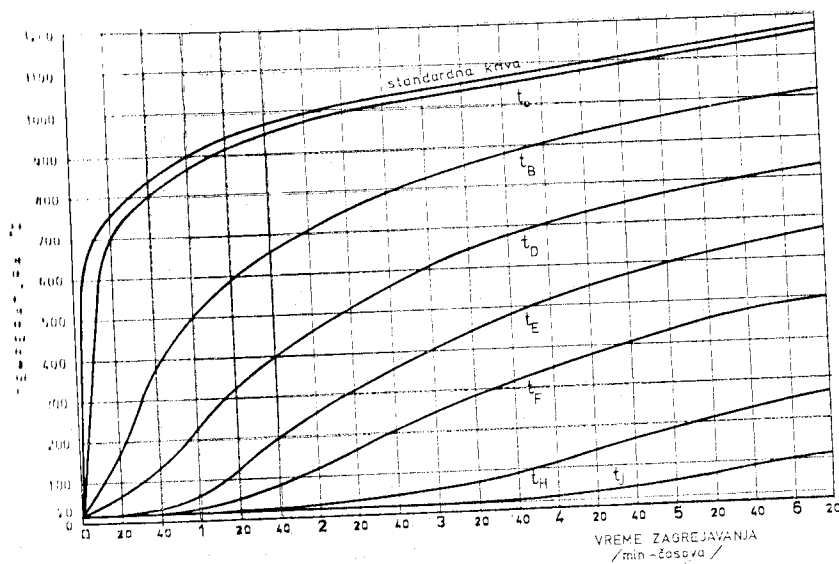
PRORAČUNSKE TAČKE ZA VLAŽAN BETON	t_0		t_B	t_D	t_E	t_F	t_G	t_H	t_I	t_J	-	t_K
	t_S	t_0										
50	865	833	458	180	54	23	20					
1 - 10	920	892	561	282	108	37	21	20				
1 - 30	960	940	619	364	172	66	29	21	20			
1 - 50	985	972	692	422	229	104	44	25	20	20		
2 - 10	1007	996	731	489	277	145	65	34	23	20	20	

Napomena: Temperature označene sa $t_{27,5}$, t_{55} ... se odnose na potpuno suh beton ($p = 0\%$), a označene sa t_B , t_D , t_E ... se odnose na vlažan beton ($p = 8,2\%$).

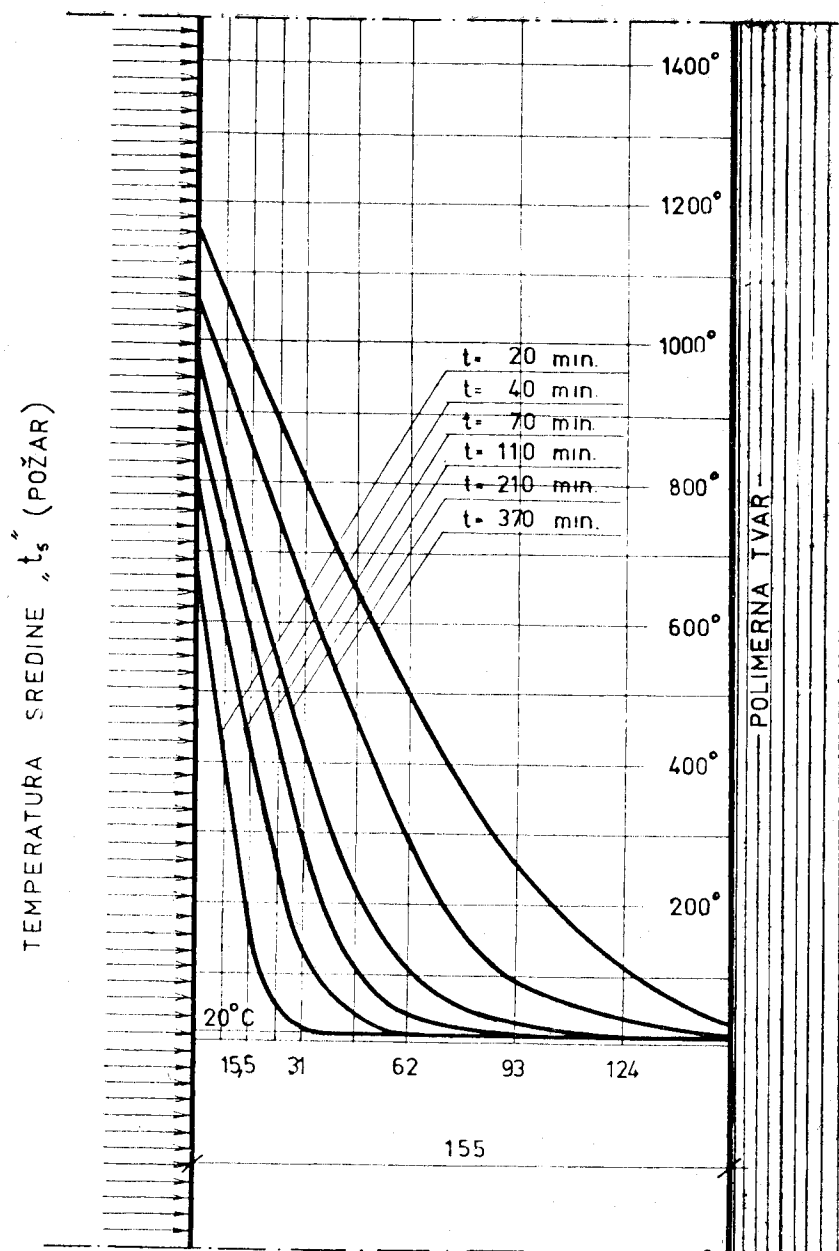
TABELA 4.

PRORAČUNSKE TAČKE VLAŽAN BETON	t_B	t_0	t_D	t_F	t_H	t_J	t_K
			t_{55}	t_{110}	t_{165}	t_{220}	t_{275}
10	1007	996	489	145	34	20	20
30	1065	1058	662	299	86	27	20
50	1125	1115	738	423	178	54	22
10	1175	1165	822	497	262	105	26

Napomena: Temperature označene sa t_{55} , t_{110} ... se odnose na potpuno suh beton ($p=0\%$), a označene sa t_D , t_F ... se odnose na vlažan beton ($p=8,2\%$).



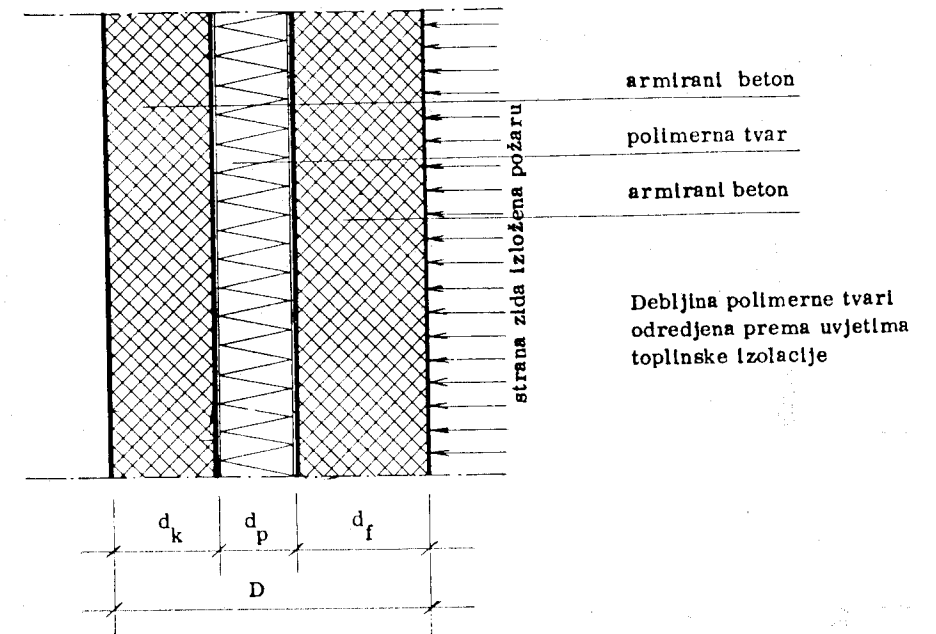
Slika 6. Promjena temperature u pojedinim tačkama zida u funkciji vremena



Slika 7. Raspored temperatura unutar zida u pojedinim vremenskim intervalima

DEBLJINA ZAŠTITNOG SLOJA BETONA U ZAVISNOSTI OD UPOTREBLJENE POLIMERNE TVARI

(početak termičke destrukcije nastaje poslije 90 minuta)



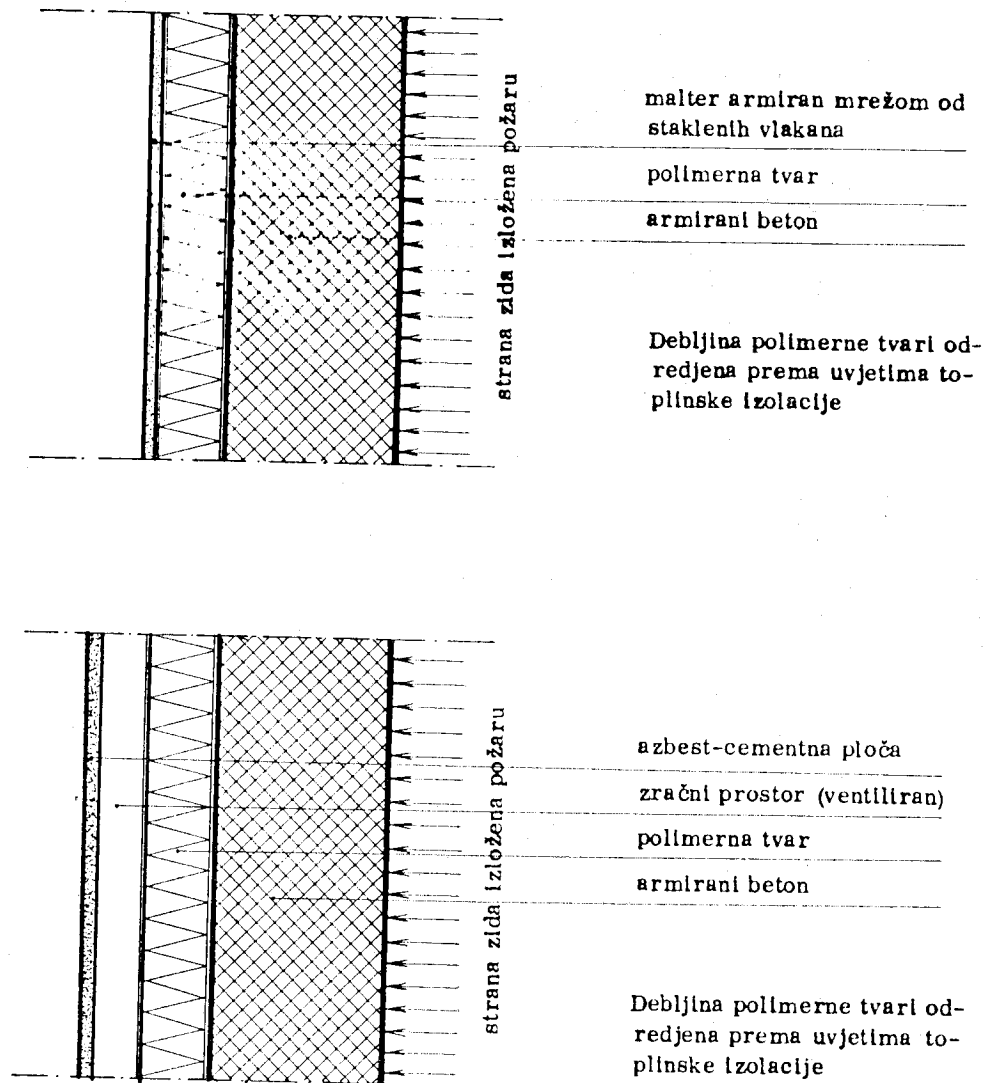
Debljina polimerne tvari određena prema uvjetima toplinske izolacije

Vrsta polimerne tvari	Kritična temperat.	Debljina "d _f " u funkciji zaprem. težine		
		2300 kg/m ³	1500 kg/m ³	800 kg/m ³
Polistiren	250°C	70	55	40
Poluretani	150°C	110	80	55
Fenolformaldehid	360°C	55	40	30

Dimenzije u tabeli su date u mm

Slika 8.

FASADNI ZID SA ZAŠTIĆENOM TERMIČKOM IZOLACIJOM
OD POLIMERNE TVARI



Slika 9.

Na osnovu ispitivanja polimernih materija i određivanja kritične temperature za pojedinu materiju (temperatura na kojoj počinje termička destrukcija uz oslobađanje dima i toksičnih produkata sagorijevanja) metodom termogravimetrije i plinske kromatografije moguće je računskim putem odrediti potrebnu debljinu zaštitne obloge koja za jedno određeno vrijeme obezbjeđuje da ne dođe do termičke razgradnje izolacionog materijala. Na slici br. 8. date su potrebne debljine zaštitnog betona u zavisnosti od zapreminske težine, koje obezbjeđuju da u vremenu djelovanja standardnog požara od 90 minuta neće doći na kontaktnoj površini do povećanja temperature koja može izazvati termičku razgradnju polistirena, poliuretana ili fenolformaldehida.

Na slici br. 9 prikazani su presjeci kroz dva fasadna zida (jedan sa vazдушnim slojem a drugi bez) u kojima je polimerna materija koja služi kao toplinska izolacija, zaštićena sa unutrašnje strane betonom čija debljina zavisi od zahtjeva termičke izolacije, kao i za-

htjeva da u slučaju požara ne dođe do razgradnje izolacionog materijala.

Metoda elementarnih toplotnih bilansa predstavlja jednostavan postupak, a još uvijek dovoljno tačan, da se odredi raspored temperatura unutar zida od jednog ili više različitih materijala, a time se može (ukoliko ne postoji mogućnost nastajanja pukotina, odnosno prodora plamena i dima) odrediti i otpornost prema požaru.

Sve dosadašnje metode za određivanje temperatura kod nestacionarnog prenošenja toplote kroz zidove su matematički jako komplikovane, a druge (empirijske ili grafičke) sa mnogo pojednostavljenja koja omogućavaju dobijanje upotrebljivih rezultata, ali sa nedovoljnom tačnošću. Metoda elementarnih bilansa je vrlo pogodna za izračunavanja potrebna u zaštiti konstrukcija od visokih temperatura nastalih u požaru. I prije bilo kakvih eksperimentalnih ispitivanja zidova i drugih konstrukcija, ovom metodom se mogu vrlo brzo dobiti bar orijentacioni podaci koji omogućavaju ispitivanja sa već unaprijed očekivanim rezultatima.

*Dr Dragutin Redžić, dipl. inž. građ.
Savezni sekretarijat za unutrašnje poslove — Beograd*

LITERATURA

- [1] Dragutin Redžić: **Optimalna zaštita od otrovnih produkata sagorijevanja polimernih izolacionih tvari u građevinskim elementima izloženim požaru** — Doktorska disertacija, Zagreb, 1983.
- [2] William H. Mc Adams: **Heat transmission**, McGraw-Hill Book Company, New York, Toronto, London, 1969.
- [3] Van Dijk H. A. L., Twilt L., Zorgman H.: **Smoke problems in buildings on fire**, Fire and Material, 1980, 4, №4.

Radom se čini pokušaj definisanja mjera protivpožarne zaštite kao elementa opšte odbrambene efikasnosti naseljskog sistema. Autor se zalaže da mjere zaštite od širenja požara u gradovima budu temeljno ugrađene u osnovnu urbanističku koncepciju i kritikuje postojeću praksu da se mjere zaštite od požara ugrađuju »post festum« u planove.

Prema izloženim tezama, koeficijent odbrambenog efekta sastoji se od tri osnovna parametra kojima se iskazuje prilagođenost razmještaja proizvodnih objekata, infrastrukture i stanovništva zahtjevima odbrane sistema, a u svakom parametru sadrže se podvrijednosti uslova odbrane od požara, olujnih vjetrova, poplava, zemljotresa i omužane agresije.

Rad je originalan bez primjernih pristupa u dostupnoj literaturi.

DEFENSIVE EFFICACY OF THE SYSTEM OF SETTLEMENTS AND FIRE PROTECTION IN URBAN PLANNING

The paper attempts to define fire protection measures as an element of a total defensive efficacy of the system of settlements. The author intercedes in favor of incorporating measures for protection of fire spreading in cities into the general urban conception and criticizes the present practice of the »post-festum« incorporation of fire protection into the plans.

According to the thesis presented in this work, the coefficient of defensive effect is composed of three basic parameters by which the adaptability of the location of fabric plants, the infrastructure and the population to the conditions of the defence of the system are defined. In each of these parameters subvalues of the conditions for fire protection, storm winds, floods, earthquake and the armed aggression are specified. This paper describes an original work, as the available literature contains no references to concepts similar to this one.

UDK 614.84:711.4

Primljeno: 1984-07-12

Originalni naučni rad

Dr. RADIVOJE Đ. MANČIĆ, dipl. inž.arh.

ODBRAMBENA EFEKTIVNOST SISTEMA NASELJA I ZAŠTITA OD POŽARA U URBANISTIČKOM PLANIRANJU

1. U V O D

Razrada principa primene protivpožarne zaštite kao da zaobilazi našu urbanističku teoriju i praktičnu gradograditeljsku delatnost. Sve što se u ovom domenu dešava odvija se van teorije i prakse, postupka izrade ur-

banističkih planova. Protivpožarna zaštita dolazi post festum kao posve sporredna aktivnost u odnosu na planerski postupak, koja se odvija u činovničkom postupku nadležnih referenata za zaštitu od požara u skupštinama opština, ako takva radna mesta i postoje u konkretnoj sredini. Stanje je posle-

dica nedostatka posebno razrađene metodologije u preventivnom rešavanju protivpožarne zaštite, kroz izradu urbanističkih planova, takođe je i posledica prakse da postojeće gradske službe za zaštitu od požara funkcionišu nezavisno od planerskih službi. Saradnja između gradskih službi protivpožarne zaštite i institucija i organizacija koje se bave urbanističkim planiranjem posve je izuzetna. Po svemu sudeći, takvo stanje se neće brzo promeniti. Društveno kompleksno planiranje je još uvek na nivou parcijalnog i formalnog planiranja, još uvek u planovima dominiraju spiskovi ciljeva i zamašnjene brojke finansijskih bilansa; još uvek prostorni i urbanistički planovi razvoja nisu integralni delovi dugoročnih, srednjoročnih i godišnjih društvenih planova, što još više udaljava protivpožarnu zaštitu od procesa planiranja i građenja naseljskog sistema. U takvim uslovima nije u potpunosti otvoreno polje teorijskoj razradi principa mera zaštite od požara u urbanističkom planiranju. Takvo stanje u nauci je protivpoučeno sa ogromnim gubicima koje izaziva požarna stihija.

Teze koje se nadalje saopštavaju predstavljaju pokušaj uvođenja mera protivpožarne zaštite u proces prostorno-planerske sinteze.

2. PROTIVPOŽARNA EFEKTIVNOST U SKLOPU OPŠTE ODBRAMBENE EFEKTIVNOSTI GRADOVA

Principi planiranja razvoja gradova direktno proizilaze iz osnovnih sistemnih osobina gradova, iz osnovnih ciljeva građenja i razvoja gradova kao elemenata makro sistema društva i iz uslova prirodne sredine u kojoj se razvijaju konkretni gradovi. Na ovim osnovama može se sačiniti lista od devet osnovnih principa građenja gradova. To su: opšta efektivnost sistema, otvorenost razvoja, optimalizacija, poli-

hijerarhičnost, koordinacija i subordinacija, optimalni odnos elemenata sistema i infrastrukture, optimalni odnos prema prirodnoj sredini, dinamičnost u razvoju i dugoročnost.

Sa stanovišta razrade principa protivpožarne efektivnosti posebno je značajno razraditi princip opšte efektivnosti sistema koji se prema novijim teorijskim radovima raščlanjuje na četiri osnovna efekta. To su: socijalni efekt, ekonomski efekt, ekološki efekt i odbrambeni efekt. Mesto protivpožarne zaštite tražimo u odbrambenom efektu.

Odbrambeni efekt urbanističkih sistema izražava se u sposobnosti sistema da brzo i efikasno aktivira svoje specijalizovane elemente, jedinice sistema, osposobljene za različite vidove zaštite sistema, kod pojave signala o prisustvu elemenata, stanja ili procesa koji izazivaju razaranja sistema kao što su požari, zemljotresi, poplave, katastrofalne oluje ili ratna dejstva.

Odbrambeni efekt urbanističkih sistema izražava se u sposobnosti sistema da brzo i efikasno prevede sve svoje osnovne potencijale (osnovne podsysteme) na život u izmenjenim uslovima, sa ciljem uklanjanja ispoljenog negativnog delovanja brzog i efikasnog uspostavljanja prethodnog stanja dinamične harmonične ravnoteže u sistemu.

Stav o minimumu materijalnih uslova i minimumu potrebnog vremena za uklanjanje ispoljenog razarajućeg delovanja podrazumeva zahtev da se prilagođavanje sistema potrebama odbrane i društvene samozaštite od elementarnih nepogoda i ratnih dejstava ostvari bez izmena elemenata i struktura u prostoru.

Odbrambena efektivnost gradskih sistema, sa stanovišta urbanističke prakse, može se utvrđivati na osnovu nekoliko parametara, koji, za različite nivoe prilagođenosti sistema zahtevima

odbrane i zaštite, imaju različite vrednosti.

Na polaznom, dosta nerazvijenom teorijskom nivou primene protivpožarne zaštite u urbanističkom i prostornom planiranju, predlažu se parametri koji sadrže visok nivo uopštavanja, te neće u potpunosti odslikavati adekvatno stanje osposobljenosti sistema za različite vidove zaštite. To je motiv više da se i u ovom domenu intenzivira naučnoistraživački rad radi provere i dalje razrade teza koje se ovim radom postavljaju, radi ostvarenja veće mogućnosti gradacije ocene osposobljenosti sistema za funkciju zaštite od širenja požara u naseljima.

Predloženi parametri se izvode iz sistema opštenarodne odbrane i društvene samozaštite. Za funkciju utvrđivanja koeficijenta odbrambenog efekta sistema, u totalu, bitni su svi podsistemi iz sistema opštenarodne odbrane i društvene samozaštite; od materijalnih resursa, preko geografskog podsistema od ljudskog faktora, oružanih snaga i društveno-političkih organizacija. Međutim, za procenu prostorno-planerske podobnosti sistema za ostvarivanje funkcija zaštite, posebno su značajni razmeštaj radnih organizacija, razmeštaj stanovništva i osobine infrastrukturne mreže (što podrazumijeva njenu usklađenost sa prethodnim faktorima), i sve u korelaciji sa geografskim faktorima sredine.

Odbrambeni efekt gradskog i uopšte prostorno planerskog sistema možemo izraziti vrednosnim koeficijentima u sledećem obliku:

$$K_{of} = K_{01} + K_{02} + K_{03}$$

gdje je:

K_{of} — koeficijent odbrambenog efekta sistema;

K_{01} — parametar koeficijenta koji izražava stepen prilagođenosti teritorijal-

nog razmještaja stanovništva potrebama opštenarodne odbrane i društvene samozaštite. Ovaj parametar može imati sledeće različite vrednosti:

$K_{01} = 0,4$ sa ocenom dobre prilagođenosti za slučaj kada se ova prilagođenost procjenjuje između 75—100%,

$K_{01} = 0,2$, sa ocenom delimične prilagođenosti u granicama između 50-75%

$K_{01} = 0,1$, sa ocenom slabe prilagođenosti u granicama između 0,0—50%.

K_{02} — parametar koeficijenta koji izražava stepen prilagođenosti razmještaja proizvodnih radnih organizacija potrebama opštenarodne odbrane i društvene samozaštite. I ovaj parametar može imati tri različite vrednosti:

$K_{02} = 0,3$, dobra prilagođenost u granicama 90—100%,

$K_{02} = 0,2$, delimična prilagođenost, u granicama 75—90%,

$K_{02} = 0,1$, slaba prilagođenost u granicama 0—75%.

K_{03} — parametar koeficijenta koji izražava stepen prilagođenosti infrastrukturne mreže potrebama opštenarodne odbrane i društvene samozaštite. Takođe mu se daju tri moguće vrednosti

$K_{03} = 0,3$, dobra prilagođenost u granicama 90—100%,

$K_{03} = 0,2$, delimična prilagođenost u granicama 75—90%,

$K_{03} = 0,1$, slaba prilagođenost u granicama 0—75%.

Maksimalna moguća vrednost koeficijenta odbrambenog efekta urbanizovane i uređene teritorije gradova i drugih naselja može biti $K_{of} = 1,0$.

Minimalna moguća vrednost iznosi

$K_{of} = 0,3$.

Svaki od tri predložena parametra sastoji se od parametarskih podvrednosti dobijenih procenom osposobljenosti teritorije, kroz prostorno-planersku dokumentaciju (ako se radi o proceni planova) ili kroz praktično uređenje teritorije, ako se radi procena faktičkog stanja u sistemu. Predlaže se uvođenje sledećih podvrednosti:

K_{of} 1. za odbranu od požara,

K_{of} 2. za odbranu od olujnih vetrova,

K_{of} 3. za odbranu od poplave,

K_{of} 4. za odbranu od katastrofalnih zemljotresa, i

K_{of} 5. za odbranu od oružane agresije.

Utvrđivanje vrednosti podkoeficijenta za svaki vid odbrane sistema predstavljaće poseban naučni zadatak koji se mora rešavati multidisciplinarno i interdisciplinarno.

3. ELEMENTI TEHNIKE PROTIVPOŽARNE EFEKTIVNOSTI URBANIZOVANIH TERITORIJA

Primarna mera protivpožarne zaštite u urbanističkom planiranju sastoji se u izboru razmeštaja objekata u prostoru kojim se onemogućava širenje požara ukoliko dođe do njegove pojave i kojim se rasporedom i izgrađenom infrastrukturom omogućava brzo gašenje.

Na odluku o razmještaju objekata u svakom konkretnom prostoru utiču sledeći činioci: reljef, dominantni pravci vetrova, njihova učestanost i brzina, hidrografija, vegetacija, arhitektonske karakteristike objekata, stepen izgrađenosti teritorije, koeficijent iskorišćenja tla, način uređenja i korišćenja slobodnih površina i stepen prisustva lako zapaljivih materija. Činioci su međusobno povezani. Proučavanje njihovih uticaja na uslove zaštite od širenja

požara tek je u početnoj fazi, te sledeće ukazivanje na neke bitne elemente u urbanističkom planiranju treba shvatiti kao ukazivanje na moguće pravce budućih naučnih istraživanja.

a) **Reljef** je jedan od najpresudnijih činilaca u donošenju odluke o razmještaju objekata. Na ravnom terenu indeks uslovljenosti reljefom jednak je nuli; na pokrenutom, brdovitom terenu, zavisno od stepena pokrenutosti terena, taj se indeks uslovljenosti može da gradira vrednostima od 1 do 10. Udoline i uzvišenja, vododelnice, sa stanovišta protivpožarne zaštite dobijaju funkciju protivpožarnih pregrada. Isturene kote terena treba po pravilu graditi sa niskim koeficijentom i izgrađenosti prostora kako bi se eventualni požari mogli lako da lokalizuju zbog opasnosti prenošenja na šire prostore. Opasnost raste sa porastom dominirajućeg položaja terena. Pokrenuti reljef posebno motiviše planere da prateći izohipse povezanim nizom objekata prelaze sa jedne strane brda na drugu stranu. To treba izbegavati i stvarati tampon-zone zaštite.

b) **Vetrovi**, i to dominirajući vetrovi, čine posebno poglavlje u urbanističkom planiranju, pa i u oblasti zaštite od požara. U zaštiti se postavlja zahtev povećanja protivpožarnog rastojanja među objektima u pravcu delovanja dominirajućeg vetra visoke učestanosti. Što njegova brzina raste, to je porast zaštitnog rastojanja veća. Tu su moguća i laboratorijska ispitivanja radi utvrđivanja koeficijenta porasta zaštitnog rastojanja (eto teme jednog naučnog projekta).

Prema stepenu učestanosti i ispoljenoj snazi dominirajućeg vetra, moguće je i protivpožarni rizik od vetra gradirati u skali od 1 do 10, radi zaštite od negativnog dejstva vetra kroz urbanističko planiranje vrši se grupisanje objekata oko zajedničkog dvorišta, što

je u načelu suprotno teoriji o prenošenju požara.

Da vidimo kakav je odnos protivvetrovne pregrade i susednih objekata: Objekat pregrade vrši funkciju prebacivanja snage vetra preko određenog prostora. To omogućava da se protivpožarno rastojanje bliže pregradi svede na minimum a sa udaljavanjem od pregrade, prirodne ili veštačke, ovo rastojanje treba da raste.

c) **Voda** kao faktor nosi nekoliko kontradiktornih elemenata, bar kada je u pitanju zaštita od požara. Uvale reka i jezera u gradovima privukle su različite gradske funkcije, što je dovelo do prevelike koncentracije objekata duž obala i predstavlja svojevrsnu požarnu opasnost, koja traži praktično razrešavanje. Rečni tokovi su prirodne protivpožarne pregrade u gradovima, a objektima koji su kraj njih locirani donose viši nivo protivpožarne bezbednosti usled mogućnosti korišćenja vode iz reke ili jezera za gašenje požara u uslovima kada otkaže gradski vodovodni sistem ili kada je njegov kapacitet nedovoljan.

Uglavnom, u uobičajenom planerskom postupku principi korišćenja vodenih tokova i stajaćih voda i zahtevi protivpožarne zaštite nisu u koliziji, već su čak i usaglašeni.

d) **Vegetacija** zaslužuje posebnu pažnju. Tu već imamo potrebu za ispravkama nekih ukorenjenih navika. Zelene površine se po tradiciji koriste kao protivpožarne pregrade, što je u redu; međutim, nevolje nastaju kada se u tu svrhu forsiraju četinari koji u određenim uslovima mogu da postanu prenosioци požara. Iz tih razloga, u kalkulaciju urbanističkih normativa i u detaljne urbanističke razrade između parkovskih površina uređenih četinarima i na požar osetljivih objekata treba uvesti slobodne prostore parterno uređene, a unutar velikih šumsko-parkov-

skih površina koje okružuju gradove ili su sastavni deo teritorije gradova, kao primarna mera zaštite od prenošenja šumskih požara, javljaju se protivpožarne pregrade u obliku traka, pojaseva poljana. Česti požari na primorju ukazali su na značaj formiranja protivpožarnih pregrada u okviru pejzažnih rešenja kod većih pošumljenih teritorija.

e) **Arhitektonske karakteristike objekata** utiču na planersku odluku o gustini objekata. Objekti sa visokim procentom primene drveta, plastičnih masa, bitumenih proizvoda i drugih lako zapaljivih materijala zahtevaju primenu nižih koeficijenata iskorišćenja tla (veća protivpožarna rastojanja), a objekti sa većim procentom primene mineralnih sirovina u konstruktivnim elementima objekata, dopuštaju veće gustine objekata. Pored ove osnovne karakteristike, i oblici veličine otvora na objektima utiču na koeficijent protivpožarnog efekta (što je kroz protivpožarnu literaturu dosta obrađivano).

f) **Stepen izgrađenosti teritorije i koeficijent iskorišćenja tla**, u direktnoj su vezi sa nivoom protivpožarne zaštite. U ovoj oblasti već ima naučnih radova (J. Jovanović) kojim su pobijene teze o gornjim granicama koeficijenata iskorišćenosti tla koji se preporučuju u planiranju gradova. Dokazano je da ovaj koeficijent može imati max. vrednost od 0,8, umesto do sada dopuštene vrednosti od 1,2.

g) **Način uređenja i korišćenja slobodnih površina** može uticati da se slobodne površine od prirodne protivpožarne pregrade, neadekvatnim korišćenjem, pretvore u požarni most. Drastičan primer imamo kada se prostori namenjeni pešacima i igri dece pretvaraju u parking-prostore putničkih i teretnih automobila. Zbog prisustva velike količine benzina i dizel goriva u rezervoarima vozila, ovakvo korišćene

površine, u slučaju pojave požara, mogu postati požarni most.

h) **Lako zapaljive materije**, prisutne u određenim opasnim količinama u objektima, utiču na normativnu gustinu takvih objekata, što se direktno odražava na primenu urbanističkih normativa.

Ovaj skraćeni pregled mogućih planerskih pojava predstavlja inicijalnu listu koja zahtijeva detaljniju proveru i razradu koeficijenata, parametarskih podvrednosti za utvrđivanje protivpo-

žarne efektivnosti određene uređene teritorije i njihovo uvođenje u praktično grado-graditeljstvo.

4. UMETO ZAKLJUČKA

Protivpožarna zaštita i ukupna odbrambena efektivnost urbanizovanih zajednica je tek otvoreno polje stručnog i naučnoistraživačkog rada od posebnog društvenog interesa. Izložene ideje treba razraditi u konkretno primenljivu metodologiju. Zadatak je izazovan.

*Dr Radivoje Đ. Mančić, dipl. inž. arh.
Fakultet zaštite na radu u Nišu*

LITERATURA:

- [1] R. Mančić: **Podela funkcija među gradovima u regionalnoj zajednici**, doktorska disertacija, Beograd, 1979.
- [2] J. Jovanović: **Zaštita od požara u urbanizovanim zonama**, magistarska teza, FZNR, Niš, 1984.
- [3] R. Mančić: **Osnovi planiranja životnog prostora**, umnožena predavanja na Fakultetu zaštite na radu u Nišu, 1982.

Savremeni sistem zaštite od požara i eksplozije je veoma složen kompleks koji obuhvata razne oblasti, počevši od naučnih disciplina i tehnološkog razvoja, preko društvenog organizovanja, pa do konkretne primjene svih poznatih mjera zaštite u praksi.

U ovom preglednom radu autori su ukratko prikazali postojeći sistem zaštite od požara i eksplozija, sa elementima savremenog razvoja u ovoj oblasti. Istaknuta je potreba ozbiljnog i sveobuhvatnog sagledavanja kompleksa zaštite i veće primjene naučnih metoda u organizaciji sistema zaštite od požara i eksplozija.

A REVIEW OF THE CURRENT SCIENTIFIC AND ORGANIZATIONAL SYSTEM OF FIRE AND EXPLOSION PROTECTION

The current scientific and organizational system of fire and explosion protection is reviewed as a very broad complex encompassing a number of different fields, beginning with scientific disciplines and technological developments, via the social organization, to the concrete application in practice of all the known protection measures. In this review the authors have summarized the current system of fire and explosion protection, with elements of modern development in this field. The need for a serious and all-inclusive recognition of the complexity of protection, and broader application of scientific methods in the organization of the system of fire and explosion protection is stressed.

UDK 614.84+83.008.05

Primljeno: 1984-06-25

Pregledni rad

Mr FERDO PAVLOVIĆ, dipl. inž.
Dr ESAD HADŽISELIMOVIC, dipl. fiz.
RATKO VUJOVIĆ, dipl. inž.

PREGLED SAVREMENOG NAUČNO-TEHNIČKOG I ORGANIZACIONOG SISTEMA ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJE*

1. UVODNE NAPOMENE

Savremeni razvoj društva karakterisan je brzim narastanjem privrednih potencijala. Osnovna karakteristika tog razvoja je disperzirana koncentracija industrijskih i energetske kapaciteta, automatizacija proizvodnih kompleksa u kojima su više ili manje prisutni u proizvodnji, preradi ili uskladištenju, po-

žarno i eksplozivno opasni materijali. Unapređenje tehnologija, proširenje kapaciteta, šire prisustvo zapaljivih tehnoloških i energetske medija, primjena novih građevinskih materijala, obloga konstrukcija metalima i polimernim materijalima, neminovno vodi ka usložavanju problematike tehnološkog i organizacionog projektovanja si-

* Rad izložen na III naučnom skupu »ČOVEK I RADNA SREDINA«, sa tematikom »Zaštita od požara i eksplozija u radnoj i životnoj sredini«, Niš 4. i 5. oktobar 1984. godine

objekta. Ona bi, na bazi standarda, propisa, pravilnika i uputstava, u principu trebala da obuhvata savremena saznanja u ovoj oblasti, a odnose se na izbor konstrukcije, materijala, potrebne druge zaštite, itd. Ovakva zaštita bi se mogla podijeliti na tri usmjerenja: za industrijske objekte, stambene i kancelarijske, te za specijalne objekte.

Često se događa da se objekat sagradi, a da se ne vodi mnogo računa o mjerama zaštite od požara. To se, na žalost, najbolje uočava kada dođe do požara. Ima mnogo primjera u svijetu i kod nas da su konstrukciona rješenja, izbor materijala, itd. doprinosili razvoju i širenju požara.

Tada se postavlja pitanje kako zaštititi takve objekte od požara. U tom slučaju veoma je smanjena mogućnost nalaženja pravih rješenja.

Pod vanjskom i unutrašnjom zaštitom podrazumijeva se ona zaštita koju vrše, recimo, radnici u pogonima i stanari u zgradama, kao i vatrogasne službe, bilo da se radi o lokalnoj jedinici neke fabrike, ili većoj jedinici.

Naučni rezultati i tehničko-tehnološke novine se uobličuju u standarde, propise, pravilnike, itd., što se konkretno primjenjuje u zaštiti od požara i eksplozije.

Kod nas još ne postoje svi elementi ove šeme. Proces njenog kompletiranja nije ni jednostavan ni jeftin. Međutim, brže kompletiranje čitavog sistema imalo bi i te kakve efekte, uštede, bržu i jeftiniju gradnju, veću sigurnost i znatno bi pomoglo svima onima koji učestvuju u izgradnji nekog objekta.

S druge strane, i da postoje svi mogući propisi, standardi i pravilnici, one ne mogu da obuhvate i predvide sve slučajeve, koji se događaju u praksi. Upravo je tu veliki prostor za naučne i stručne ustanove iz ove oblasti da primjenom naučnih rezultata mijenjaju i dopunjuju standarde i propise, a i da te rezultate konkretno primjenjuju.

Naučni razvoj u ovoj oblasti je u posljednje vrijeme veoma značajan i obuhvata veoma široko područje. Istraživanja, koja su suštinski vezana za oblast razvoja požara i eksplozija, vršena su i prije, u okviru pojedinih naučnih disciplina: sagorijevanje, zračenje plamena, dinamika fluida, itd.

Ovdje želimo da ukažemo na neke aspekte ovog razvoja.

2.1. RAZVOJ POŽARA U ZATVORENIM PROSTORIJAMA

Eksperimentalni rezultati, koji su prikupljeni tokom godina istraživanja požara, navodili su na potrebu njihovog koreliranja i povezivanja u određene relacije, koje bi se mogle koristiti u predviđanju intenziteta požara, njegovog trajanja i dejstva na strukture. Imajući u vidu potpunost pojave, lako je razumjeti da su se prvo pojavile empirijske i poluempirijske relacije, kojima se nastojao opisati proces razvoja požara. Međutim, u zadnjih tri-desetak godina pojavljuju se kompletnije teorije i matematički modeli razvoja požara u zatvorenim prostorijama, koji su motivisani željom da se generalizuju rezultati eksperimenta i da se pomognu projektanti u postizanju protivpožarne sigurnosti. U nekoliko radova [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] daje se pregled matematičkih modela koji su do sada razvijeni. Ovi modeli se odnose na period potpuno razvijenog požara (post-flashover), jer daju rezultate koji su primjenjiviji na probleme sigurnosti konstrukcija.

Varijable koje se koriste za opisivanje procesa su slijedeće:

- brzina dotoka vazduha u prostoriju (U),
- brzina sagorijevanja, tj. brzina gubljenja mase goriva (R)
- brzina oslobađanja toplote u prostoriji (Q),
- temperatura gasova pri požaru (T_0),

— toplotni fluks koji prodire u zidove prostorije (q).

Jednačine koje se koriste mogu biti dvojake: da opisuju momentalne uslove, tako da njihova rješenja daju vremenski promjenjive varijable, ili da opisuju usrednjene uslove, pa se dobiju srednje vrijednosti varijabli. U ovom, drugom načinu, broj varijabli se mora povećati za τ , tj. efektivno trajanje požara (period za koji se usrednjavaju druge varijable).

Dobijanje informacija, koje mogu da posluže za određivanje strukturalnog i termičkog ponašanja unutrašnjih elemenata prostorija, vjerovatno je najvažniji aspekt ovakvih matematičkih modela. Međutim, i sam problem termičkog ponašanja strukturalnih elemenata je veoma složen i bez uključivanja statičkih razmatranja, da bi se uključivao u matematički model. Zbog toga se modeli koriste za dobijanje informacija o destruktivnom potencijalu požara, koje se onda koriste u odvojenoj analizi za određivanje ponašanja strukturalnih elemenata prostorije.

Podijeljena su mišljenja oko toga kakva treba da bude ta polazna informacija. Tradicionalno se uzima da je to vremenska promjena, temperature gasa $T_g(t)$. Obično se pomoću modela daju krive promjene temperatura sa vremenom za gasove, koji se obrazuju u požaru, od kojih je svaka primjenjiva za određeni tip unutrašnje obloge prostorije.

Drugi modeli uzimaju toplotni fluks q (t) kao parametar destruktivnog potencijala požara, ili zajedno $T_g(t)$, q (t) i τ . Postoji i treća varijanta [4] u kojoj se uzima samo jedna veličina za opis požarnog potencijala, a to je tzv. normalizovano požarno opterećenje H:

$$H = \frac{1}{\sqrt{\lambda q c}} \int_0^{\tau} q(t) dt, \quad (1)$$

gdje je λ — koeficijent toplotne provodljivosti, ρ — gustina i c — specifična toplota.

U ovom modelu, H je povezano sa vremenom τ , koje odgovara vremenu izlaganja požaru u standardnom testu otpornosti na požar, relacijom:

$$\tau = 0,11 + 0,16 \times 10^{-4} H + 0,13 \times 10^{-9} H^2 \quad (2)$$

(za $0 < H < 9 \times 10^4 \text{ s}^{1/2} \text{ K}$)

Izračunavši H (koji sadrži požarno opterećenje, parametar ventilacije, termičke osobine prostorije) pomoću (2) može se odrediti τ , tj. zahtijevano vrijeme otpornosti na vatru. Po ovome, projektant je u mogućnosti da odredi koliko dugo neki element konstrukcije treba da izdrži standardni test, da bi mogao da se koristi u stvarnim uslovima.

Parametar R, brzina gorenja, nezavisna je od ostalih parametara, osim brzine dotoka vazduha U_a . Ova činjenica je odavno uočena. Međutim, pretpostavljalo se da je to brzina gorenja gasne faze produkata pirolize, tako da je proporcionalnost R i U_a interpretirana kao limitacija gorenja gasne faze zbog nedovoljnog dotoka vazduha. Sa druge strane, R se povezuje sa gubitkom mase goriva usljed pirolize, a ne sa reakcijama gasne faze.

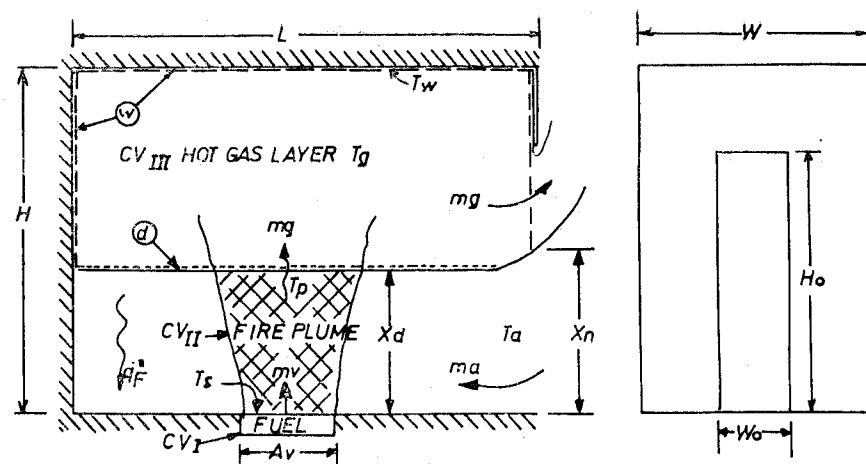
Na osnovu eksperimenata izvedene su sljedeće empirijske relacije [6]:

$$R = 0,0236 \Phi \text{ ako je: } \frac{\Phi}{\rho G} < 0,263 \quad (3)$$

$$R = 0,0062 \rho G \text{ ako je } \frac{\Phi}{\rho G} \geq 0,263 \quad (4)$$

Sa ϕ je označena specifična površina goriva, G je početna masa goriva u prostoriji, a Φ je ventilacioni faktor. Za požare za koje vrijedi (3), kaže se da su ventilaciono kontrolisani, a za one za koje vrijedi (4) da su kontrolisani površinom goriva.

Kao ilustrativan primjer daćemo samo osnove jednog modela [3]. Na slici 2. prikazan je termički i strujni model.



Slika 3.

X_n — položaj neutralne ravni

X_d — visina do koje stub toplih gasova zahvata vazduh

Osnovne jednačine koje se upotrebljavaju obuhvataju sljedeće:

- brzina isticanja produkata gorenja kroz vrata,
- brzina dotoka vazduha kroz vrata,
- brzina zahvatanja vazduha u stub toplih gasova,
- održanje energije za stub toplih gasova,
- održanje energije za gorivo,
- održanje energije za sloj toplog gasa,
- održanje energije za obloge prostorije,
- razvoj i širenje požara.

Polazni parametri za proračun su sljedeći:

Dimenzije sobe i vrata (m)

- L, W (dužina i širina)
- H (visina)
- W_0 (širina vrata)
- H_0 (visina vrata)

Parametri goriva

- r (omjer gorivo — vazduh)
- H (toplota sagorijevanja)

- T_s (temperatura pirolize)
- H_v (toplota isparavanja)
- C_g (specifična toplota goriva u čvrstom stanju)

Drugi parametri

- T_p (temperatura plamena)
- C_g (specifična toplota gasova)
- T_v (temperatura vazduha)
- h_w (koeficijent konvekcije za zid)
- K (konduktanca za zid)
- C_s (koncentracija čađi)
- h_s (koeficijent konvekcije za gorivo)

Za ovaj pregled nisu toliko bitni detaljni rezultati modela, tako da ih nećemo navoditi. Svakako da ovi matematički modeli još nisu dovoljno razrađeni da bi obuhvatili sve faze procesa, ali su neophodni u nastojanju da se shvati razvoj požara.

U novije vrijeme razvijaju se i modeli koji se baziraju na numeričkim metodama, sa uključivanjem savremenih modela turbulencije [10].

Strukture

Testovi otpornosti na požar nosećih strukturnih elemenata i pregrada su vršeni često već više od pola stoljeća.

Oni su obično vršeni prema nacionalnim specifikacijama. Sada su ti uslovi usklađeni prema standardu ISO 834.

Otpornost na požar uzorka definiše se kao vrijeme (u minutama) zagrijavanja, dok ne dođe do narušavanja jednog od sljedećih kriterija: rušenja, prodora plamena ili dostizanja određene temperature na neizloženoj strani. Za čelične konstrukcije obično je jedini kriterij nosivost.

Testovi za određivanje otpornosti na vatru su vrlo skupi i zbog toga, broj testova za svaki prototip strukturnog elementa je limitiran obično na jedan test (eventualno dva). Zbog toga se u više zemalja zakonom dopušta klasifikacija nosećih struktura analitičkim metodama. U Francuskoj, npr. do 1975. godine, jedina zakonski dopuštena osnova za projektovanje građevinskih struktura je bio standardni test za otpornost na vatru. Od 1975. godine se koristi i analitički metod [11] (revidiran 1980.) za betonske konstrukcije, a postoji i odgovarajući dokument za čelične konstrukcije [12]. Internacionalni dokument, sličnih kvaliteta, objavila je Evropska komisija za čelične strukture [13].

Procedura analitičkog određivanja otpornosti na vatru nosivih konstrukcija i strukturalnih elemenata, šematski je prikazana na slici 3. [14, 15, 16 i 17].

Za različite primjene propisi daju potrebno vrijeme trajanja požara t za koje konstrukcija mora da ispuni svoju funkciju. Tada vrijeme otpornosti na vatru zavisi od sadržaja, visine i volumena objekta i od važnosti konstrukcije.

Teorijsko određivanje otpora na vatru strukture t bazirano je na krivoj temperatura — vrijeme standardnog testa. Sa ovim ulaznim podatkom mogu se izračunati temperaturna polja, vremenska promjena zaostalnih sila i momenta, termička naprezanja i nosivost preko:

- karakteristika konstrukcije,
- termičkih osobina konstrukcionih materijala,
- koeficijenta transfera toplote na različite površine strukture,
- mehaničkih osobina materijala,
- karakteristika opterećenja.

I kod nas postoje preporuke Komisija za čelične konstrukcije SZS da se analitički metodi odobre i koriste.

2.2. PREVENTIVNA EKSPLOZIONA ZAŠTITA

Savremeni pristup koncipiranju zaštite od eksplozija takođe zahtijeva svestrano poznavanje suštine tih neželjenih pojava, posebno za slučajeve njihovog odvijanja izvan kontrolisanih uslova.

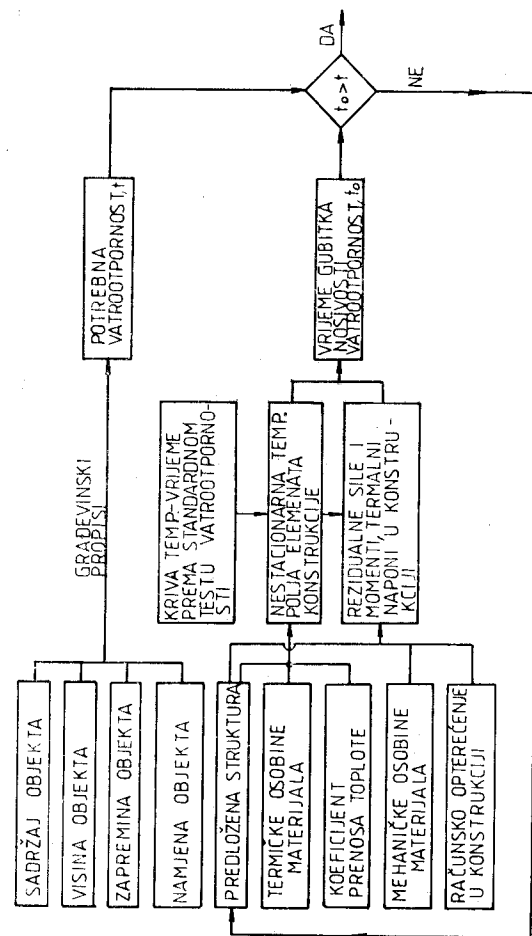
Deflagracioni, eksplozioni i detonacioni procesi razgradnje eksplozivnih materija ili gaso-paro-prašino-vazdušnih smjesa u svojoj suštini, takođe, predstavljaju procese gorenja, čija je brzina odvijanja velika i čije su manifestacione pojave i posljedice teške, a vrlo često i katastrofalne.

Opasnost od eksplozije se praktično može opisati kao opasnost od potencijalnog stvaranja eksplozivno-ugrožavajućih uslova, tj. opasnošću od prisustva eksplozivno opasne materije ili smjese u određenom prostoru i vremenu. Pristup koncipiranju zaštite od eksplozija mora voditi računa i sljedećim osnovnim putevima za smanjenje tih opasnosti:

1. Onemogućavanje stvaranja eksplozivno ugrožavajućih smjesa u analiziranim uslovima,
2. Onemogućavanje paljenja eksplozivno ugrožavajuće smjese u slučaju nemogućnosti njenog eliminisanja,
3. Sprečavanje posljedica potencijalno moguće eksplozije u određenom prostoru i svodenje tih posljedica na najmanju mjeru.

Sve navedene mjere predstavljaju mjere preventivne zaštite prostora ugroženih eksplozivnim opasnostima pri-

ANALITIČKO ODREĐIVANJE VATROOTPORNOSTI NOSIVIH STRUKTURA



PROCEDURA ANALITIČKOG ODREĐIVANJA VATROOTPORNE NOSEĆE KONSTRUKCIJE ZASNOVANA NA KLASIFIKACIJI I ISPITIVANJU PREMA STANDARDNOM TESTU VATROOTPORNOSTI

Slika 3.

marnog, sekundarnog i tercijarnog karaktera. Značaj svakog aspekta zaštite i uticaj širokog spektra faktora na realne uslove zaštite od eksplozija (tehnoški proces, prisutni mediji i njihove karakteristike, karakteristike uslova u kojima se mogu naći ti mediji u unutrašnjem i vanjskom smislu, parametri ventiliranosti prostora, pritisak, temperatura, parametri potencijalnih izvora zapaljenja, međusobna udaljenost objekata, itd. itd.) čini ovu problematiku vrlo kompleksnom. Zbog toga, i u okviru rješavanja ove problematike, neophodan je interdisciplinirani rad stručnjaka na bazi dovoljnog broja proračunskih modela, koji moraju odgovarati funkciji za konkretne specifične uslove, tj. maksimirati sigurnost uz minimizaciju troškova.

2.3. OSOBENOSTI PRISTUPA RJEŠAVANJU, PRORAČUNU I PROJEKTOVANJU KOMPLEKSA SISTEMA POŽARNE I EKSPLOZIVNE ZAŠTITE

Problematika zaštite od požara i eksplozije ne može se i ne smije svesti samo na preventivnu zaštitu, s obzirom na činjenicu da, izuzev u principu, ne postoji tehnička mogućnost, te da nema ekonomskog opravdanja, da se preventivna zaštita dovede na nivo apsolutne sigurnosti. Kompleks sistema zaštite od požara i eksplozija mora obuhvatiti i sva pitanja vezana za lokalizaciju i gašenje eventualnog požara, sa svim elementima tog sistema.

Kao osnovni parametri koji karakteriziraju požarnu opasnost, tj. osnovni elementi za procjenu opasnosti od požara i eksplozije, te, u funkciji ove procjene, i pri pristupu proračunu i projektovanju kompleksa, sistema zaštite od požara, moraju se uzeti objektivni uslovi, materijali i mediji koji karakteriziraju mogućnost nastanka požara, a koji su određeni uslovima nastanka gorenja. Ti uslovi zavise od većeg broja

faktora koji imaju probablistički (vjerovatnosni) karakter, tj. mogućnost razvoja požara može se okarakterisati intenzitetom izmjene »opasnih faktora požara«. Kao osnovni »opasni faktor požara« moraju se uzeti:

- otvoreni plamen,
- iskra,
- povećanje temperature vazduha u prostoru sa požarom,
- povećanje temperature predmeta u prostoru u kojem se odvija požar,
- povećanje temperature okružujućih obloga prostora,
- toksičnost produkata gorenja,
- karakteristike dima pri potencijalnom požaru,
- sniženje koncentracije kiseonika,
- potencijalno obrušavanje dijelova ili čitave konstrukcije objekta, opreme, instalacija i sl.,
- mogućnosti prenošenja požara na okolne sadržaje.

Zahtjevi požarne sigurnosti formulišu se polazeći od faktičkih uslova koji utiču na mogućnost nastanka, razvoja, širenja i posljedica potencijalnog požara.

U procjeni opasnosti od požara za objekte, u cilju koncipiranja sistema zaštite od požara i eksplozija, potrebno je proračunati vjerovatnoću nastanka požara, koja predstavlja diskretnu slučajnu veličinu ($n=0, 1, 2, \dots$) i za koju vrijedi stacionarna puasonovska raspodjela slučajnih događaja.

Razmjera požara je funkcija velikog broja faktora, koji karakteriziraju požarnu opasnost gorivih materijala i medija, vremena trajanja slobodnog gorenja (od nastanka požara do početka njegovog gašenja), vremena trajanja gašenja požara, te čitavog niza karakteristika objekta u kojem može doći do požara etažnost, geometrija objekta, građevinska konstrukcija, požarni sektori, itd.).

Površina požara (ognjišta) predstavlja funkciju mnoštva faktora koja se može približno, sa većom ili manjom tačnošću proračunati, koristeći se proračunskim modelima višefaktorne regresivne analize uticaja »opasnih faktora požara«.

Trajanja slobodnog gorenja pri požaru takođe je moguće približno proračunati pomoću modela za konkretne uslove.

Trajanje gašenja požara i količina sredstava za gašenje, takođe se mogu i trebaju proračunavati, kao i zavisnost trajanja gašenja požara u funkciji trajanja slobodnog gorenja pri požaru.

Osim navedenih osnovnih parametara, razvoj požara u prostoru karakterisan je sa:

— linearnom brzinom rasprostiranja požara po površini goriva,

— intenzitetom toplotnih zračenja,

— veličinom prostora ili prostorije i njegovih konstrukcionih karakteristika,

— uslovima dotoka vazduha u ognjište požara,

— raspodjelom temperaturnog polja u prostoru,

— raspodjelom produkata sagorijevanja u prostoru,

— požarnim opterećenjem prostora.

Važno je takođe znati razmjere i položaj oblasti plamena, prelazne oblasti, konvekcione tokove i formu obrazovanja konvektionog strujanja, transfer energije i mase u uslovima požara, itd.

Naime, linearna brzina rasprostiranja požara (ognjišta) po površini goriva, karakteriše stadij razvoja požara. Od tog faktora zavisi trajanje razvoja požara, a on određuje i neophodno vrijeme rada automatskih sistema za dojavu i gašenje požara.

Svi navedeni i ostali faktori uticajni na ocjenu požarnog rizika mogu se proračunati postojećim razvijenim matematičkim i empirijskim modelima koje treba poznavati i unapređivati.

Da bi se objektivno pristupilo izboru i projektovanju sistema zaštite od požara, neophodno je poznavati parametre koji određuju djelovanje potencijalnog požara za analizirane vjerovane uslove njegovog odvijanja, i u funkciji željenih i potrebnih požarnosigurnosnih uslova ljudi, tehnološkog postrojenja, instalacija, građevinskih konstrukcija, okružujućih objekata i sl.

Uslovi požarne sigurnosti mogu biti dostignuti pri određenom nivou sigurnosti i pouzdanosti sistema požarne zaštite. U vezi sa tim, treba definisati zahtjeve nivoa i kvaliteta funkcionalnosti jedinstvenog sistema, te svih parcijalnih segmenata tog sistema u tehničkom, organizacionom i funkcionalnom smislu, vodeći računa o potencijalnim otkazima segmenata tog sistema.

3. ZAKLJUČAK

U funkciji navedenih tehničko-tehnoloških, funkcionalnih, sa aspekta nivoa pouzdanosti odabranih sistema, potrebno je »projektovati« organizacioni sistem zaštite od požara i eksplozija, sa svim svojim elementima (materijali, mediji i ljudstvo preventivnog i represivnog djelovanja, vaspitanje, obrazovanje, propaganda, održavanje u funkciji zaštite, itd., itd.), u sklopu jedinstvenog projekta zaštite od požara.

U praksi je metod izbora proračuna i projektovanja elemenata sistema protivpožarne zaštite zasnovan skoro isključivo na korišćenju normativa i standarda, koji određuju oblik i obim protivpožarne zaštite, kao i primijenjenih uproštenih proračunskih modela. Postojeći metodi procjene požarnih rizika nisu egzaktni već se zasnivaju na podacima kojima se dodjeljuje određena »težina«, a koriste empirijske relacije koje povezuju te podatke. Iako nisu egzaktni, ovakvi metodi mogu korisno da posluže u procjeni ugroženosti od požara.

Među uproštenim modelima i sistemima koji se koriste, konstantno postoje određeni, najčešće slabo kontrolisani i složeni međudejstvujući faktori koji nose vjerovatnosni karakter. U vezi sa tim, uprošteni približni proračunski metodi nerijetko vode lažnoj orijentaciji i ne daju optimalna rješenja, tako da nisu rijetki slučajevi normativno-pravne zadovoljenosti mjera zaštite od požara koje u konkretnim uslovima imaju nepotpunu, pa čak i promašenu funkciju.

Radi svega navedenog, u cilju obezbjeđenja savremenog tehničko-tehnološkog, tehno-ekonomskog i organizacionog sistema zaštite od požara, pred nama stoje ozbiljni zadaci na izradi dovoljno širokog kruga projektantskih, teoretskih i praktičnih metoda tehničko-ekonomsko-organizacionih modela,

sistemskih analiza i savremenih metoda projektovanja, na osnovu kojih bi se stvorila mogućnost usavršavanja suštinskih principa normiranja parametara požarne zaštite u svim njenim aspektima.

U okviru trenutnog stanja zaštite od požara i eksplozija u SR BiH, pa i SFRJ bez obzira na određene zavidne uspjehe, mora se iznaći mogućnost i materijalna osnova za šire i dublje prisustvo naučnoistraživačkog rada i aktivnosti na planu cjelovitijeg rješavanja problematike prisutne u ovoj oblasti, počevši od istraživanja i razvoja, pa sve do pretakanja tih rezultata u normative. Navedeni normativi moraju imati svoj slijed i filozofiju, tj. moraju biti u sklopu sistema normativa sa svim uzročno-posljedičnim funkcionalnim vezama.

*Mr Ferdo Pavlović, dipl. inž. hem.
Dr Esad Hadžiselimović, dipl. fiz.
Ratko Vujović, dipl. inž.*

RO Institut zaštite od požara i eksplozije — Sarajevo

LITERATURA

- [1] Fire International, 1984, 8, № 66, 74—76.
- [2] H. Emmons, Scientific Progress on Fire, Ann. Rev. Fluid Mech. 1980, 12:299—314.
- [3] J. Quintiere, Growth of Fire in Building Compartments, Fire Standards and Safety, ASTM, STP 614, A. F. Robertson, Ed. American Society for Testing and Materials, 1977, 131—167.
- [4] T. Z. Harmatmy, J. R. Mehaffey, Post-flashover Compartment Fires, Fire and Materials, Vol. 7, № 2, 1983.
- [5] S. Cuomo, Panorama della conoscenza attuale della resistenza al fuoco delle strutture, Antincendio, № 6, № 8, 1977.
- [6] T. Z. Harmathy, Design of Buildings for Fire Safety, Fire Technology, Vol. 1, Nos. 2 and 3, 1976.
- [7] J. G. Quintiere, An Approach to Modeling Wall Fire Spread in a Room, Fire Safety Journal, 3 (1981) 201—214.
- [8] P. H. Thomas, M. L. Bullen, Burning of Fuels in Fully — developed Room Fires, Fire Safety Journal, 2 (1979/80.) 275—281.
- [9] D. J. Rasbash, D. D. Drysdale, Theory of Fire and Fire Processes, Fire and Materials, Vol. 7, № 2, 1983.
- [10] S. Kumar, Mathematical Modeling of Natural Convection in Fire — A State of the Art Review of the Field Modeling of Variable Density Turbulent Flow, Fire and Materials, Vol. 7, № 1., 1983, 1—24.
- [11] »Methode de prevision par le calcul du comportement au feu des structures en beton«, Cahiers du Centre Scientifique et technique du batiment, avril 1980.
- [12] »Prevision par le calcul du comportement au feu des structures en acier«, Cahiers du Centre Scientifique et technique du batiment, septembre 1975.
- [13] EUROPEAN CONVENTION FOR CONSTRUCTIONAL STEEL WORK. (ECCS) Technical Committee 3, European Recommendations for the Fire Safety of Steel Structures, Amsterdam — Oxford — New York 1983.
- [14] O. Pettersson, Structural Fire Protection, Report at CIB W 14 Meeting in Copenhagen.
- [15] O. Pettersson, J. Witteveen, On the Fire Resistance of Structural Steel Elements, Derived from Standard Fire Tests or by Calculation, ISO/TC 93 Eleventh Plenary Meeting, Sydney, 1979.
- [16] S. Magnusson, O. Pettersson, Rational Design Methodology for Fire Exposed Load Bearing Structures, Fire Safety Journal, 3 (1980/81) 227—241.
- [17] T. Lie, A Procedure to Calculate Fire Resistance of Structural Members, Fire and Materials, Vol. 8, № 1, 1984.

ne pod odgovarajućim uslovima spontano zapaljenje i
 dolaziti sa uskladištenim materijalima raznog porijekla.
 posebne važnosti uvažavanje mogućnosti izbijanja požara us-
 ljetom, predviđanje situacija za njihovo pojavljivanje, kao i
 načina prevencije takvih požara.

uslovi za izbijanje spontanijih požara, uloga i značaj bio-
 loške toplote, kao i važnost poznavanja sadržaja vode u mate-
 rijalima i druge izotermalne metode za nalaženje »kritičnih« uslo-
 vova između sigurnog i opasnog uskladištenja u gomilama praška-
 stih materijala na osnovu poznavanja spoljne temperature i
 vlage.

ON OF RISKS OF SELFIGNITION OF POWDERED AND GRANULAR MATERIALS BY ISOTHERMAL METHODS OF STORAGE

It is shown that under certain circumstances piles of finely divided
 granular material, normally thought to be fairly stable, can heat and burn spontaneo-
 usly. It is important to recognize the risks of spontaneous fires,
 as well as modes of prevention. Conditions for sponta-
 neous ignition and the role and significance of biological heating and the impor-
 tance of water content of materials are briefly described. Isother-
 mal methods for the determination of »critical« conditions between safe
 and dangerous manners of storage of powdered and granular materials

047.0 (080.1)

Primljeno: 1984-06-18

Pregledni rad

TUHTAR, dipl. inž. hem.

NA RIZIKA OD SAMOZAPALJENJA PRAŠKASTIH I GRANULARNIH MATERIJALA IZOTERMALNIM METODAMA IZOLACIJE

D

je da neki odgovarajućim u-
 slovima dođe do samozapaljenja
 granularnih materijala raznog porije-
 kta. Posebne važnosti su izbijanja po-
 žara usljed spontanijih požara u
 uskladištenim materijalima i druge
 metode za nalaženje »kritičnih« us-
 lova između sigurnog i opasnog uskla-
 đivanja materijala na osnovu poznavanja
 spoljne temperature i vlage.

uvažavanje mogućnosti izbijanja požara
 usljed samozapaljenja, predviđanje
 situacija za njihovo pojavljivanje, kao
 i pronalaženje načina prevencije tak-
 vih požara.

2. OPĆENITO O SAMOZAGRIJAVANJU I SAMOZAPALJENJU

Samozagrijavanje, ili spontano zagri-
 javanje, definiše se kao proces porasta

tematikom III naučnom skupu »ČOVEK I RADNA SREDINA« sa tematikom
 »Rizici od požara i eksplozije u radnoj i životnoj sredini«, Niš, 4. i 5. oktobra
 1984. godine.

temperature nekog materijala bez dovođenja toplote spolja. Prolongiranim samozagrijavanjem može doći do spontanog samozapaljenja i/ili spontanog sagorijevanja. Glavni uslovi koji određuju intenzitet samozagrijavanja, a time i veličinu opasnosti od požara, su brzina reakcije oksidacije koja se odvija uz stvaranje toplote, dovod zraka i izolirajuće karakteristike neposredne okoline.

Gotovo svi organski materijali u dodiru sa kisikom iz zraka podliježu reakcijama oksidacije pri nekoj kritičnoj temperaturi. Na normalnim temperaturama okoline je brzina oksidacije najčešće tako mala da se praktično sva stvorena toplota odmah prenosi na okolinu pa ne dolazi do porasta temperature gorivog materijala. Količina zraka potrebnog za održavanje procesa samozagrijavanja mora biti takva da omogućiti nesmetan oksidaciju, ali i da ne prouzrokuje brzo odvođenje stvorene toplote usljed konvekcije. Iz iskustva je poznato, npr. da će se otpadne krpe, natopljene uljem za podmazivanje, spontano zagrijavati ako su bačene u zatvorene kontejnere (npr. drveni sanduk), ali ne i ako su obješene na konopcu radi provjetravanja, ili ako su čvrsto zbijene u loptu. U literaturi se mogu naći empirijske formule za minimalni volumen zraka potreban za potpuno sagorijevanje čvrstih gorivih materija. Jedna takva formula glasi [1]:

$$V_{\min} = 147/C + 3(H - \frac{O}{8}) / x \cdot 0.02832 \text{ m}^3 \quad (1)$$

gdje je V_{\min} — minimalni volumen zraka, u m^3 , a C, H i O su težinski udjeli karbona, hidrogena i kisika u čvrstom materijalu.

Kako su moguće razne kombinacije odnosa količine zraka i izolirajućih karakteristika okoline to je teorijski vrlo teško predvidjeti pojave samozagrijavanja i samozapaljenja.

U nekim se slučajevima dešava da se djelimično oksidirani materijal ponaša kao katalizator daljnjih reakcija oksidacije, što objašnjava činjenicu da je većina nečistih materijala sklonija samozapaljenju nego čisti materijali.

Mnogi materijali koji na sobnoj temperaturi ne pokazuju spontano zagrijavanje mogu se početi spontano zagrijavati ako su prethodno bili izloženi dodatnoj spoljnoj toploti. U tim se slučajevima ubrzava brzina oksidacije do te mjere da stvaranje toplote nadvladava njeno odvođenje. Tako se npr. pamučna tkanina, normalno nezapaljiva na sobnim temperaturama čak i u prisustvu katalizatora, može oksidirati izvanredno brzo ako je prethodno bila zagrijana do 150° iznad normalne temperature.

Uskladišteni poljoprivredni proizvodi se zagrijavaju usljed procesa mikrobiološke oksidacije. Pri tome stupanj opasnosti od samozapaljenja zavisi od sadržaja vlage. Uloga vode nije tako jednostavna kao što se misli, nego je mnogo složenija [2]. Vlaga u maloj količini povećava brzinu oksidacije a time i količinu stvorene toplote u mnogim materijalima. Međutim, vlaga takođe pomaže i odvođenje nastale toplote zbog porasta termalne provodljivosti, što smanjuje vjerovatnost samozapaljenja. Tako se npr. vlažno sakupljeno sijeno može početi spontano zagrijavati i, ako je nepravilno složeno, može se samo od sebe zapaliti dvije do šest sedmica nakon sakupljanja. Poljoprivredni proizvodi koji sadrže veći procenat lako oksidirajućih ulja (kao npr. stočna hrana u obliku koncentrata) su skloniji samozagrijavanju i samozapaljenju.

Praktično sve vrste ugljena, izuzev vrlo kvalitetnog antracita, su sklone samozagrijavanju i samozapaljenju pod izvjesnim uslovima. Neki od važnijih uslova su veličina čestica ugljena i njihova sposobnost absorpcije kisika iz zraka, sadržaj vlage u ugljenu, veliči-

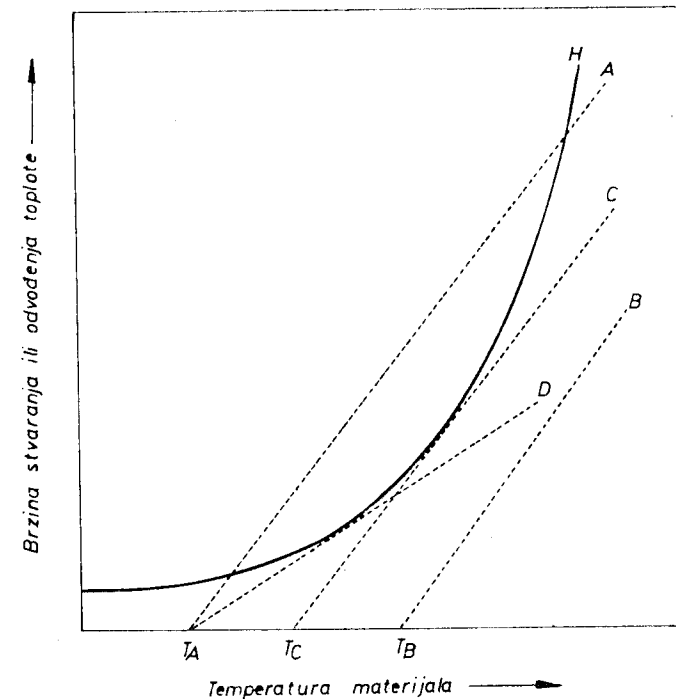
na pora unutar gomile ugljena, količina zraka u porama, prisustvo sumpora u obliku željeznog sulfida (pirita), sadržaj ostalih plinova i stranih primjesa, način slaganja u gomile i njihova geometrija, temperatura zidova i poda skladišta, vanjska temperatura, način i veličina ventilacije.

Pregled materijala sklonih samozagrijavanju i samozapaljenju, sa oznakama tendencije za spontano samozapaljenje, načina uobičajenog transporta i uskladištenja, kao i mjera predostrožnosti za sprečavanje spontanog zagrijavanja, može se naći drugdje [1,3]. U ovom radu se neće govoriti o materijalima koji su momentalno zapaljivi na zraku, niti o eksplozivima i drugim nestabilnim materijalima.

3. BILANS TOPLOTE

Samozagrijavanje nekog praškastog ili granulastog materijala se dešava kad se toplota unutar takvog materijala brže stvara nego odvodi u okolinu. Samooksidacija u gomilama praškastih i granulastih materijala je najčešći izvor toplote, ali postoje i mnogi drugi procesi koji stvaraju toplotu (osobito u hemijskoj industriji). Odvođenje toplote sa nekog tijela može se vršiti jednostavnom kondukcijom kroz materijal do površine, ili se može pospješiti prirodnim hlađenjem ili miješanjem.

Samozagrijavanje i samozapaljenje se pogodno mogu objasniti grafički, kao na slici 1 [4]:



Slika 1. Grafički prikaz bilansa toplote

Normalno se brzina hemijskih reakcija povećava eksponencijalno sa porastom temperature, kao po krivulji H na slici 1. Odvođenje toplote sa površine materijala se često može prikazati kao linija A. Pri početnoj vanjskoj temperaturi, T_a , stvaranje toplote nadvladava njeno odvođenje, pa dolazi do zagrijavanja tijela. Zagrijavanje tijela raste dok se ne postigne termalna ravnoteža predstavljena presjecištem linija A i H. Pri nekoj većoj spoljnoj temperaturi T_b odvođenje toplote se može predstaviti linijom B. Na temperaturi T_b je brzina stvaranja toplote veća od brzine odvođenja; a pošto se hlađenjem ne može sniziti spoljna temperatura, T_b , dolazi do samozagrijavanja i samozapaljenja. Između ove dvije ekstremne temperature postoji jedna kritična temperatura, T_c , koja predstavlja granicu između sigurnog i opasnog uskladištenja praškastih granulastih materija.

Ako bi se na spoljnoj temperaturi, T_a , hlađenje materijala smanjilo, došlo bi do bržeg porasta temperature unutar materijala, odnosno do smanjenja nagiba linije A. U praksi se to može dogoditi ako otkáže sistem hlađenja ili miješanja, ili ako se materijal izolira, odnosno ako se poveća gomila materijala koji se uskladištava. Volumen (a time i količina nastale toplote) materijala raste sa trećim stepenom linearnih dimenzija, ali zato površina materijala, na kojoj dolazi do hlađenja, raste tek sa drugim stepenom. Prema tome, sa porastom gomile materijala koji se uskladištava dolazi do smanjenja odvođenja toplote. Ako se hlađenje smanji do te mjere da linija A padne ispod linije D, materijal se tada počinje samozagrijavati pa je samozapaljenje neizbježno. Iz ovoga slijedi da je navođenje samo temperature samozapaljenja za neki materijal nepotpuno, bez istovremenog navođenja veličine gomile tog materijala. Sigur-

no uskladištenje zavisi ne samo od vrste materijala, nego takođe i od načina uskladištenja.

4. IZOTERMALNE METODE ISPITIVANJA SAMOZAPALJENJA

Na osnovu teorijskih razmatranja samozagrijavanja i samozapaljenja [4,5] granični, ili »kritični«, uslovi između sigurnog i opasnog uskladištenja nekog materijala mogu se predstaviti jednadžbom:

$$\ln \frac{\delta c T_c^2}{r^2} = M - N T_c^{-1} \quad (2)$$

gdje je T_c kritična spoljna temperatura, r — radijus gomile materijala, δc je konstanta koja zavisi od geometrije gomile (poznata za različite geometrije), a M i N su konstante specifične za svaki materijal.

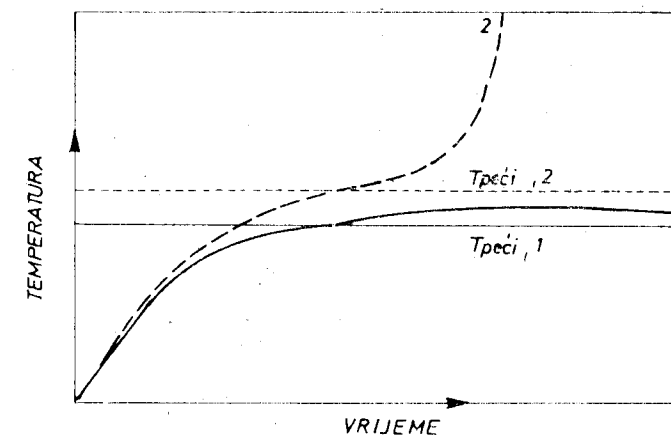
Ako je spoljna temperatura veća od T_c , ili ako je veličina gomile veća od r , doći će vrlo vjerovatno do samozapaljenja, i, obrnuto, ako je spoljna temperatura manja od T_c , ili je veličina gomile materijala manja od r , uskladištena gomila je sigurna.

Princip izotermalnih metoda ispitivanja samozapaljenja sastoji se u laboratorijskom nalaženju konstanti M i N za datu vrijednost r -a u praktičnim slučajevima, i obrnuto [5]. Pomoću običnih laboratorijskih peći za žarenje i uzoraka materijala koji se ispituje određene se kritične temperature pri kojima počinje sagorijevanje uzoraka, a preko njih se lako izračunaju konstante M i N .

Kritične spoljne temperature pri kojima počinje gorenje materijala su dosta visoke za male uzorke. Stoga se temperatura u pećima drži do 250°. Uzorci praškastih i granulastih materijala se drže u ladicama oblika kocki od 2 do 20 cm. Ladice se prave od ne-

rdajućeg čelika. Veličina peći iznosi 0,5m³, a temperatura se kontroliše termostatom do na 0,1°C, uz miješanje zraka u peći radi jednoličnog rasporeda temperature. Temperatura uzorka se mjeri pomoću preciznog termopara povezanog na pisac. Za ispitivanje se uzima svjež uzorak materijala. Ladice poznate veličine se ispunje materijalom i postave u peć zagrijanu na određenu temperaturu. Tipični zapisi na pisacu su prikazani na slici 2. Kriva 1 na toj slici karakteriše sigurne temperature. Materijal se zagrijava do temperature peći, a onda jednolično održava nešto

malo veću temperaturu. Kriva 2 predstavlja tzv. »kritičnu« temperaturu, pri kojoj se materijal spontano zapali. Razlika između ove dvije temperature peći za dvije različite vrste ponašanja materijala može biti veoma mala. U praksi se cilj ispitivanja sastoji u nalaženju tzv. sub-kritičnih i super-kritičnih krivih za datu geometriju ladice za koje se temperature ne razlikuju više od 5°C. Kritična spoljna temperatura se tada nalazi kao srednja vrijednost ove dvije temperature. Ova se procedura onda ponavlja, uz nalaženje T_c za ostale veličine gomile.



Slika 2. Tipične eksperimentalne krive temperatura — vrijeme

5. EKSTRAPOLACIJA LABORATORIJSKIH REZULTATA NA STVARNE USLOVE USKLADIŠTENJA

Opisanom izotermalnom metodom ispitivanja samozapaljenja praškastih i granulastih materijala ispituju se 3 do 4 uzorka materijala u ladicama različitih veličina. To omogućava da se nacrtaju graf $\ln(\delta c T_c / r^2)$ vs T_c^{-1} . Iz jednadžbe (2) se može vidjeti da graf treba biti prava linija sa nagibom N i presjekom na ordinati M . Konstanta δc za geometrijski oblik kocke iznosi 2,6. Jasno je da se bilo kakva korekcija ove konstante mora izvršiti prije crtanja grafa. Kad se tako izračunaju vrijed-

nosti konstanti M i N , poznavanjem vrijednosti δc i r za datu praktičnu situaciju, može se izračunati kritična temperatura samozapaljenja date gomile

Opasnost od samozapaljenja prašine na toplim površinama u industriji (npr. električni motori, radilice sušnice, itd.) može se procijeniti takođe laboratorijski, jednom alternativnom metodom ispitivanja, takođe izotermalnom [5]. U ovom se slučaju umjesto električnih peći koriste ravne zagrijane ploče sa mogućnošću uniformnog održavanja konstantne temperature (varijacije temperature manje od $\pm 2^\circ\text{C}$). Materijal koji se ispituje ravnomjerno se nanese u obliku tankog sloja u jedan prsten po-

znate debljine na ploču prethodno zagrijanu na određenu konstantnu temperaturu. Porast temperature materijala se prati pomoću jednog tankog termopara, pri čemu se snime krive temperatura — vrijeme, kao na slici 2. Ako je temperatura zagrijane ploče iznad temperature kritične za samozapaljenje materijala, dobiće se super-kritična kriva, a ako je ispod, sub-kritična kriva. Nakon nekoliko pokušaja, lako se može naći kritična temperatura zagrijane ploče na kojoj dolazi do samozapaljenja praškastog, odnosno granulastog materijala.

Ekstrapolacija ispitivanja ovom metodom na stvarne uslove u industriji je obično nepotrebna, jer se uslovi ispitivanja najčešće mogu održati takvim da vjerno odgovaraju realnim situacijama. Ako to nije izvodljivo, tada je moguće izvršiti ekstrapolaciju ispitivanja na sličan način kao i sa metodom u pećima, uz odgovarajuće specifične korekcije [5,6].

Navedene izotermalne metode procjene rizika od samozapaljenja praškastih i granulastih materijala su veoma jednostavne. Njima se dobiju vrlo korisni rezultati o stepenu sigurnosti uskladištenja takvih materijala [7—9]. Međutim, ove metode imaju i određene nedostatke od kojih su najvažniji nemogućnost uzimanja u obzir i uticaja vlage u materijalu, kao i loše predviđanje stvarnog vremena potrebnog za samozapaljenje date gomile materijala [5].

Prevenција od požara izazvanih samozapaljenjem se sastoji u pravilnom načinu uskladištenja i rada sa materijalima sklonim samozapaljenju. Detalji se mogu naći drugdje [1], pa se ovdje neće ponavljati. Uglavnom su, kao što je navedeno i u ovom radu, ventilacija, sadržaj vlage, veličina i oblik gomile, prisustvo stranih materija i izvora toplote glavni kontrolirajući faktori.

Dr Dinko Tuhtar, dipl. inž. hem. naučni savjetnik

RO Institut zaštite od požara i eksplozije — Sarajevo

LITERATURA

- [1] »Fire Protection Handbook«, 13ed., National Fire Protection Association, Boston, Mass., USA, 1969, pp. 1—44.
- [2] I. K. Walker: The Role of Water in Spontaneous Combustion of Solids, **Fire Res. Abstr. Rev.**, 9., (1) 5 (1967).
- [3] Ž. L. Aleksić, R. A. Kostić: »Požari i eksplozije«, Privredna štampa, Beograd, 1982, str. 99—116.
- [4] P. F. Beever: Spontaneous Combustion, Information Paper IP 6/82, Building Research Establishment, Garston, Watford, England, May 1982.
- [5] P. F. Beever: Spontaneous Combustion — Isothermal Test Methods, Information Paper IP 23/82, Building Research Establishment, Garston, Watford, England, November 1982.
- [6] P. C. Bowes, S. E. Townsend: Ignition of Combustible Dusts on Hot Surfaces, **Brit. J. Appl. Phys.**, 13, 105 (1962).
- [7] P. F. Beever, P. F. Thorne: Isothermal Methods for Assessing Combustible Powders — Theoretical and Experimental Approach, **I. Chem. E. Symposium Series**, No. 68, 1981.
- [8] P. C. Bowes, B. Langford: Spontaneous Ignition of Oil-saked Lagging, **Chem. Proc. Engin.**, 49, 108 (1968).
- [9] P. F. Beever: Isothermal Methods for Assessing Combustible Powders — Practical Case Histories, **I. Chem. E. Symposium Series**, No. 68, 1981.

Na zahtjev zainteresovanih radnih organizacija iz SR Bosne i Hercegovine, koje u svom sastavu imaju profesionalne vatrogasne jedinice, te posredstvom Vatrogasnog saveza BiH, Institut zaštite na radu iz Sarajeva izradio je stručnu dokumentaciju za priznavanje beneficiranog radnog staža profesionalnim vatrogascima.

Autor i priređivač dokumentacije prilagodio je ovom časopisu nekoliko priloga koji imaju za cilj da istaknu neke bitne karakteristike vatrogasne profesije s aspekta uspješnosti obavljanja ovih odgovornih poslova, a naročito u pogledu specifičnosti uslova rada i posljedica na zdravstvenu i radnu sposobnost izvršilaca.

CHARACTERISTICS OF FIREMEN PROFESSION (Particularities of work and working conditions)

On demand of the involved working organizations of the Socialist Republic of Bosnia and Hercegovina, with skilled fire companies as their integral parts, and through Fire Association of Bosnia and Hercegovina, the Institut of Safety at Work Sarajevo submitted an expert analysis as a contribution to the demand for the reduced length of service of the skilled firmen.

The author of the report adapted to this journal a few supplements with the aim of pointing out some essential features of the firemen profession from the aspect of their efficiency and with respect to the specific work conditions and consequences to workers' health and work ability.

UDK 614.84-057.12

Primljeno: 1984-05-28

Stručni rad

REŠAD VITEŠKIĆ, dipl. inž.

KARAKTERISTIKE VATROGASNE PROFESIJE (Specifičnosti rada i radnih uslova)

1. OPIS RADNIH OPERACIJA

Na osnovu opisa poslova, odnosno radnih zadataka i neposrednog opažanja u svim radnim organizacijama¹⁾, mjesto i uloga profesionalnog vatrogastva u organizacijama udruženog rada mogla bi se definisati kao: **stalna i organizovana služba čiji je zadatak zaštita i spasavanje ljudi i društvene i-**

movine od požara, elementarnih nepogoda i određenih poremećaja u tehnološkom procesu u vlastitoj radnoj organizaciji.

Planovima zaštite od požara odnosno radnih organizacija vatrogasne jedinice po potrebi osim u vlastitoj organizaciji intervenišu i na širem području.

1) Istraživanjem su bile obuhvaćene vatrogasne jedinice u organizacijama udruženog rada (preduzetne jedinice) u SRBiH. Od njih 20, koliko ih ima u SRBiH, ispitivanja su vršena u 19 organizacija.

Moglo bi se bez pretjerivanja reći da vatrogastvo u organizacijama udruženog rada predstavlja najorganizovaniju i stalno pripravnu stručnu snagu za intervencije u kritičnim momentima.

Zanimanje profesionalni vatrogasac²⁾ karakterišu sljedeći radni postupci:

a) pripreme za izlazak na intervencije, postavljanje vatrogasnih sprava, opreme i uređaja;

b) ulazak i zadržavanje u zapaljenim i zadimljenim prostorima, uz upotrebu zaštitne opreme, te upravljanje sredstvima za gašenje, spasavanje povrijeđenih i ugroženih lica, iznošenje materijala, raskrčavanje, rušenje i uklanjanje prepreka;

c) puštanje u pogon sprava i rukovanje s njima, upotreba razvalnog alata, kao i fizički rad oko spasavanja i rušenja;

d) kontrola ispravnosti funkcionisanja sprava i dovršenje gašenja uz raskopavanje i rad oko rušenja.

Rad se odvija mašinski i ručno. Sve operacije se obavljaju u stojećem stavu, po zemlji ili na visinama, a najčešće u sagnutom položaju. Nije rijedak slučaj da se radi pod zaštitnom opremom, u uslovima visokih temperatura, otrovnih i zagušljivih gasova.

Naša opažanja u potpunosti demantuju predrasude o tobožnjem neradu vatrogasaca kada nema požara. Prikupljajući podatke o ovom pitanju, došli smo do neospornog zaključka da profesionalni vatrogasci u radnim organizacijama, u okviru funkcije protivpožarne prevencije, obavljaju niz poslova veoma značajnih sa stanovišta protivpožarne zaštite.

2) Od svih sistematizovanih poslova i radnih zadataka u vatrogasnim jedinicama istraživanjem su bila obuhvaćena tri radna mjesta, koja smo podveli pod sljedeće jedinstvene nazive: rukovodilac operativne vatrogasne jedinice, vatrogasac — operativac i vozač — operativni vatrogasac. Različite nazive za ova radna mjesta koja se sreću u vatrogasnim jedinicama, grupisali smo pod gornje jedinstvene nazive prema kriteriju: da radnici na ovim poslovima neposredno učestvuju u vatrogasnim intervencijama i da imaju položen odgovarajući ispit.

Ti poslovi su sljedeći:

a) Asistencije pri zavarivanju, odnosno pri radovima s otvorenim plamenom u zapaljivim i eksplozivnim prostorima. Naime, zbog potrebe za nesmetanim odvijanjem procesa rada ovaj oblik aktivnosti je veoma čest. U većini radnih organizacija (12) svakodnevno se pojavljuje potreba za asistencijama pri zavarivanju, odnosno radu sa otvorenim plamenom. Pri tome su dežurni vatrogasci izloženi raznim hemijskim i fizičkim štetnostima, a povremeno veoma napornom nepovoljnom položaju tijela pri radu (rad u kotlovima, rotirajućim pećima, u energetskim i drugim kanalima i slično).

b) Asistencija pri odvijanju opasnih tehnoloških procesa, kao što su: utovar, istovar i uskladištenje zapaljivih i eksplozivnih materija. Ovakvi slučajevi zahtijevaju stalno prisustvo profesionalnih vatrogasaca radi sigurnog odvijanja tehnološkog procesa.

c) Intervencije u vezi sa zastojima u tehnološkom procesu. U svim radnim organizacijama dužnost je profesionalnih vatrogasaca da intervenišu kada zbog poplava ili drugih poremećaja dođe do začepljenja u odvodnim sistemima (energetski kanali, otpadne vode, kanali za fekalije i slično), zatim kada dođe do pucanja u sistemima za transport pojedinih medija. Jednako tako vatrogasci intervenišu pri poremećajima kod radova na visini (rušenje skele, skidanje snijega, spašavanje osoba sa povišenih i nepristupačnih mjesta i sl.). Ovaj oblik aktivnosti zapazili smo u većem ili manjem intenzitetu i učestalosti u svim vatrogasnim jedinicama.

d) Intervencije u vezi s elementarnim nepogodama, kao što su poplave, zemljotresi (Banja Luka), snježni nanosi, odroni i slično.

e) Intervencije u vezi sa kolektivnim ili saobraćajnim nesrećama. Vatrogasci najčešće intervenišu pri težim kolektivnim nesrećama pri radu (raščišćavanje ruševina, evakuacija povrijeđenih i sl.). Pored toga, određene jedinice intervenišu pri težim saobraćajnim nesrećama (gašenje autocisterni sa zapaljivim teretima i sl.).

g) Spasavanje osoba iz zatrovanih prostorija. Ovaj oblik aktivnosti, i pored zaštitne opreme, najčešće se odvija uz neposrednu opasnost po život i zdravlje vatrogasaca.

h) Održavanje vatrogasne opreme. Vatrogasci su dužni da održavaju stabilne uređaje za gašenje požara, osiguravaju stalnu ispravnost vatrogasnih aparata i pomoćnih sredstava za gašenje požara, održavanju u ispravnom stanju sredstava i opreme. Ovo je veoma opsežna aktivnost.

i) Nadzor nad stanjem i primjenom mjera protivpožarne zaštite. Vatrogasci imaju dužnost da po unaprijed utvrđenom rasporedu obilaze radne i druge prostorije radi kontrole mjera zaštite od požara, odnosno radi nadzora o pridržavanju mjera zaštite od strane radnika. Oba aspekta ovih aktivnosti su na svoj način naporna i neprijatna, pogotovu u organizacijama koje zauzimaju prostore preko 50.000m² površine. (Većina vatrogasaca koja je učestvovala u razgovoru ističe kao posebnu neugodnost da opominju i prijavljuju nedisciplinovane radnike, koji puše ili na drugi način narušavaju mjere protivpožarne zaštite. Ta situacija uslovljena je potrebom da se korektno obavlja povjerena dužnost, s jedne, i potrebom da se izbjegne zamjeranje ljudima, s druge strane. Nerijetko pri ovakvim intervencijama dolazi do vrijeđanja i prijetnji od strane nedisciplinovanih radnika).

Za obavljanje raznovrsnih aktivnosti, od protivpožarne prevencije do represive, profesionalni vatrogasci u organizacijama udruženog rada moraju raspolagati odgovarajućim znanjima i vještinama kako bi uspješno mogli koristiti vatrogasnu tehniku. Tim više, što razvoj, odnosno uvođenje novih tehnologija i korišćenje zapaljivih i eksplozivnih materijala, iziskuju ne samo odgovarajuću opremu i sredstva za intervencije, nego i odgovarajuća znanja, vještine i fizičke napore od profesionalnih vatrogasaca.

Ovom prilikom nije na odmet ukazati na razlike između zadataka i funkcija teritorijalnih i preduzetnih vatrogasnih jedinica. Pretežni zadatak prvih sastoji se u primjeni represivnih mjera zaštite od požara, dok kod drugih u velikoj mjeri dolazi do izražaja raznovrsna aktivnost, od protivpožarne prevencije do represive. Iz ovih razlika u funkcijama proizilaze i veoma bitne razlike u tipovima aktivnosti i uslovima rada.

Za razliku od svojih kolega u teritorijalnim vatrogasnim jedinicama, čija se aktivnost između požarnih intervencija pretežno odvija u odmoru i vježbama, profesionalni vatrogasci u organizacijama udruženog rada imaju niz aktivnosti na prevenciji, koji ih u potpunosti okupiraju u toku čitavog radnog vremena. Iz tih razloga u vatrogasnim jedinicama organizacija udruženog rada ne postoje kreveti za odmaranje vatrogasaca.

U prilog tvrdnji o potpunom angažmanu profesionalnih vatrogasaca u toku čitavog radnog vremena može se navesti i činjenica da se u većini organizacija prešlo sa rada u turnusima od po 12 sati na 8-satni radni dan. Prije 10 godina taj odnos bio je obrnut. Naime, pri intenzivnijem opterećenju na raznim aktivnostima vatrogasci u radnim organizacijama očito ne mogu iz-

držati 12-satni radni dan, što se inače praktikuje u teritorijalnim vatrogasnim jedinicama.

2. REŽIM RADA I NJEGOVE NEPOVOLJNE KARAKTERISTIKE

Izuzev komandira vatrogasnih jedinica (i to ne svih) koji rade samo u prvoj smjeni, svi ostali radnici koji rade na istraživanim radnim mjestima rade u smjenskom režimu rada. U najvećem broju radnih organizacija (15) ovi radnici rade u tri smjene kontinuirano sa odmorom u bilo koji dan, dok u četiri radne organizacije («Celpak», HAK, »Pobjeda« i »Pretis«) ovi radnici rade u turnusima od po 12 sati.

Zbog ovakvog režima rada profesionalni vatrogasci samo jednom u toku 4 sedmice koriste odmor u subotu ili nedjelju. Rad se po istom principu odvija i u dane državnih praznika.

Kontinuirani rad u smjenama, kao što je poznato:

— suprotan je filogenetski uslovljenom biološkom ritmu: te na taj način ima izrazito nepovoljne posljedice na psihološkom planu (u obliku osjećanja razdražljivosti i malaksalosti u ranim jutarnjim satima), te psihofiziološkom planu zbog poremećaja u kardiovaskularnom sistemu (povišen krvni pritisak), što sve zajedno kroz duže vrijeme vrlo vjerovatno dovodi do znatnijih zdravstvenih oštećenja;

— bitno utiče na organizaciju porodičnog života: radnici koji trajno rade u smjenskom režimu rada imaju smanjenu mogućnost komuniciranja sa članovima porodice;

— smanjene socijalne mogućnosti na planu vlastitog školovanja i uopšte kulturnih potreba, na planu rekreacije (izleti i društveni život za vrijeme praznika), i slično.

Profesionalni vatrogasci rade u kontinuiranom smjenskom režimu rada ne samo nekoliko noći, mjeseci ili godina, već više decenija, i to uz osjećaj da od toga ne mogu pobjeći.

Kontinuirani smjenski rad nije nepovoljan uslov rada kojem su izloženi samo profesionalni vatrogasci. Radnici na mnogim mjestima u privredi takođe rade u kontinuiranom smjenskom radu. Međutim, tu postoji bitna razlika. Stalni rad u smjenama predstavlja profesionalnu karakteristiku vatrogasaca, jer oni ne mogu u okviru svog zanimanja (profesije) naći radno mjesto bez ovog nepovoljnog oblika režima rada (pri tome je zanemarljiva šansa da se postane komandir jedinice). Nasuprot tome, u gotovo svim djelatnostima (izuzev saobraćaja) radnici koji rade u kontinuiranom smjenskom radu, mogu u okviru svog matičnog zanimanja pronaći radno mjesto na kojem se radi u jednoj, odnosno dvije smjene.

Valja istaći da ne postoji mogućnost »zaštite« profesionalnih vatrogasaca od nepovoljnih posljedica kontinuiranog smjenskog rada. Čak i u uslovima kada bi svi ostali radnici radili u optimalno vrijeme, vatrogasci bi morali raditi noću i u dane nedjeljnih i državnih praznika.

Pored ovoga: iz razloga ekonomičnosti, dežurne vatrogasne ekipe (vodovi, odjeljenja i sl.) u datom kritičnom momentu nisu toliko brojčano jake, pa je neophodno učesće svih članova vatrogasne jedinice. Zbog toga je u svim organizacijama, u kojima smo vršili istraživanja, propisana obaveza da na dati znak uzbune svi vatrogasci trebaju — moraju priskočiti u pomoć. Iz ovih razloga u većini radnih organizacija utvrđena je obaveza profesionalnih vatrogasaca o obavještanju u slobodno vrijeme i odazivanju na intervencije.

Zbog sličnih razloga radnici na ovim poslovima dužni su nastaviti s produženim radom, sve dok se ne otkloni opasnost. U slučaju većih požara, poplava, potresa i slično, takav produženi rad traje i po 36 sati bez odmora.

Radnici na ovim poslovima ne smiju napuštati radno mjesto.

Tokom rada predviđena formacija mora u svakom trenutku biti popunjena, pa u slučaju izostanka jednog radnika, njegovo mjesto mora biti popunjeno, što znači da se u takvim slučajevima produžava rad ili poziva radnik koji koristi slobodno vrijeme.

Profesionalni vatrogasci ne mogu koristiti godišnji odmor u optimalno vrijeme, tj. u toku jula i avgusta, već se godišnji odmor distribuira u toku čitave godine.

3. TJELESNI NAPORI

Snimanjem elemenata fizičkog rada (izuzev represivnih aktivnosti), te analizom podataka o intervencijama i upoređivanjem prema uobičajenim klasifikacijama, može se reći da profesionalni vatrogasci obavljaju fizički lak rad. Međutim, kada se odvojeno posmatra intenzitet fizičkih naprezanja pri gašenju požara i drugim vatrogasnim intervencijama, onda se može govoriti o izuzetno teškom radu. Tokom svih oblika vatrogasnih intervencija i vježbi profesionalni vatrogasci su izloženi izuzetnim tjelesnim naporima, koji proizilaze iz potrebe:

— što je moguće bržeg dolaska na mjesto intervencije (najčešće trčanjem),

— nošenje vlastite i zaštitne opreme (ponekad težine i do 30 kg),

— nošenje ili guranje, odnosno vučenje vatrogasne opreme,

— penjanje i rad na visini (ponekad i u visećem položaju, na užetu),

— savlađivanja otpora (udara) koji nastaje zbog pritiska vode u vatrogasnim crijevima i mlaznicama,

— prenošenje iznemoglih i bolesnih osoba iz ugrožene zone, te

— prenošenje raznih predmeta kod spašavanja imovine.

Pri svim intervencijama izražena su kako statička, tako i dinamička opterećenja. Tjelesni naponi potencirani su još i činjenicom što se zbog nametnutog ritma i brzine rada ne mogu koristiti ni tzv. spontani odmori.

Ovakva tjelesna naprezanja nerijetko dovode do ireparabilnog poremećaja u homeostazi organizma vatrogasaca.

4. MENTALNI (EMOCIONALNI) NAPORI

Vjerovatno nije potrebno posebno isticati kakve reperkusije na psihološkom planu izazivaju požari i druge vatrogasne intervencije. Od toga, naravno nisu imuni ni profesionalni vatrogasci. Čak je razumno pretpostaviti da oni, s obzirom na negativno iskustvo, još intenzivnije doživljavaju takve nepoželjne stresogene situacije. Ono što gotovo svi vatrogasci (sa kojima smo obavili usmjereni razgovor i anketno istraživanje) smatraju izuzetno teškim nije toliko strah u toku intervencije (bez obzira na potencijalnu opasnost), već intenzivan osjećaj neugode, odnosno napetosti koja je stalno prisutna »u očekivanju požara ili druge nepogode«. Naravno, tome treba dodati karakteristične, naknadne psihološke manifestacije (nesanica, razdražljivost, opšti nemir), koje nastaju poslije većih požara ili elementarnih nepogoda.

Vatrogasci u radnim organizacijama su svjesni da od uspješnosti njihove intervencije ponekad zavise ljudski životi, a redovno njihova egzistencija, kao i egzistencija ostalih radnika u radnoj organizaciji. Posebno su osjetlji-

vi na naknadne reakcije okoline, svjesni posljedica koje bi mogle nastati zbog njihovog eventualnog neznanja, nespretnosti ili kukavičluka. Zato je razumljiva i neizbježna (psihički nametnuta) tendencija većine vatrogasaca da preuzimaju rizike po vlastiti život i iznad onog što se od njih očekuje s formalno-pravnog stanovišta. Ulaženje u zatrovane prostorije bez izolacionih aparata radi spasavanja ljudi, izvlačenje boca pod pritiskom iz požarom zahvaćene okoline radi izbjegavanja katastrofalnih eksplozija i slično, predstavljaju, tako reći, svakodnevne primjere izuzetnih rizika po vlastiti život. Većina radnika, sa kojima smo obavili razgovor, imala je jedno ili više ovakvih iskustava u svom radnom vijeku, pa im se može vjerovati kada kažu da vremenom postaju razdražljivi, neurotični i u starijem dobu iznemogli.

U sferu emocionalnih napora spadaju i one situacije u kojima je profesionalni vatrogasac izložen konfliktnoj situaciji »razapet« između motiva da spasi ljudski život ili skupocjenu imovinu i motiva samoodržanja, tj. zaštite vlastitog života. Takve situacije vrlo vjerovatno izazivaju ozbiljne i nepopravljive zdravstvene posljedice. U svakom slučaju one postaju podloga trajne psihičke napetosti koju doživljavaju vatrogasci u toku ukupnog radnog vremena, pa i u toku svog slobodnog vremena.

Na žalost, kod nas nije bilo ozbiljnijih istraživanja posljedica koje nastaju kao rezultat stalne emocionalne napetosti profesionalnih vatrogasaca. S obzirom na naučno razriješen mehanizam psihogenih faktora u oboljenjima, razumno je pretpostaviti da bi takva ispitivanja dovela do otkrića jasne i nedvosmislene veze između uslova rada profesionalnih vatrogasaca i zdravstvenih oštećenja, odnosno ozbiljnih

posljedica koje se javljaju kao **tipično profesionalne**.

5. OBIM RADA PROFESIONALNIH VATROGASACA

Da bismo što uspješnije ocijenili specifičnosti rada i radnih uslova profesionalnih vatrogasaca u radnim organizacijama, posebnu pažnju smo posvetili prikupljanju i analiziranju podataka o obimu rada.

Obim rada željeli smo analizirati što realnije, pa smo podatke o istom prikupljali za duži vremenski period (1978 g. — 1983. g.), kako bi slika iskazala pojavu a ne trenutnu situaciju.

Rezultati se daju u tabelama.

U tabeli broj 1 dati su »lažni pozivi«, pod kojima treba razumjeti vatrogasne intervencije kada vatrogasci izlaze na lice mjesta sa raspoloživom opremom, a u pravilu se radi samo o povećanoj opasnosti od požara ali do požara ne dolazi.

To su slučajevi kada dolazi do uključivanja signala automatske dojave zbog prelaska granice na koju je regulisan automatski dojavni sistem, odnosno subjektivnih ocjena pojedinaca.

U svakom slučaju, vatrogasne jedinice koje u ovakvim situacijama intervenišu, unaprijed ne znaju o kakvoj se intervenciji radi, što zahtijeva punu spremnost i angažovanje.

Veliki broj »lažnih poziva« (godišnje u prosjeku po 37 za jednu vatrogasnu jedinicu) upućuje na zaključak da se radi o organizacijama sa velikim požarnim opterećenjem, s jedne strane te da se pri svakoj neobičnoj pojavi (od koje prijeto neposredna opasnost) pozivaju vatrogasci, s druge strane.

U tabeli broj 2 daje se pregled intervencija izvan vlastite radne organizacije. Prosječan godišnji broj intervencija, kada vatrogasci izlaze iz vlastite organizacije, po jednoj vatrogasnoj jedinici je 6,1. Ovdje je značajno istaći da profesionalni vatrogasci sve više intervenišu i izvan vlastite organizacije. Tako je u periodu od 1970. do 1974. godine, u SR Bosni i Hercegovini, prosječan broj godišnjih intervencija izvan vlastite organizacije, po jednoj vatrogasnoj jedinici iznosio 2,4 (prema podacima Zavoda za produktivnost — Zagreb), a ovaj broj na nivou Jugoslavije, za isti period bio je 3,6. Povećan broj intervencija izvan vlastite organizacije naročito je prisutan u mjestima gdje nema teritorijalne vatrogasne jedinice, odnosno kada su preduzetne vatrogasne jedinice bliže i brže.

U tabeli broj 3 daje se pregled intervencija u vezi sa elementarnim nepogodama. U najvećem broju slučajeva radi se o poplavama, odronima, snježnim lavinama, zemljotresima, jakim olujama i slično.

Iz tabele broj 4 vidljivo je da profesionalni vatrogasci u radnim organizacijama dosta angažovanja imaju kada su u pitanju havarije i zastoji u tehnološkom procesu.

U tabeli broj 5 dati su podaci o intervencijama na gašenju požara u vlastitim radnim organizacijama. Vidljivo je da prosječno godišnje jedna vatrogasna jedinica interveniše 22 puta na gašenju požara.

Ovaj broj, kada se poredi sa periodom 1970 — 1974. godina je u opadanju (u tom periodu prosječan broj intervencija na gašenju požara u vlastitoj organizaciji u jednoj godini je iznosio 31), što je u skladu sa opštim statistič-

kim kretanjima o godišnjem broju požara. Ovome svakako doprinosi ukupno angažovanje i značaj koji se posljednjih godina pridaje preventivnim mjerama zaštite od požara. Nažalost, pored manjeg broja požara u apsolutnom smislu, raste broj požara sa velikim materijalnim štetama.

Kod sagledavanja obima rada profesionalnih vatrogasaca u radnim organizacijama treba imati u vidu i preventivne poslove koje oni obavljaju. Tako, pri asistencijama kod odvijanja opasnih tehnoloških radnji profesionalni vatrogasci mjesečno u prosjeku rade od 7 do 11 dana (od 56 do 88 sati po radniku), što se razlikuje zavisno od radnih organizacija, odnosno potreba proizvodnje.

Profesionalni vatrogasci imaju i redovnu obuku koja se sastoji iz teoretskog i praktičnog dijela. Tu su i razna takmičenja, a sve skupa ima za cilj održavanje i podizanje fizičke spreme i potrebnih vještina. Na osnovu nabrojanih aktivnosti profesionalnih vatrogasaca u radnim organizacijama opravdano je i neophodno u potpunosti odbaciti shvatanje da profesionalni vatrogasci ne rade ništa kada nema požara. Šta više, opravdano je zaključiti da su vatrogasci u radnim organizacijama izloženi stalnim aktivnostima, od kojih su neke izrazito naporne, opasne po život i u psihosocijalnom pogledu neugodne.

Naravno, u nekim vatrogasnim jedinicama može se naići na manju raznovrsnost i intenzitet aktivnosti, ali je najčešće to više rezultat slabog stepena organizovanosti, nego posljedica pomanjkanja stvarnih potreba na efikasnoj zaštiti ljudi i imovine.

R. Viteškić	KARAKTERISTIKE VATROGASNE PROFESIJE	Tabela 1.
-------------	-------------------------------------	-----------

Podaci o "lažnim pozivima" u periodu od 1978.g. do 1983.g. po vatrogasnim jedinicama

r/b	Radna organizacija	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1.	"Aluminij" - Mostar	45	30	15	10	13	35
2.	"Birač" - Zvornik	-	10	8	17	25	16
3.	"B. Kidrič" - Lukavac	38	33	36	31	27	24
4.	"Bratstvo" - Pucarevo	/nema podataka/					
5.	"Celpak" - Prijedor	11	10	6	14	12	32
6.	"Famos" - Hrasnica	12	9	5	7	6	3
7.	H A K - Tuzla	62	78	54	31	56	27
8.	"Krivaja" - Zavidovići	175	203	122	222	166	142
9.	"Incel" - B. Luka	/nema podataka/					
10.	"Jelšingrad" - B. Luka	-	-	5	8	10	7
11.	"M. Cikota" - Prijedor	/nema podataka/					
12.	"Natron" - Maglaj	8	6	7	5	10	13
13.	"Pobjeda" - Goražde	/nema podataka/					
14.	"Pretis" - Vogošća	-	18	5	13	32	17
15.	Rafinerija nafte B. Brod	10	8	14	10	14	12
16.	Rafinerija ulja Modriča	109	118	103	142	134	156
17.	"R. Čajvec" - B. Luka	7	4	5	3	10	6
18.	S P S - Vitez	/nema podataka/					
19.	"Vrbas" - B. Luka	/nema podataka/					
ukupno:		477	527	385	513	515	490

- broj "lažnih poziva" prosječno godišnje - 485

- broj "lažnih poziva" prosječno godišnje po jednoj vatrogasnoj jedinici - 37

R. Viteškić	KARAKTERISTIKE VATROGASNE PROFESIJE	Tabela 2.
-------------	-------------------------------------	-----------

Podaci o broju intervencija vatrogasnih jedinica izvan vlastite organizacije. Obuhvaćene su sve vrste intervencija, a najčešće se radi o požarima.

r/b	Radna organizacija	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1.	"Aluminij" - Mostar	3	2	4	1	1	2
2.	"Birač" - Zvornik	2	2	2	3	4	5
3.	"B. Kidrič" - Lukavac	3	-	-	-	4	-
4.	"Bratstvo" - Pucarevo	66	56	82	87	64	59
5.	"Celpak" - Prijedor	-	1	-	-	-	-
6.	"Famos" - Hrasnica	5	7	3	6	8	4
7.	H A K - Tuzla	/nema podataka/					
8.	"Krivaja" - Zavidovići	9	7	10	4	10	15
9.	"Incel" - B. Luka	1	2	2	1	2	2
10.	"Jelšingrad" - B. Luka	-	1	-	-	1	1
11.	"M. Cikota" - Prijedor	-	-	-	-	-	-
12.	"Natron" - Maglaj	-	-	1	-	-	1
13.	"Pobjeda" - Goražde	-	-	1	1	-	1
14.	"Pretis" - Vogošća	-	-	2	3	4	6
15.	Rafinerija nafte B. Brod	-	1	-	-	-	-
16.	Rafinerija ulja Modriča	-	1	-	-	-	2
17.	"R. Čajvec" - B. Luka	-	-	-	-	-	-
18.	S P S - Vitez	5	3	-	2	-	-
19.	"Vrbas" - B. Luka	1	-	-	1	-	-
ukupno:		95	83	107	109	98	98

- broj intervencija izvan vlastite organizacije prosječno godišnje - 98
- broj intervencija prosječno godišnje po jednoj vatrogasnoj jedinici - 6

R.Viteškić	KARAKTERISTIKE VATROGASNE PROFESIJE	Tabela 3.
------------	-------------------------------------	-----------

Podaci o vatrogasnim intervencijama u vezi sa elementarnim nepogodama za period 1978.g.-1983.g.

r/b	Radna organizacija	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1.	"Aluminij" - Mostar	-	-	-	2	-	-
2.	"Birač" - Zvornik	15	9	21	22	8	6
3.	"B.Kidrič" - Lukavac	2	1	1	3	1	1
4.	"Bratstvo" - Pucarevo	-	-	-	1	-	-
5.	"Celpak" - Prijedor		/ nema podataka /				
6.	"Famos" - Hrasnica	2	-	9	5	2	5
7.	H A K - Tuzla		/ nema podataka /				
8.	"Krivaja"-zavidovići	1	3	1	1	2	-
9.	"Incel" - B.Luka	-	-	-	1	-	-
10.	"Jelšingrad"-B.Luka	3	2	4	5	2	6
11.	"M.Cikota"-Prijedor		/ nema podataka /				
12.	"Natron" - Maglaj		/ nema podataka /				
13.	"Pobjeda" - Goražde	-	-	-	-	-	1
14.	"Pretis" - Vogošća	-	-	2	3	4	3
15.	Rafinerija nafte B. Brod	-	-	-	-	1	-
16.	Rafinerija ulja Modriča	-	3	-	2	1	1
17.	"R.Čajavec" - B.Luka	1	-	1	1	1	2
18.	S P S - Vitez		/ nema podataka /				
19.	"Vrbas" - B.Luka	3	5	4	8	4	1
ukupno:		27	23	43	54	26	26

-broj intervencija u vezi elementarnih nepogoda prosječno godišnje - 33
 -broj intervencija u vezi elementarnih nepogoda prosječno godišnje po vatrogasnoj jedinici - 2

R.Viteškić	KARAKTERISTIKE VATROGASNE PROFESIJE	Tabela 4.
------------	-------------------------------------	-----------

Podaci o vatrogasnim intervencijama u vezi sa havarijama i zastojima u tehnološkom procesu za period 1978.g. - 1983.g.

r/b	Radna organizacija	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1.	"Aluminij" - Mostar	1	3	5	1	2	4
2.	"Birač" - Zvornik	3	2	3	2	3	3
3.	"B.Kidrič" - Lukavac	5	7	4	6	7	3
4.	"Bratstvo" - Pucarevo		/ nema podataka /				
5.	"Celpak" - Prijedor	-	-	3	-	1	-
6.	"Famos" - Hrasnica	2	5	7	2	1	3
7.	H A K - Tuzla	49	27	8	4	32	43
8.	"Krivaja"- Zavidovići		/ nema podataka /				
9.	"Incel" - B.Luka		/ nema podataka /				
10.	"Jelšingrad"-B.Luka	1	-	3	2	4	3
11.	"M.Cikota" - Prijedor		/ nema podataka /				
12.	"Natron" - Maglaj	18	24	15	30	28	35
13.	"Pobjeda" - Goražde	2	15	15	8	13	9
14.	"Pretis" - Vogošća	-	-	-	-	-	1
15.	Rafinerija nafte B. Brod	2	4	3	2	3	2
16.	Rafinerija ulja Modriča	-	-	-	1	4	2
17.	"R.Čajavec"-B.Luka	3	2	-	-	3	1
18.	S P S - Vitez	3	8	6	4	-	-
19.	"Vrbas" - B.Luka	2	6	3	9	1	-
ukupno:		91	103	75	71	102	109

-broj intervencija u vezi sa zastojima u tehnološkom procesu, prosječno godišnje - 92
 -broj intervencija po jednoj vatrogasnoj jedinici prosječno godišnje - 6

R.Viteškić	KARAKTERISTIKE VATROGASNE PROFESIJE	Tabela 5.
Podaci o broju vatrogasnih intervencija na gašenju požara za period 1978.g. do 1983.g.		
r/b	Radna organizacija	Br.interven. 1978-1983
1.	"Aluminij" - Mostar	91
2.	"Birač" - Zvornik	54
3.	"B.Kidrič" -Lukavac	114
4.	"Bratstvo"-Pucarevo	nema podataka
5.	"Celpak" -Prijeđor	84
6.	"Famos" -Hrasnica	35
7.	H A K - Tuzla	74
8.	"Krivaja"- Zavidovići	437
9.	"Incel" -B.Luka	650
10.	"Jelšingrad" - B.Luka	71
11.	"M.Cikota" -Prijeđor	54
12.	"Natron" - Maglaj	243
13.	"Pobjeda" - Goražde	61
14.	"Pretis" - Vogošća	158
15.	Rafinerija nafte B.Brod	58
16.	Rafinerija ulja Modriča	53
17.	"R.Čajevec"-B.Luka	36
18.	S P S - Vitez	34
19.	"Vrbas " - B.Luka	46
ukupno:		2.396
<p>-prosječan broj godišnjih intervencija na gašenju po žara - 400 -prosječan broj godišnjih intervencija po vatrogasnoj jedinici - 22</p>		

6. OPASNOSTI I ŠTETNOSTI NA RADNOM MJESTU

Kad se govori o činiocima koji šteto djeluju na zdravlje i radnu sposobnost profesionalnih vatrogasaca valja imati na umu upravo specifične karakteristike ove profesije.

Rad uz obilje potencijalnih opasnosti je **imanentna karakteristika** vatrogasne profesije. Profesionalni vatrogasci su, i pored upotrebe zaštitne opreme, izloženi ukupnom spektru svih mogućih izvora opasnosti po zdravlje i život, od kojih su mnogi **unaprijed nepoznati**, pa se i u tom pogledu bitno razlikuju od ostalih radnika, koji su izloženi ograničenom broju unaprijed poznatih izvora opasnosti.

Budući da vatrogasne intervencije predstavljaju tipičan primjer ekipnog rada, pri čemu su vatrogasci, bez obzira na kojim se sistematizovanim poslovima, odnosno radnim zadacima nalazili, izloženi gotovo identičnim nepovoljnim uslovima rada, čini se opravdanim prezentirati zajedničku analizu činilaca koji šteto djeluju na zdravlje i radnu sposobnost.

Kod profesionalnih vatrogasaca prisutne su sljedeće opasnosti i štetnosti:

6.1. MEHANIČKE ŠTETNOSTI I IZVORI OPASNOSTI

a) Predmeti u stanju mirovanja

Profesionalni vatrogasci permanentno su izloženi opasnostima od oštih predmeta koji se nalaze u stanju mirovanja.

Okolnosti pri kojima se ove opasnosti pojavljuju su provlačenje kroz razne prostore prilikom vježbi, gašenja požara i drugih vatrogasnih intervencija. Ove opasnosti se pojavljuju često, a moguće posljedice su tjelesne povrede bez trajnih posljedica.

Mogućnost zaštite je vrlo mala.

b) Rukovanje predmetima i ručnim alatom

Izvori mehaničkih opasnosti prisutni su za vrijeme raščišćavanja ruševina, prenosa povrijeđenih osoba i imovine radi njihovog spašavanja.

Ove opasnosti pojavljuju se rjeđe, tj. samo kod određenih intervencija čiji je broj manji. Posljedice mogu da budu teške tjelesne povrede s djelimičnim ili trajnim gubitkom radne sposobnosti.

c) Pokretni dijelovi

Od samog polaska na intervencije i vježbe vatrogasci su izloženi mogućnostima sudara, odnosno udarcima raznih pokretnih dijelova uređaja kojim rukuju, ili uređaja koje zatiču na mjestu intervencije.

Ove opasnosti se pojavljuju često, a moguće posljedice su manje i teže tjelesne povrede, često s trajnim gubitkom radnih sposobnosti.

d) Slobodan pad predmeta

Preopterećenje, olabavljenje, nedovoljna stabilnost i slično predstavljaju tipičan izvor opasnosti za vatrogasce, a nastaju u toku intervencija zbog urušavanja pojedinih dijelova objekata. Ove opasnosti se pojavljuju rjeđe, tj. kod određenih intervencija a moguće posljedice su manje pa sve do najtežih povreda.

e) Dijelovi i čestice koje odlijeću

Ove opasnosti se pojavljuju usljed eksplozije, vrtloženja kod požara, te kod vatrogasaca koji asistiraju prilikom obavljanja određenih tehnoloških postupaka. Opasnosti se pojavljuju i prilikom vježbi kada se simuliraju požari.

Opasnosti se pojavljuju često (izuzev eksplozija koje su rjeđe). Moguće posljedice su lake tjelesne povrede (oči),

a prilikom eksplozije i teške povrede sa smrtnim posljedicama.

6.2. ELEKTRIČNI IZVORI ŠTETNOSTI I OPASNOSTI

U razornim požarima nije uvijek moguće osigurati beznaponsko stanje električnih instalacija i uređaja, odnosno adekvatno sredstvo za gašenje požara u takvim slučajevima. Zato su vatrogasci češće nego što se to smatra, izloženi ovim izuzetno opasnim izvorima opasnosti.

Ove opasnosti pojavljuju se rjeđe, tj. kod manjeg broja požarnih intervencija, a moguće posljedice su teške tjelesne povrede i smrt.

6.3. FIZIČKI, HEMIJSKI I BIOLOŠKI IZVORI ŠTETNOSTI

Gotovo pri svakoj intervenciji vatrogasci su izloženi negativnom dejstvu ovih štetnosti.

Pri gašenju požara pojavljuju se plinovi, pare i sve moguće hemijske štetnosti, što zavisi od niza faktora, među kojima prioritetno mjesto pripada materiji koja je u procesu gorenja, lokalitetu, brzini intervencije i sredstvima za gašenje.

Skoro je identičan slučaj i kod drugih vatrogasnih intervencija, kao što su: urušavanje, raskopavanje i slično.

Vatrogasci ponekad intervišu na čišćenju fekalnih jama i kanala, pa su tom prilikom izloženi određenim oblicima bioloških štetnosti, što je slučaj i kod određenih intervencija kod poplava.

Vatrogasci su takođe izloženi fizičkim i hemijskim štetnostima prilikom asistencija odnosno prilikom obavljanja preventivnih poslova u radnim pogonima. Međutim, na osnovu analize rezultata periodičnih pregleda u deset radnih organizacija, može se konstatovati da štetnosti, koje se pojavljuju u odnosnim radnim organizacijama, ne prelaze MDK (maksimalno dozvoljene

vrijednosti), mada su ponegdje neznatno iznad. Razumno je pretpostaviti da kumulativno dejstvo ovih štetnosti ima negativan uticaj na zdravlje i radnu sposobnost vatrogasaca, ali se isto tako može tvrditi da ekspozicija radnika ovim štetnostima nije velika.

Požarne intervencije praćene su i pojavom povećane buke, pri čemu se takođe pojavljuje slaba osvijetljenost, bilo da na istu utiču popratne pojave, kao što su dimovi, pare i prašine, bilo da se intervencije izvode noću i kada je potrebno isključiti izvore vještačkog osvijetljenja.

I ova grupa opasnosti se može nazvati tipično »vatrogasnom«, jer se pojavljuje pri svim, pa i najmanjim požarima odnosno drugim intervencijama i ostalim preventivnim poslovima.

Moguće posljedice ovih opasnosti su od minimalnih do maksimalnih stepeni indoksikacije s ireparabilnim, pa i smrtnim, posljedicama.

6.4. OPASNOSTI OD POŽARA I EKSPLOZIJE

Ovo je takođe karakteristična vatrogasna opasnost, jer kada svi ostali radnici bježe napuštajući opasnu zonu, vatrogasci kreću na posao. Ona se u većoj ili manjoj mjeri pojavljuje kod svih požara i u određenom broju vježbi.

Moguće posljedice su opekotine od manjeg do najvećeg stepena, kao i moguće povrede od eksplozija.

6.5. MAKROKLIMA I MIKROKLIMA KAO IZVORI ŠTETNOSTI

Vatrogasne intervencije u najvećem broju slučajeva odvijaju se na otvorenom prostoru pri svim mogućim opštim klimatskim uslovima, pri čemu se kao posebno teški uslovi rada ističu sljedeći: gašenje šumskih požara u ljetnom razdoblju, intervencije u vezi sa poplavama (niske temperature, mokri na, snijeg i kiša), polijevanje ogromnim količinama hladne vode pri požarima,

nagle promjene temperature i slično.

Štetnosti po zdravlje kod gašenja požara u zatvorenim prostorima potiču od promjena temperature, visoke temperature i to uz nisku relativnu vlažnost (i ispod 30%).

Vatrogasci su naročito izloženi velikim promajama, posebno prilikom raščičavanja ruševina.

Profesionalni vatrogasci koji asistiraju prilikom određenih tehnoloških postupaka i opasnih radnji izloženi su nepovoljnim mikroklimatskim uslovima rada koje karakterišu odnosne radne organizacije. Identičan je slučaj i sa vatrogascima koji dežuraju u radnim pogonima.

Moglo bi se slobodno zaključiti da su makroklima i mikroklima česti izvori opasnosti po zdravlje vatrogasaca, jer se u pravilu, pri svim vatrogasnim intervencijama, pojavljuju vrlo nepovoljne makro i mikroklimatske karakteristike, a ne rijetko iste su uzrok vatrogasne intervencije (visoke temperature i pojava požara, prenošenje požara vjetrom i sl.).

Moguće posljedice od ovih izvora štetnosti pojavljuju se u obliku prehlada, upala, reumatičnih oboljenja s većim ili manjim posljedicama u lokomotornom aparatu.

6.6. OPASNOSTI PRI KRETANJU

Pri svim oblicima vatrogasnih aktivnosti (vježbe, požari, poplave, spašavanje osoba iz ugroženih prostora, potresi i sl.), ove opasnosti su stalno prisutne, bilo da se radi o kretanju na istom nivou ili na povišenim mjestima.

Uzrok pojavi ovih opasnosti sadržan je u samoj činjenici da se vatrogasci kreću (a to je nužnost profesije) tamo gdje nije uobičajeno kretanje (krovovi, razne platforme, kosine, nagibi, građevinske i druge konstrukcije i sl.). Klizav pod (poslije kvašenja od sredstava za gašenje), neravne površine i nepre-

glednost (od dima i prašine), zatim kretanje preko srušenih ili izgorjelih materijala, uzrokuju vrlo često pojavu ovih opasnosti.

Opasnosti pri kretanju su naročito izražene prilikom intervencija u vezi sa havarijama i zastojećima u tehnološkom procesu, kada je potrebno u što kraćem roku otkloniti ove nedostatke, kada u stvari vlada mobilno stanje.

Moglo bi se slobodno tvrditi da su opasnosti pri kretanju tipično »vatrogasne« opasnosti koje se pojavljuju često.

Moguće posljedice od ovih opasnosti su od manjih, pa do najtežih i smrtnih povreda. Uspješnu zaštitu od ovih opasnosti nemoguće je provesti, pošto se vatrogasci u bukvalnom smislu kreću svuda, a zbog promjena lokacija i ograničenog vremena prilagođavanja novim uslovima rada, nisu u mogućnosti preduzeti eventualne mjere zaštite na radu.

7. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE I ORGANIZACIONE MJERE ZAŠTITE

U današnjim uslovima, primjenom savremenih tehničko-tehnoloških i organizacionih mjera, moguće je na mnogim radnim mjestima eliminisati ili ublažiti nepovoljne karakteristike rada, koje se negativno odražavaju na radnu i životnu sposobnost radnika. I u ovom pogledu profesionalni vatrogasci predstavljaju iznimku. Naime nepovoljni uslovi rada i opasnosti i štetnosti koje se pojavljuju pri intervencijama i vježbama predstavljaju »**tehnološku nužnost**«.

Dakle, uslovi i okolnosti rada profesionalnih vatrogasaca predstavljaju **trajnu profesionalnu karakteristiku** koja se ne može izbjeći primjenom tehničkih ili drugih mjera. Nikakvom mehanizacijom, odnosno automatizacijom nije moguće zamijeniti čovjeka.

Nemoguće je eliminisati razne izvore opasnosti po zdravlje i život, jer su mnogi od njih **unaprijed nepoznati**.

Kada bi i bilo moguće da se u potpunosti primijene uobičajeni kriteriji zaštite na radu koji vrijede za sve ostale radnike, onda bi praktično došlo u pitanje i smisao postojanja vatrogasnih jedinica. Naime, tada vatrogasci ne bi ulazili u kritične i opasne zone koje napuštaju svi ostali radnici.

Iz ovoga, naravno, ne treba zaključivati da su vatrogasci unaprijed »otpisani«, odnosno žrtvovani, jer i oni imaju svoja pravila sigurnosti i granice u kojima mogu preuzeti rizike. Međutim, granice rizika su šire nego za ostale radnike, a sigurnost se prvenstveno zasniva na subjektivnom faktoru (psihološkim i psihofizičkim osobinama, uvježbanosti i disciplini), što je, naravno, manje pouzdano od tehničko-teh-

noloških mjera zaštite na radu, kojima su zaštićeni ostali radnici.

S druge strane, kadrovski problemi prisutni su u skoro svim vatrogasnim jedinicama koje su bile predmet našeg istraživanja. Problem su stariji radnici, koji svojim dugogodišnjim iskustvom ne mogu nadomjestiti potrebnu brzinu, snagu i izdržljivost za efikasno izvršavanje ove profesije. Ovdje je interesantno napomenuti da je vatrogastvo jedina profesija u kojoj je zakonskim propisima utvrđena gornja dobna granica zapošljavanja (za razliku od drugih zanimanja kod kojih je utvrđena donja dobna granica zapošljavanja), što na svoj način ukazuje na značaj tjelesnih i psihofizičkih sposobnosti za uspješno obavljanje poslova na radnim mjestima vatrogasaca.

Rešad Viteškić, dipl. inž.

RO Institut zaštite na radu
— Sarajevo

O problematici zaštite od požara u komunalnim radnim organizacijama do sada se u literaturi veoma malo raspravljalo, tako da je ova djelatnost, mada požarno opasna, ostala nedovoljno proučena. U ovom radu učinjen je pokušaj da se ukaže na probleme i opasnosti koje treba sagledati i procijeniti, te na osnovu takvog pristupa priči izradi potrebnog plana zaštite od požara. Razmatrane opasnosti od požara odnose se samo na dio komunalnih djelatnosti u kojima su prisutne, iz razloga što je komunalna privreda vrlo heterogena. Iz toga proizilazi i raznovrsnost požarnog opterećenja, pa kompletno sagledavanje ove problematike zahtijeva i više prostora. Stoga se autor ograničio samo na probleme vezane za radne organizacije koje se bave prikupljanjem, odvozom i deponovanjem čvrstih otpadaka, organizacije koje vrše opravku i izgradnju gradskih i prigradskih puteva i one kolektive koji obavljaju remont i opravku vozila i mašina ove djelatnosti.

A CONTRIBUTION TO THE EVALUATION OF FIRE RISKS IN PUBLIC UTILITIES FIRMS

The problem of fire protection in public utilities firms has been scarcely mentioned in the literature, so that this activity, although considerably fire-prone, has remained in completely studied. In this paper an attempt has been made to point out problems and hazards that need be investigated and evaluated. This makes a precondition for the making of the necessary fire protection plan. Discussed fire hazards refer only to a fraction of public utilities activities, owing to the heterogeneity of the business of public utilities firms. Fire load of this particular activity is very diverse, necessitating more journal space for a more complete recognition of this field. The author has therefore limited his attention only to firms dealing with the collection, transportation and storage of solid wastes, to firms servicing and repairing vehicles and machinery needed for this activity.

UDK 614.84:628.4

Primljeno: 1984-03-15

Stručni rad

HILMO BARUČIJA, dipl. inž. teh.

PRILOG PROCJENI POŽARNE UGROŽENOSTI U KOMUNALNIM RADNIM ORGANIZACIJAMA

1. UVOD

Naša socijalistička samoupravna zajednica, zaštiti od požara posvećuje izuzetnu pažnju i borbi protiv požara pristupa organizovano, polazeći od toga da je protivpožarna zaštita neodvojivi dio društvene samozaštite i bitan faktor društvenog i ekonomskog razvoja. Ma-

da razvoj protivpožarne zaštite, u cjelini, ne prati ukupni razvoj privrede i društva, ipak se može konstatovati da se, naročito zadnjih godina, stanje znatno unaprijedilo. To se ogleda i u nizu donesenih zakonskih akata i propisa, koji detaljno regulišu pitanje ove važne društvene djelatnosti u pojedinim

oblastima života, a naročito u industriji i drugim djelatnostima, gdje je protivpožarna zaštita shvaćena kao preventivna potreba.

Razvojem industrije i privrede uopšte povećan je i stepen požarne ugroženosti, ne samo po obimu, već i po složenosti sprečavanja pojave i gašenja požara.

Opasnost od požara prisutna je, ma koliko se dobro organizovali i tehnički zaštitili, na svakom radnom mjestu i u svakoj pori ljudske djelatnosti. Samo poznavanje ove opasnosti i preduzimanje svih mjera za onemogućavanje nastajanja nekontrolisane vatre, mogu da doprinesu potpunoj zaštiti od požara. Prema tome, ni jedna grana privredne ili društvene djelatnosti, ne može se, niti smije zaobići u organizovanoj preventivnoj borbi protiv požara.

U naseljima, a posebno u urbanim cjelinama, sve je više zapaljivih i lako zapaljivih materija, koncentrisanih na veoma maloj površini, koje tu sredinu čine požarno ugroženom. Pošto se savremeni život jedne urbane sredine ne može zamisliti bez dobro organizovanih komunalnih službi, odnosno radnih organizacija za komunalnu higijenu, gradski prevoz putnika, snabdijevanje vodom, odvođenje otpadnih voda i slično, ove organizacije udruženog rada obično su locirane u svim naseljima, što požarnu ugroženost još više osložava.

Komunalne organizacije, možda zbog prirode svoje djelatnosti, još su nedovoljno proučene i sagledane sa aspekta zaštite od požara. Zato ćemo u ovom radu detaljno obraditi problematiku požarne ugroženosti u tim radnim kolektivima koji se bave prikupljanjem, evakuacijom i odlaganjem čvrstih otpadaka i obavljaju poslove izgradnje i opravke gradskih i prigradskih saobraćajnica. To iz razloga što se, često, ovi procesi rada odvijaju u sklopu jedne radne organizacije i njihove djelatnosti se praktično nadopunjuju, te ih je gotovo nemoguće posmatrati odvojeno.

Za pravilnu procjenu ugroženosti od požara u komunalnim organizacijama, neophodno je pristupiti sagledavanju svih relevantnih faktora opasnosti od požara, i na osnovu toga izraditi i usvojiti plan zaštite od požara. Ovim, prije svega treba obuhvatiti zapaljive materije, požarno opterećenje, opasnost od širenja požara, uništenje, koncentraciju vrijednosti i opasnosti po ljude i imovinu, reakcijsko vrijeme i druge faktore, koji su bitni za izradu plana zaštite od požara i preduzimanje neophodnih mjera, a posebno ugroženost bliže okoline (naselja i organizacija udruženog rada) u slučaju pojave požara u ovim organizacijama.

2. ZAPALJIVOST MATERIJALA SA KOJIMA RASPOLAŽU KOMUNALNE ORGANIZACIJE

Zapaljive materije i sirovine koje koriste organizacije čija je djelatnost vezana za prikupljanje (čišćenje), evakuaciju i dispoziciju čvrstih otpadaka, vrlo su heterogene sa gledišta protivpožarne zaštite, pa ih je potrebno konkretno utvrditi i detaljno sagledati.

Objekti (građevinski), kojima upravljaju ovi kolektivi, takođe su različiti, a najčešće su to barake od drveta sa krovom od zapaljivog materijala. Prema tome, oni su požarno opasni i kao takve ih treba i posmatrati. Komunalna radna organizacija »Rad« — Sarajevo, na primjer, do nedavno je raspolagala sa zgradama od drveta, pokrivenim katranizovanim ljepenkom ili salonitom. To stanje nešto se izmijenilo u korist vatrootpornog materijala izgradnjom novih objekata (remontna hala i dr.) lociranim u veoma gusto naseljenim dijelovima Sarajeva.

Pored njih, u okviru ovih organizacija nalaze se i drugi požarno opasni objekti i materijali. Jedan od njih je, bez sumnje, deponija čvrstih otpadaka. Ovdje su prisutne takve materije koje su, ne samo sklone požaru, već i samopaljenje. Tako, su deponije stalno zapaljene,

bar djelimično, i predstavljaju stalnu opasnost za proširenje požara na bližu okolinu. Upravo zbog tih karakteristika one moraju biti tretirane kao objekti koji su požarno opasni, kako za samu organizaciju, tako i za bližu i širu okolinu. Ilustracije radi, sarajevska deponija čvrstih otpadaka gorj već dvadeset godina.

Uz to, obavezno se mora razmotriti pitanje snabdijevanja vozila gorivom. Naime, komunalne organizacije raspolazu i brojnim motornim vozilima koja se, obično, snabdijevaju gorivom unutar kruga radnog kolektiva. U to svrhu izgrađena je pumpna stanica, koja se mora posmatrati kao objekat požarno veoma opterećen. Za ove potrebe sarajevska organizacija (»Rad«) uskladištava više od 50 tona motornog goriva (D₁ i D₂) i isto toliko mazuta, cca 10—15 tona raznih maziva i sl.

Da bi normalno mogle da funkcionišu, ove organizacije posjeduju i određen broj skladišta za uskladištenje ulja, maziva, razne prostorije za obavljanje manjih opravki vozila (zamjena autoguma, opravka i punjenje akumulatora, mehaničarske prostorije i dr.), koje su locirane, po pravilu, u krugu auto-parka, odnosno auto-baze. Tako nagomilani objekti i prostorije za različite aktivnosti, u određenom trenutku, mogu da predstavljaju veliku opasnost od izbijanja vatrene stihije. Stoga je nužno da se sagledaju svi relevantni činioci bitni za odbranu od požara.

U sklopu naprijed pomenutih često posluju i organizacije koje se, kao komunalne, bave opravkom i izgradnjom gradskih i prigradskih saobraćajnica, tako da se, pri razmatranju opasnosti od požara jedne, istovremeno mora posmatrati i druga. To iz razloga što se dotiču i dopunjuju, kako objektima, tako i po poslovima i radnim zadacima. Zbog toga, odbrana od požara mora biti zajednička briga i jedne i druge organizacije.

Organizacije za opravku i izgradnju putne mreže u gradovima imaju, pored ostalog, još i takozvane baze za proizvodnju asfalta. Ti objekti, za svoju proizvodnju, koriste ogromne količine gasovitih, tečnih ili čvrstih goriva. Na taj način su i posebno ugroženi od požara i zahtijevaju poseban tretman u sklopu preduzimanja preventivnih mjera. Štaviše ove baze često su locirane unutar kruga organizacije ili u naselju.

Veći gradovi, odnosno komunalne organizacije, za svoje potrebe grade i organizuju kompletne radionice za opravku motornih vozila i građevinskih mašina. U sklopu ovih radionica nalaze se i lakirnice za farbanje i zaštitu vozila od korozije, čime se požarna ugroženost u ovim organizacijama znatno povećava.

Na osnovu izloženog može se zaključiti o kakvim požarno opasnim materijama je riječ. Uglavnom, tu su zastupljene sve vrste zapaljivih materija, kao što su zapaljive, lako zapaljive i teško zapaljive. Uz to treba napomenuti da organizacije za opravku i izgradnju gradskih i prigradskih saobraćajnica, za svoje potrebe, nabavljaju i eksplozive koje ne rijetko i uskladištavaju u manje magacine u kamenolomima i slično.

Dakle, u navedenim organizacijama susrećemo sljedeće požarno opasne materije:

- drvo i drveni proizvodi,
- katranirani papir — lepenka
- tečna goriva — dizel i dr.
- gasovi (acetilen, kiseonik, propan — butan, prirodni gas i dr.),
- čvrsta fosilna goriva — ugalj,
- papir raznih vrsta (kartonski i dr.),
- eksplozivne materije — eksplozivi za rudarstvo i dr.

Analiza navedenih zapaljivih materija jasno ukazuje da su komunalne radne organizacije požarno vrlo ugrožene i da moraju preduzimati kompleksne mjere za zaštitu od požara. Tom problemu do sada se, najčešće, pristupalo šab-

lonski ili je potpuno bio zanemaren, što je imalo i neželjene posljedice za ove organizacije.

3. POŽARNO OPTEREĆENJE

Polaznu osnovu za izračunavanje požarnog opterećenja predstavljaju svi gorivi materijali koji su sastavni dio zgrada, instalacija i opreme i materijali za koje je zgrada namjenski izgrađena. Numerična vrijednost specifičnog požarnog opterećenja računa se po formuli:

$$P_i = \frac{\sum p_i \cdot V_i \cdot H_i}{S}$$

gdje je:

P_i — specifično požarno opterećenje, u MJ/m^2 ,

p_i — prividna gustina materijala, u kg/m^3 ,

V_i — volumen materijala, u m^3 ,

S — površina osnove, u m^2 ,

H_i — toplotna moć, u MJ/kg ,

i — indeks elementarne jedinice.

Specifično požarno opterećenje se može svrstati u tri grupe:

— nisko požarno opterećenje — do 1256 MJ/m^2 ,

— srednje požarno opterećenje — od 1257 do 3350 MJ/m^2 ,

— visoko požarno opterećenje — preko 3350 MJ/m^2 .

U slučaju komunalnih organizacija, požarno opterećenje nije teško izračunati, jer se radi o smještaju manje-više poznatih vrsta zapaljivih materija, a tačno se mogu odrediti i njihove količine (slika 1). Na osnovu toga došlo se do podataka da je već pomenuta komunalna organizacija nisko požarno opterećenje (ispod 1256 MJ/m^2). Razlog za ovako nisko požarno opterećenje nije u nedostatku toplotne moći zapaljivih materija, već u velikoj površini na kojoj su te materije smještene. Stoga bi površna procjena požarne opterećenosti u ovim organizacijama mogla dovesti do neželjenih posljedica.

4. OPASNOST OD ŠIRENJA POŽARA

Opasnost od širenja i prenošenja požara određuje više činitelja, a moguće ju je odrediti poznavanjem podjele prostorija, odnosno požarnih sektora i otpornosti materijala na požar, brojem komunikacionih puteva i dr.



Slika 1. Velika koncentracija zapaljivih materijala na jednom mjestu — karakterističan primjer u svim urbanim cjelinama

Pri razmatranju ove opasnosti nije dovoljno sagledati opasnost od širenja i prenošenja požara unutar sopstvenih objekata, već i šire. Zavisno od lokaliteta na kome je organizacija locirana, treba posmatrati i opasnost za bližu okolinu, odnosno objekte. U tom cilju analiziramo prenošenje požara na susjedne objekte i u tom smislu preduzimamo potrebne preventivne mjere (pregradne zidove i drugu zaštitu) za odbranu tih objekata od požara.

5. STVARANJE DIMA I GASOVA

Iz karakteristika i količina zapaljivog materijala nije teško predpostaviti koliko će se stvoriti dima u slučaju požara, kao i koji će zaglušujući (otrovni) i korozivni gasovi nastati u procesu sagorijevanja. Na primjer, pri pojavi požara na deponijama čvrstih otpadaka nastaju različiti produkti sagorijevanja, uz pojavu gustog, crnog dima i vrlo neugodnih mirisa. Dim sa ovih objekata širi se po cijelom raspoloživom prostoru i, pored otrovnosti, potpuno onemogućava vidljivost i kretanje. Dalje, sagorijevanje otpadnih boja i lakova na deponijama omogućava pojavu velikih količina otrovnih gasova.

Pri paljenju gume (autogume, transportne trake i dr.) nastaje vrlo gust i otrovan dim. Isto se dešava u slučaju paljenja ulja i maziva, kao i zapaljivih tečnosti, odnosno tečnih goriva, a naročito bitumena i sličnih masa. Pored toga, poznato je da svako sagorijevanje prati nastajanje ugljenmonoksida i ugljendioksida, čađi i drugih produkata. Pri procjeni požarne ugroženosti, ovo treba imati u vidu, jer dim i drugi produkti požara otežavaju proces gašenja i predstavljaju opasnost od trovanja. Naročito je važno poznavanje najčešćeg pravca duvanja vjetrova koji bi dim, u slučaju požara, usmjeravali u tom pravcu.

6. OSJETLJIVOST MATERIJALA NA UNIŠTENJE

Poznajuci osjetljivost materijala, oruđa i uređaja (mašina), može se doći do djelimičnog ili potpunog saznanja o uništenju. Pri tome nije dovoljno da se razmatra sagorijevanje materijalnih dobara, već se mora kalkulisati i sa opasnošću od rušenja i drugih oblika oštećenja objekata i materijala. Radi toga, u slučaju procjene požarne opasnosti, detaljno se razmatra i osjetljivost svih materijala, opreme, mašina i objekata. Tek na osnovu toga donosimo konačne zaključke i predlažemo potrebne mjere. Pri tome se ne smije omalovažavati, niti potcjenjivati ni jedna opasnost, kako se ne bi izabrale pogrešne ili nepotpune mjere protivpožarne zaštite. Treba znati da nema toga oruđa, uređaja i objekta za rad koji u požaru ne može barem djelimično biti oštećen.

7. KONCENTRACIJA VRIJEDNOSTI

Vrijednost dobara, mašina i opreme, objekata i kulturnih dobara može da bude vrlo velika. Kulturna dobra su neprocjenjiva, pa je i briga o opasnosti od požara u tom smislu najveća. Komunalne organizacije posjeduju ogromnu opremu i veliki broj mašina i inventara; na dosta ograničenom prostoru, dakle, koncentrisana je velika materijalna vrijednost, što se mora imati u vidu u slučaju procjene opasnosti od požara. Radi ilustracije navodimo primjer auto-baze, u kojoj se nalaze parkirana specijalna vozila i druge mašine, zatim asfaltne baze, radio-ne i druge objekte, koji se cijene na desetine miliona dinara. Ta vrijednost je još više značajna, ukoliko je oprema uvezena iz inostranstva, što nije rijedak slučaj i u ovim organizacijama udruženog rada.

8. OPASNOST PO RADNE LJUDE I GRAĐANE

Opasnost za ljude je različita. Potiče od dima i gasova, a neposredno od nastale toplote požara. Pri ovome je koncentracija ljudstva, unutar organizacije ili neposredno u njenoj blizini, mjerodavan faktor. Ova opasnost tim je veća kada se zna da se velika većina posmatranih radnih organizacija nalazi u gusto naseljenim četvrtima gradova. Zbog toga i mjere zaštite od požara moraju obuhvatiti i zaštitu okolnih objekata i naselja.

Sve navedene faktore — njih sedam — možemo svrstati u tri grupe:

I grupa određuje karakteristike požara,

II grupa definiše očekivanu materijalnu štetu, i

III grupa određuje opasnost po radne ljude i građane.

Prema tome, ove grupe predstavljaju osnovu ugroženosti od požara. Ovdje se ne misli na izvore i uzročnike požara, jer to mora biti predmet posebnog razmatranja. Ali, ako se uzme u obzir da nastajanje požara zavisi od izvora paljenja, onda je jasno da od toga zavise i štete koje mogu nastati.

9. VRIJEME INTERVENCIJE

Nastajanje, razvoj i širenje požara i njegovo gašenje obuhvata tri vremenska perioda:

— vrijeme do otkrivanja požara,

— vrijeme do dolaska vatrogasaca i aktiviranja uređaja, i

— vrijeme potrebno za lokalizaciju i gašenje požara.

Pošto komunalne organizacije obično ne raspolažu sa signalnim alarmnim uređajima, ljudska pomoć, odnosno vrijeme intervencije vatrogasaca je veoma kritično. Vrijeme dolaska vatrogasaca uslovljeno je nizom činilaca, a jedan od bitnih svakako je udaljenost objekta i saobraćajnih prilika.

Ukoliko postoji zaštitni sistem, onda je neophodno određivanje vremena reakcije, tj. onog vremena koje je potrebno za aktiviranje automatskog zaštitnog sistema, alarmnog ili sistema za gašenje požara.

10. IZVORI OPASNOSTI OD POŽARA

I u ovim, kao i u drugim organizacijama, najčešći uzročnik požara je čovjek, koji iz nemarnosti ili neopreznosti može da izazove paljenje nekog zapaljivog materijala koji se upotrebljava u procesu rada ili se prikuplja kao otpad sa javnih, prometnih i drugih površina. Požari mogu nastati kao posljedica nepoznavanja požarnih opasnosti na radnom mjestu, što je nužno da se svi zaposleni blagovremeno upoznaju sa svim opasnostima od požara i mjerama zaštite. Podjela uzroka nastajanja požara može se izvršiti tako da se jasno predvide svi eventualni slučajevi i da se na osnovu toga mogu preduzeti neophodne preventivne mjere.

Sve izvore požara možemo svrstati u sedam slučajeva, i to:

— otvoreni plamen i užareni predmeti,

— djelovanje manjih količina toplote u toku dužeg vremenskog perioda,

— trenje na pojedinim dijelovima korištenih mašina, udari i nenormalno povećanje pritiska,

— eksplozije zapaljivih gasova, para i eksplozivnih smjesa, drvne i drugih prašina sa vazduhom, eksplozivnih predmeta i eksploziva,

— samopaljenje materijala,

— električna struja i statički elektricitet,

— prirodne pojave (atmosfersko pražnjenje — grom, zemljotresi, solarna toplota i dr.

Navedeni izvori pojave požara mogu biti uzročnici požara u posmatranim organizacijama udruženog rada. Stoga je važno da se svaki ponaosob sagleda

i procijeni njegovo prisustvo u objektima i na radnim mjestima ovih kolektiva, što se i čini u tekstu koji slijedi.

a) Otvoreni plamen i užareni predmeti

Otvoreni plamen u komunalnim radnim organizacijama ne samo da se ne može potpuno odstraniti iz prostorija i objekata, već se mora i često koristiti. To je slučaj sa plamenom aparata za autogeno zavarivanje, npr. u remontnim radionicama, asfaltnim bazama i drugim radnim i pomoćnim prostorijama. Drugi izvor stalno prisutne otvorene vatre su asfaltna baza, tj. uređaji koji su smješteni na otvorenom prostoru ili u objektima raznih vrsta. Osim ovih izvora paljenja, ne smije se zanemariti ni šibica, cigareta, iskre iz motora na tekuće gorivo i, na kraju, »termogeni« odnosno specijalni uređaji za zagrijavanje radnih i pomoćnih prostorija. Ovi termogeni najčešće se koriste za zagrijavanje prostorija za remont i opravku vozila.

b) Djelovanje manjih količina toplote u toku dužeg perioda

Djelovanje manjih količina toplote, kao izvora paljenja, naročito dolazi do izražaja na deponijama čvrstih otpadaka gdje su prisutni lako zapaljivi materijali (masna krpa, filmske folije, boje i lakovi) koji se sami zapale usljed djelovanja sunčeve toplote. Drugo, u stolarskim radionama za obradu drveta drvna prašina i piljevina talože se na grejnim tijelima koja se zagrijevaju u periodu niskih temperatura. U svim ovim slučajevima, u praksi je bilo više požara izazvanih pomenutom vrstom izvora paljenja.

c) Trenje na pojedinim dijelovima mašina, udari i nenormalno povećanje pritiska

Pojava požara izazvana ovim izvorima paljenja moguća je kod upotrebe

acetilena i rudarskih eksploziva koji se koriste u komunalnim organizacijama. Naročito je ova opasnost izražena pri korištenju acetilena za autogeno zavarivanje, pošto ove poslove obavlja više radnika, često ni malo ili nedovoljno obučeni za tu vrstu rada.

d) Eksplozije zapaljivih gasova, para i eksplozivnih smjesa, drvne i drugih prašina sa vazduhom, eksplozivnih predmeta i eksploziva

Kako je već naprijed navedeno, u komunalnim organizacijama postoje velike količine tečnih, gasovitih i eksplozivnih materija. Stoga postoji stalna opasnost od eksplozije zapaljivih smjesa para i gasova i eksploziva koji se koriste u okviru redovne djelatnosti ovih kolektiva. Kao primjer može se uzeti veliki broj »luksuznih« automobila u kojima se, u krugu radne organizacije, nalazi više stotina kilograma visokooktanskog benzina. Koliko je ovo gorivo lako upaljivo, pokazuje i slučaj sa jednim od tih vozila koje je pokvareno nakon vožnje. Vozač automobila utvrdio je kvar nastao usljed začepjenja cijevi za dovod goriva do motora. Prilikom intervencije, iz dotične instalacije proliveno je gorivo po ugrijanom motoru i izazvalo požar. Drugi primjer opasnosti svakako je eksplozija metana (1977. godine) na deponiji Buća Potok u Sarajevu.

e) Samopaljenje materijala

U praksi ovih, komunalnih organizacija udruženog rada, naročito na deponijama, nisu rijetke pojave samopaljenja i pojave požara usljed toga. Ova opasnost izražena je u remontnim radionicama, auto-parkovima i deponijama čvrstih otpadaka. U remontnim radionicama dnevno se odbaci velika količina masnih i gorivom natopljenih krpa, uglavnom »pucvola« koji je lako zapaljiv. Ako se takav materijal izloži djelovanju prirodnog ili vještačkog iz-

vora toplote, doći će do paljenja i pojave požara.

f) Električna struja i statički elektricitet

Opasnosti od električnih instalacija, kao izazivača požara, prisutne su u remontnim halama, posebno u lakirnicama i drugim skladišnim prostorijama, dok opasnost od statičkog elektriciteta može da ugrozi pumpe za snabdijevanje gorivom motornih vozila. Sljedeća mogućnost da statički elektricitet uzrokuje pojavu požara može biti pretakanje mazuta u rezervoare asfaltnih baza. Zbog toga na ovim objektima treba predvidjeti i preduzeti propisane mjere zaštite od požara.

g) Prirodne pojave (grom, zemljotresi, poplave, solarna toplota i dr.)

I u komunalnoj, kao uostalom i u drugim granama privrede, požari mogu da budu izazvani i prirodnim pojavama: udarom groma, zemljotresom, sunčevom energijom, poplavom i drugim vremenskim nepogodama. Iz tih razloga se ovoj opasnosti, prilikom procjene požarne ugroženosti, a kasnije i pri izradi plana zaštite od požara, mora posvetiti adekvatna pažnja.

11. PROTIVPOŽARNE PREVENTIVNE MJERE

Nakon sagledavanja svih relevantnih faktora u cilju procjene požarne ugroženosti, treba predvidjeti i odgovarajuće preventivne mjere zaštite. One ne smiju biti jednostrane, već sveobuhvatne i kompleksne, tako da omogućuće potpuno preventivno delovanje u svim objektima i na svakom radnom mjestu.

Potrebne mjere zaštite od požara, u ovom slučaju, obuhvataju:

- izbor sredstava za gašenje,
- proračun broja ručnih prenosnih aparata,

- određivanje mjesta i načina postavljanja aparata,
- procjena potrebnih količina vode za gašenje,
- izbor izvora snabdijevanja vodom,
- akumuliranje vode,
- izgradnja hidrantske mreže (lokacija i broj),
- izbor sistema zaštite i dr.

a) Izbor sredstava za gašenje

Za izbor sredstava za gašenje mjerodavna je materija koja gori, odnosno koje je sredstvo najefikasnije i najpogodnije da ugasi nastali požar i onemogućuje njegovo dalje širenje. Kada znamo koja je to materija, i ako nije pomiješano više vrsta zapaljivih materija, onda nema dileme za izbor sredstava za gašenje. Ali, praksa ukazuje da požar zahvati više vrsta zapaljivih materija, a to znači i različitih požarnih osobina. Prema tome, u požaru mogu istovremeno biti materije koje imaju različite brzine sagorijevanja, odnosno brzine širenja požara.

U praksi se razlikuje pet požarnih klasa (A, B, C, D i E), na osnovu kojih se odabiraju konkretna sredstva za gašenje požara, kao što su: voda, hemijska pjena, specijalni prah, ugljendioksid i dr.

Za potrebe gašenja požara u komunalnim organizacijama udruženog rada treba predvidjeti više vrsta sredstava za gašenje: prah, ugljendioksid, vodu, zemlju, odnosno inertni materijal za gašenje požara na deponijama.

b) Proračun broja ručnih prenosnih aparata

Za gašenje početnih požara u objektima, radionicama, skladištima i drugim mjestima, orijentacioni broj aparata određuje se na osnovu važećih propisa i usvojenih standarda. Ovi aparati obično su S-6 ili S-9 ili približne količine punjenja. Ako treba da se koriste

TABELA 1. Tehnički podaci

Aparat	Vrijeme djelovanja za jednu mlaznicu	Vrijeme djelovanja za dvije mlaznice	Dometa mlaza	Punjenje CO ₂	Punjenje praha	Bruto težina cca	Širina	Dubina	Duzina	Visina	Temper. područja djelovanja
S 0,5	5 s	—	3—4 m	10 g	0,5 kg	1,6 kg	60 mm	60 mm	60 mm	252 mm	od -20° C do +60° C
S 1	8 s	—	3—4 m	20 g	1 kg	3,2 kg	85 mm	98 mm	—	360 mm	od -20° C do +60° C
S 2	8 s	—	3—4 m	40 g	2 kg	5,3 kg	105 mm	127 mm	—	470 mm	od -20° C do +60° C
S 3	12 s	—	3—4 m	50 g	3 kg	7 kg	125 mm	150 mm	—	475 mm	od -20° C do +60° C
S 6	15 s	—	3—4 m	130 g	6 kg	11,3 kg	240 mm	180 mm	—	600 mm	od -20° C do +60° C
S 9	22 s	—	3—4 m	200 g	9 kg	15,7 kg	240 mm	180 mm	—	750 mm	od -20° C do +60° C
S 12	28 s	—	3—4 m	250 g	12 kg	19 kg	250 mm	190 mm	—	850 mm	od -20° C do +60° C
S 50	22 s	—	10—12 m	2 kg	50 kg	120 kg	555 mm	720 mm	—	1140 mm	od -20° C do +40° C
S 100	44 s	22 s	10—12 m	3 kg	100 kg	190 kg	590 mm	820 mm	—	1400 mm	od -20° C do +40° C
S 250	60 s	30 s	10—12 m	6,5 kg	250 kg	670 kg	1500 mm	—	2500 mm	980 mm	od -20° C do +40° C

aparati manjeg punjenja, onda se, umjesto predviđenog broja, mora uzeti dvostruko više. Za gašenje požara na električnim instalacijama i uređajima treba predvidjeti i upotrebu aparata sa ugljendioksidom.

Proračun broja prevoznih aparata zahtijeva poseban pristup. Načelno se može uzeti da veća količina zapaljive materije, otežano gašenje i veća površina (npr. 1000 m² pod klasom C), zahtijeva, pored ručnih, i prevozni aparat od 100 kg punjenja (tabela 1).

c) Određivanje mjesta i načina postavljanja aparata

Prema važećim propisima, aparati se moraju postavljati na vidno i dostupno mjesto koje nije ugroženo od požara. Ukoliko se u prostoriji nalaze lako zapaljive materije, onda aparate treba postaviti izvan prostorija, na hodniku, pored vrata i sl.

Aparati postavljeni vani moraju se zaštititi od prašine i prljavštine, smještanjem u prikladne sanduke i sl.

Visina na koju se aparati postavljaju ne smije biti veća od 1,5 metar, mjereno od nivoa kretanja ljudi.

Svi postavljeni ručni i prevozni aparati moraju se obezbijediti i od neodgovornog premještanja i sklanjanja na »bezbjednije« mjesto.

d) Procjena potrebnih količina vode za gašenje

Voda je, u procesu gašenja, osnovno i najvažnije sredstvo za gašenje požara. Zbog toga je moramo imati pripremljenu na svakom mjestu. Pored toga, sa određenim dodacima — ekstraktima, voda služi i za dobijanje više vrsta vazdušne pjene, a dodatkom nekih supstanci povećava se sposobnost gašenja vodom.

Količine potrebne vode određuju se pri planiranju ukupne potrošnje vode. Najsigurnija osnova za procjenu i pla-

niranje potrebnih količina vode za gašenje požara je broj radnika i drugih lica, koja se snabdijevaju vodom iz dotičnog izvora. Osim toga uzimaju se i specifičnosti za pojedine objekte i prostore.

e) Izbor izvora snabdijevanja vodom

Ako ne postoji mogućnost snabdijevanja iz vodovodne mreže ili ako ona ne odgovara traženom kapacitetu, osiguravaju se posebni izvori vode, kao što su: rezervoar, bazen ili cisterna, bunar, rijeka ili potok.

f) Akumuliranje potrebne vode

Akumuliranje i čuvanje vode potrebne za gašenje požara može se vršiti u raznim objektima, sudovima i posudama. Bez sumnje, najvažniji su nadzemni otvoreni bazeni za gašenje, visinski — gravitacioni rezervoari, cisterne, burad i drugi. Koji će od ovih objekata biti odabran i korišten, zavisi od potrebne količine vode i opasnosti od širenja požara, prirodnih i drugih uslova.

g) Izgradnja hidrantske mreže (lokacija i broj)

Pod hidrantom podrazumijevamo vodovodnu mrežu određenog pritiska i presjeka vodovodne cijevi, priključka sa crijevom i mlaznicom. Ovdje je potrebno napomenuti da se hidrantska mreža ne može određivati bez prethodnih obimnih i detaljnih proračuna. Broj hidranata zavisi od veličine branjenog objekta i drugih okolnosti.

Položaj hidranata zavisi od uslova gašenja i raspoloživog pritiska, odnosno dometa. U slučaju objekata sa većom požarnom opasnošću, neophodno je da postoji mogućnost da se svaka tačka objekta ili prostorije može dohvatiti — zaliti sa najmanje dva mlaza, odnosno da se radijus mlaza prekrivaju.

Hidrante dijelimo, prema mjestu i načinu postavljanja, na spoljne i unutrašnje. Izgrađuju se oko objekata, unutar prostorija i na sličnim mjestima. Moraju biti posebno obilježeni i snabdijevani potrebnim priključcima.

h) Izbor sistema zaštite

Izbor sistema zaštite u protivpožarnoj preventivi, u današnjim uslovima, predstavlja onaj postupak koji, nakon prethodnog sagledavanja svih opasnosti, izbora sredstava za gašenje požara i procjene opšte ugroženosti, treba da zadovolji potrebe za odbranu određenih objekata. Na raspolaganju imamo više različitih sistema za zaštitu od požara. To su, uglavnom, stabilni sistemi za gašenje požara. U tom smislu razlikuju se kao automatski i poluautomatski.

U posmatranim organizacijama, u dosadašnjoj praksi, ovi sistemi nisu našli praktičnu primjenu. Međutim, to mi u ovom slučaju ne znači da se i ovdje ubuduće neće javiti potreba za primjenom stabilnih uređaja za gašenje požara. Prije svega, iz razloga što se navedene organizacije razvijaju i modernizuju uvodeći novu tehnologiju i nova sredstva rada koja će sigurno zahtijevati i kompletniju i sigurniju protivpožarnu zaštitu.

12. OSPOSOBLJAVANJE KADROVA

U procesu sagledavanja i procjene stepena požarne ugroženosti, potrebno je izvršiti i procjenu obučenosti zaposlenih radnika iz domena zaštite od požara. Nelogično bi bilo preduzimati tehničke, organizacione i druge mjere, a ne upoznati zaposlene sa izvorima opasnosti i mjerama zaštite. U tom cilju ovom problemu pristupa se planski, što znači da se obuka kadrova za zaštitu od požara mora da bazira na programu obuke i provjere znanja radnika u skladu sa važećim propisima i

u konkretnim uslovima specifično za svako radno mjesto, odnosno grupu poslova i radnih zadataka. Osim toga, ovo obrazovanje i osposobljavanje moraju izvoditi stručni radnici koji vladaju problemima protivpožarne zaštite i koji mogu to svoje znanje i iskustvo uspješno prenijeti na druge radnike. Ovom problemu ne smije se pristupati šablonski (radi zadovoljavanja forme i zakonskih odredaba), već konkretno razrađivati probleme u datim uslovima, uz primjenu teoretskih i praktičnih saznanja.

13. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Kao što se iz izloženog vidi, u komunalnim organizacijama postoji niz materijala koji su gorljivi i lako zapaljivi, pa lako može da dođe do izbijanja požara i ugrožavanja ljudi i materijalnih dobara. Upravo te karakteristike korištenih materijala uslovljavaju i preduzimanje odgovarajućih mjera zaštite. To znači, potrebno je provoditi preventivnu zaštitu koja mora da bude sveobuhvatna. Potrebne mjere zaštite od požara mogle bi se svrstati u red i prikazati ovim redoslijedom:

1. Projektno-konstruktivne mjere protivpožarne zaštite, koje bi se provodile u fazi projektovanja i izgradnje objekata;

2. Zaštitne mjere putem ugrađivanja alarmnih i signalnih uređaja na onim objektima i u onim prostorijama koje su požarno najugroženije;

3. Mjere zaštite ugrađivanjem stabilnih uređaja za automatsko gašenje eventualnog požara u dotičnim objektima;

4. Preventivne mjere zaštite raznih konstrukcionih materijala ugrađenih u objektima i zgradama;

5. Požarne preventivne mjere u pogonima (pogonske tehnološke mjere), a naročito:

a) kod energetskih uređaja (trafostanice i sl.),

b) kod postrojenja (asfaltna i druge baze),

c) pri tehnološkim uređajima i dr.

6. Mjere preventivne skladišne požarne zaštite;

7. Mjere transportne protivpožarne zaštite;

8. Ekonomske mjere u zaštiti od požara;

9. Organizacione mjere požarnog obezbjeđenja;

10. Obrazovne i vaspitne mjere požarne preventivne.

Veoma korisno bi bilo organizovanje dobrovoljne ili profesionalne vatrogasne jedinice unutar komunalnih organizacija. Na taj način bi se kultura protivpožarne zaštite brže razvijala i širila, a požarna preventiva dobila još jednu važnu kariku u lancu preduzetih mjera.

Poseban značaj treba pridavati obrazovanju i osposobljavanju radnika iz oblasti zaštite od požara. U tom kontekstu neophodno je permanentno provođenje obuke zaposlenih, koja se može

vršiti putem kurseva, seminara, filmova, uputstava i pisanih informacija.

Procjenom stepena požarne ugroženosti u komunalnim organizacijama završava se samo dio poslova na sagledavanju opasnosti od požara. Međutim, to nije i dovoljno za preventivno djelovanje, odnosno potpunu primjenu zaštite od požara. Stoga treba, na osnovu izvršene procjene ugroženosti, sačiniti i plan zaštite od požara sa tačno razrađenim mjerama i aktivnostima koje treba sprovesti da bi se postigla što bolja zaštita ljudi i materijalnih dobara. Plan zaštite od požara ne može da radi jedan stručnjak, ma koliko da je verziran u tim poslovima. Ovaj zadatak najbolje će obaviti tim stručnih radnika različitih profila. Pošto ni jedna komunalna organizacija udruženog rada nema, niti može imati, takav tim stručnih kadrova za izradu plana zaštite od požara, najbolje će biti da ovaj posao povjери ovlaštenoj naučnoistraživačkoj instituciji. Na taj način plan će biti izrađen u skladu sa važećim propisima i tako će obuhvatiti sve relevantne faktore bitne za obezbjeđenje adekvatne zaštite od požara u određenom radnom kolektivu.

Hilmo Baručija, dipl. inž. teh.
Komunalna Radna organizacija
»Rad« — Sarajevo

LITERATURA

- [1] Arhivski materijali KRO »Rad« — Sarajevo.
- [2] Hilmo Baručija: **Planiranje i programiranje zaštite na radu u komunalnim organizacijama**, »Komuna«, Beograd, broj 2/80.
- [3] Veselin Bujandrić: **Tehnički priručnik za protivpožarnu zaštitu**, »Privredni pregled«, Beograd, 1973.
- [4] **Zakon o zaštiti od požara** (»Službeni list SR BiH«, broj 2/82).
- [5] Josip Valentić: **Priručnik za zaštitu pri radu kod zavarivanja**, Zavod za zaštitu pri radu, Zagreb, 1970.
- [6] **JUS U J1. 030.**
- [7] **Pravilnik o tehničkim normativima za skladišta zapaljivih i opasnih materija** (»Službeni list SFRJ«, br. 14/80 i 9/81).
- [8] **Plan zaštite od požara grada Sarajeva**, Institut zaštite od požara i eksplozije, Sarajevo, 1981.

Novi Pravilnik o tehničkim normativima za spoljnu i unutrašnju hidrantsku mrežu za gašenje požara detaljno reguliše kapacitet, pritisak i izvore vode, čime se projektantima nude jedinstvena i sveobuhvatna tehnička opredjeljenja u izboru odgovarajućih rješenja. Uz iznošenje niza propusta i nedostataka koji su se do sada pojavljivali u praksi, u ovom radu se ukazuje na sve bitne elemente vezane za projektovanje, izvođenje, kontrolno ispitivanje i održavanje protivpožarne hidrantske mreže. Posebno značajne karakteristike novih tehničkih propisa su u tome da rastojanje hidrantskih priključaka od objekta iznosi 10—30 metara, da vanjski hidranti nisu podzemni već nadzemni, da se za vanjsku hidrantsku mrežu obavezno izrađuje prstenasti sistem cjevovoda za snabdijevanje, te da se svakih šest mjeseci mora vršiti kontrola hidrantske mreže, sa svim pripadajućim elementima.

CONDITIONS THAT MUST BE SATISFIED WHILE PLANNING HYDRANT NETWORKS

The new regulations on the normatives for the outside and inside hydrant network for fire extinguishment regulate in detail the capacity, pressure, and sources of water, giving the planners uniform and all-inclusive technical decisions in selecting corresponding solutions. The consideration of a number of omissions and defects appearing in the practice is given, and at the same time all the necessary elements needed for the planning, building, control checking and servicing the hydrant network for fire protection are pointed out. Especially important characteristics of the new technical regulations are as follows: the distance from the hydrant connections to the structure varies between 10—30 m; the outside hydrants are not placed underground but overground; the outside hydrant network is as a rule followed by a ringlike system of pipelines for water supply, and the control of the hydrant network, with all the belonging elements, is performed every six months.

UDK 621.643.5.001.1

Primljeno: 1984-04-04

Stručni rad

MIROSLAV LOZA, dipl. inž. građ.

USLOVI KOJI MORAJU BITI ISPUNJENI PRILIKOM PROJEKTOVANJA HIDRANTSKE MREŽE

1. U V O D

U vezi sa projektovanjem protivpožarne hidrantske mreže dugo vremena je nedostajao tehnički propis kao jedinstveno i svestrano opštepriznato tehničko opredjeljenje u izboru odgovarajućih rješenja. Iz tog razloga su projektanti imali dosta poteškoća u oba-

vljanju svoje funkcije, a u nekim slučajevima su pravili i greške.

Zakoni o zaštiti od požara su propisali neophodnost obezbjeđenja objekata vanjskom i unutrašnjom hidrantskom mrežom i odredili pojedine osnovne elemente. Između ostalog su utvrđene obaveze obezbjeđenja dovoljnih

količina vode za gašenje požara u naseljenim mjestima ili na terenima gdje nema vodovodne mreže, odnosno dužnosti izgradnje i održavanja vodoopskrbnih objekata (bunari, rezervoari, izgradnja pristupnih puteva do izvorišta vode i sl.). Ove količine vode, kako je propisano, određuju se u zavisnosti od ugroženosti od požara i požarnog rizika u objektima, odnosno pogonima, a opštinskim propisima iz oblasti zaštite od požara (opštinski plan zaštite od požara i dr.) određuju se minimalne količine vode na mjestu hidrantskih priključaka.

Zbog nedostatka jedinstvenih normi, ovi i drugi elementi su, ne rijetko, različito i nefunkcionalno primjenjivani. Međutim, donošenjem Pravilnika o tehničkim normativima za spoljnu i unutrašnju hidrantsku mrežu za gašenje požara, koji stupa na snagu 21. avgusta 1984. godine, sve nejasnoće i nesuglasice iz ove problematike biće otklonjene. Ovim propisima se posebno detaljno regulišu kapacitet, pritisak i izvori vode, što će značajno doprinijeti pravilnijem projektovanju i izvođenju, redovnijoj kontroli i boljem održavanju hidrantske mreže.

2. NEDOSTACI KOD PROJEKTOVANJA, IZVOĐENJA I ODRŽAVANJA HIDRANTSKE MREŽE

Dijelom zbog nepotpunog ili nejedinstvenog regulisanja ove materije u opštinskim propisima (opštinski plan zaštite od požara i dr.), dijelom zbog nesnalazjenja projekatata, dolazilo je do šarolikosti kako u projektovanju, tako i u izvođenju hidrantske mreže.

Hidranti su postavljani na neodgovarajuća i nepristupačna mjesta, tako da njihova funkcija nije bila odgovarajuća. Pri postavljanju hidrantske mreže nije se vodilo računa o zadovoljenju potrebnih količina vode, kao i o odabiranju odgovarajućeg prečnika

dovodnog cjevovoda pa se dešavalo da hidranti ne mogu biti funkcionalni u slučaju pojave i širenja požara.

Jedna od najvećih mana bila je postavljanje vanjskih protivpožarnih hidranata neposredno pored objekata. Time je njihova funkcija bila ograničena zbog nemogućnosti prilaska objektu usljed velikog isijavanja toplote.

U dovodnim cjevovodima koji su služili za napajanje hidrantske mreže, kao i u samoj mreži nije izvršeno odvajanje pitke, tehnološke i protivpožarne vode, što je predstavljalo određene poteškoće u slučaju požara. U mreži često nije vladao ni zadovoljavajući pritisak, pa je i to bio veliki problem, tj. nije se u slučaju potrebe moglo efikasno dejstvovati.

Hidranti su postavljani u kolovoz, što je dovodilo do njihovog oštećenja prilikom prolaska teške mehanizacije pa su oni gubili svoj osnovni smisao i namjenu. U većini slučajeva oštećenja su se manifestovala u »rastresanju« hidrantskih nastavaka, što je dovodilo do propuštanja vode na spojevima, te otežavalo njihovo aktiviranje, a s tim u vezi i do opadanja pritiska.

Prilikom postavljanja hidrantske mreže nije se dovoljno vodilo računa oko obilježavanja vanjske hidrantske protivpožarne mreže, što je dovodilo do zabune i nesnalazjenja u momentu kada je trebalo pristupiti gašenju.

Dešavalo se da hidranti obrastu travom, pa se ne mogu primijetiti.

Kod industrijskih objekata, a naročito kod objekata gdje su i vanjska skladišta materijala, dešava se da su hidranti zatrpani uskladištenim materijalom, tj. ne poštuju se propisi o uskladištenju materijala pa je prilaz hidrantima otežan, a i funkcija hidrantske mreže kao sistema protivpožarne zaštite svedena je na minimalnu moguću mjeru.

Rijekto se do sada vodilo računa o tome da uz svaki vanjski protivpožarni hidrant bude smještena odgovarajuća oprema, nego se ona ostavljala u posebne prostorije, što je, s obzirom da se nekada radi i o velikim kompleksima, nepraktično, a i sama funkcija gašenja je otežana.

3. TEHNIČKI NORMATIVI ZA SPOLJNU I UNUTRAŠNJU HIDRANTSKU MREŽU

Kao što je naprijed rečeno, donošenje jugoslovenskog **Pravilnika o tehničkim normativima za spoljnu i unutrašnju hidrantsku mrežu za gašenje požara**, koji konkretno regulišu kapacitet, pritisak i izvore vode, čini se veliki doprinos pravilnom projektovanju i izvođenju, kao i redovnijoj kontroli i održavanju hidrantske mreže i svih pripadajućih elemenata.

U Pravilniku su, prije svega, definirani pojedini pojmovi, kao na primjer:

1) neposredno napajanje hidrantske mreže je napajanje hidrantske mreže površinskim vodama postavljanjem vatrogasnih pumpi ili vatrogasnih vozila za zahvatanje vode;

2) posredno napajanje hidrantske mreže je napajanje hidrantske mreže površinskim vodama postavljanjem stalnih postrojenja za zahvatanje vode;

3) računski broj istovremenih požara je broj požara koji se mogu javiti u naseljenom mjestu u toku tri uzastopna sata;

4) spoljna hidrantska mreža je skup građevinskih objekata i uređaja kojima se voda, od izvora pogodnog za snabdijevanje vodom, cjevovodima do-

vodi na hidrantske priključke koji se neposredno koriste za gašenje požara ili se na njih priključuju vatrogasna vozila;

5) suha hidrantska mreža je skup uređaja u objektu kojima se obezbjeđuje da se voda iz vatrogasnih cisterni ili iz drugih izvora za snabdijevanje vodom transportuje do najviših spratova objekta koji su u normalnoj eksploataciji objekta, potpuno bez vode;

6) ukupna količina vode potrebna za gašenje požara je količina vode potrebna za gašenje spoljnom i unutrašnjom hidrantskom mrežom u trajanju najmanje 2 h i količina vode za šprinklerske i drenčerske uređaje u trajanju najmanje 1 h;

7) unutrašnja hidrantska mreža je skup uređaja u objektu koji vodu razvode tako da se primjenom crijeva određene dužine, sa mlaznicom, prostorije štite od požara.

Za napajanje vanjske i unutrašnje hidrantske mreže upotrebljavaju se podzemna, površinska ili atmosferska voda, a kapacitet mora osigurati neometano snabdijevanje u toku dva sata.

Pri upotrebi podzemne vode za napajanje hidrantske mreže mora se voditi računa da razina vode u bunaru ne padne ispod 6,0 m, od kote terena, a preliv vode se dokazuje pokusnim crpljenjem vode u najnepovoljnijem periodu. Ukoliko voda u bunaru nije dovoljnog kapaciteta, može se izvršiti i spajanje dva ili više bunara.

Kod zahvatanja površinskih voda izrađuju se posebni pristupni putevi i platforme za vatrogasno vozilo i pumpe, a zahvatanje mora biti moguće bez obzira na hidrološki režim vode. Izgrađena postrojenja za zahvatanje vo-

de moraju imati radnu pumpu, dva nezavisna izvora napajanja energijom sa mogućnosti automatskog i ručnog aktiviranja.

Najmanja razina vode za gašenje požara i napajanje vanjske i unutrašnje hidrantske mreže osigurava se pomoću ukopanih, poluukopanih i nadzemnih rezervoara; a kapacitet se određuje na osnovu kapaciteta potrebnog za gašenje požara i broja mlazova što se primjenjuju.

Nedozvoljeno je spojiti vodovod za sanitarne potrebe s drugim lokalnim izvorima opskrbe vodom za gašenje požara.

Količina vode koja se obezbjeđuje za naseljena mjesta, zavisno od broja stanovnika i računatog broja istovremenih požara, data je u tabeli 1.

Količina vode koja je potrebna za industrijske objekte, zavisno od stepena otpornosti zgrade prema požaru i ka-

Tabela br. 1

Broj stanovnika u hiljadama	Računati broj istovremenih požara	Količina vode u l/s po jednom požaru bez obzira na otpornost objekata prema požaru	
do 5	1	10	
6 do 10	1	15	
11 do 25	2	15	
26 do 50	2	25	
51 do 100	2	35	
101 do 200	3	40	
201 do 300	3	50	
301 do 400	3	60	
401 do 500	3	70	
501 do 600	3	75	
601 do 700	3	80	
701 do 800	3	85	
801 do 1000	3	90	
1001 do 2000	4	90	

tegorije tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara, data je u tabeli 2.

Tabela br. 2

Stepen otpornosti objekata prema požaru	Kategorija tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara	Količina vode potrebna za jedan požar, u l/s zavisno od zapremine objekta koji se štiti, u m ³									
		0301		5001		20001		50001		200001 preko	
		do 3000	do 5000	do 20000	do 50000	do 200000	do 400000	do 400000	do 400000	do 400000	do 400000
I i IV	K4, K5	10	10	10	10	15	20	25			
V i IV	K1, K2, K3	10	10	15	20	30	35	—			
III	K4, K5,	10	10	15	25	—	—	—			
III	K3	10	15	20	30	—	—	—			
I i II	K4 i K5	10	15	20	30	—	—	—			
I i II	K3	15	20	25	—	—	—	— ¹⁾			

Simboli za kategoriju tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara u tabeli 2 imaju sljedeća značenja:

K1 — u ovu kategoriju spadaju pogoni u kojima se koristi materijal koji se može zapaliti ili eksplozivirati pod

1) Prazna polja u tabeli 2 ne znače da za odnosne objekte nije potrebna voda za gašenje, nego da se, zavisno od stepena otpornosti prema požaru i njihove veličine, u takve objekte ne postavljaju tehnološki procesi određene kategorije ugroženosti od požara.

dejavstvom vode ili kiseonika, lako zapaljive tečnosti čija je tačka paljenja ispod 23°C i gasovi i pare čija je donja granica eksplozivnosti ispod 10 zapreminskih procenata, na primjer: pogoni u kojima se radi sa metalnim natrijumom ili kalijumom, fosforom i karbidom, pogoni za proizvodnju viskozničkih vlakana, ekstrakciju benzina, hidriranje, rekuperaciju i rektifikaciju organskih rastvarača i skladišta benzina, ugljen-disulfida, etra, acetona i sl.;

K2 — u ovu kategoriju spadaju pogoni u kojima se radi sa lakozapaljivim tečnostima čija je tačka paljenja između 23°C i 100°C i zapaljivim gasovima čija je donja granica eksplozivnosti iznad 10 zapreminskih procenata, pogoni u kojima se obrađuju čvrste zapaljive materije, pri čemu se razvija eksplozivna prašina, na primjer: pumpna postrojenja i stanice za tečne materije čija je tačka paljenja između 23°C i 100°C, pogoni gdje se stvara ugljena prašina, drvene strugotine, brašno, šećer u prahu, sintetički kaučuk u prahu i sl.;

K3 — u ovu kategoriju spadaju pogoni u kojima se radi sa zapaljivim tečnostima čija je tačka paljenja 100°C do 300°C i čvrstim materijama temperature paljenja do 300°C, na primjer: pogoni za mehaničku preradu drveta i proizvodnju papira, tekstilni pogoni, pogoni za regulaciju ulja za podmazivanje, skladišta goriva i maziva, sredstva za transport uglja, zatvorena skladišta uglja, pumpne stanice za tečnosti čija je tačka paljenja 100°C do 300°C, garaže za automobile i javni objekti koji mogu da prime više od 500 lica; K4 — u ovu kategoriju spadaju pogoni u kojima se radi sa tečnostima čija je tačka paljenja iznad 300°C, čvrstim materijama čija je temperatura paljenja iznad 300°C i materijama koje se prerađuju u zagrijanom, razmeškanom ili rastopljenom stanju, pri čemu se oslobađa toplota praćena iskrama i pla-

menom, na primjer: pogoni za topljenje, livenje i preradu metala, gas-generatorske stanice, odjeljenja za ispitivanje motora sa unutrašnjim sagorijevanjem, kotlarnice, transformatorske stanice i pogoni u kojima sagorijeva čvrsto, tečno i gasovito gorivo, kao i javni objekti koji mogu da prime do 500 lica;

K5 — u ovu kategoriju spadaju pogoni u kojima se radi sa negorivim materijama i hladnim i mokrim materijalom, na primjer: pogoni za mehaničku obradu metala, kompresorske stanice, pogoni za proizvodnju negorivih gasova, mokra odjeljenja industrije tekstila i papira, pogon za dobijanje i hladnu obradu minerala, azbesta, soli i za preradu ribe, mesa i mliječnih proizvoda, vodne stanice i pumpne stanice za transport nezapaljivih tečnosti i sl.

Ukoliko je površina na kojoj je smješten industrijski objekat od 150 hektara, računa se s jednim istovremenim požarom, a ako je veća mora se računati sa dva istovremena požara.

Kod ovoga se mora voditi računa o tome da se i kod jednog istovremenog požara računa na rad dva vanjska i dva unutrašnja hidranta, te im se mora obezbijediti potrebna količina vode.

3.1. Vanjska hidrantska mreža

Za vanjsku hidrantsku mrežu izrađuje se obavezno prstenasti sistem cjevovoda za snabdijevanje. Unutrašnji promjer cjevovoda u prstenastoj mreži vanjskih hidranata mora biti prema proračunu, ali ne smije biti manji od 100 mm, a promjer cijevi priključnog cjevovoda pojedinačnog hidrantskog priključka mora biti najmanje 80 mm.

Iznimno se dopušta izrada slijepog cjevovoda za objekte namijenjene stanovanju i druge objekte kojima požarom opterećenje ne premašuje

800 MJ/m². Dužina slijepog voda smije iznositi najviše 180 m.

Rastojanje između vanjskih hidrantskih priključaka određuje se u zavisnosti od namjene i veličine objekta, uz uslov da se požar na svakom objektu može gasiti najmanje sa dva vanjska hidranta. Udaljenost između dva vanjska hidrantska izvoda smije biti najviše 80 m.

Kod objekata u kojima je smješten materijal koji se smije gasiti vodom, a kojima požarno opterećenje iznosi više od 200 MJ/m², udaljenost između dvaju hidranata iznosi najviše 50 m.

U naseljenim mjestima gdje su objekti pretežno namijenjeni stanovanju, udaljenost između dvaju hidranata smije biti najviše 150 m.

Ovim pravilnikom se definiše i udaljenost hidrantskih izvoda od objekta i za razliku od dosadašnjih udaljenosti (4–20 m) sada se dozvoljava udaljenost hidrantskog izvoda od zida industrijskog objekta 10 m, a najviše 100 m, uz uslov da se vatrogasno vozilo može priključiti na hidrantski izvod.

Kada se vanjski hidrant upotrebljava za neposredno gašenje požara, udaljenost hidrantskih priključaka od objekta mora iznositi najmanje 10 m, a najviše 30 m.

Novina u ovom pravilniku je i to što sada vanjski hidrantski izvodi moraju biti nadzemni i u toku zime se moraju zaštititi od smrzavanja. Izuzetno se dopušta da hidrantski izvod bude i podzemni, ukoliko bi ometao promet oko objekta, a smješta se u pločnik ili zelenu površinu.

Kada je hidrant predviđen za neposredno gašenje požara, najmanji dopušteni pritisak na hidrantskom izvodu ne smije biti manji od 5,0 bara.

Ako je predviđeno priključenje vatrogasnog vozila na hidrantski izvod,

kako bi se pomoću pumpi izvršilo podizanje pritiska, pritisak u mreži može biti i manji od 5,0 bara, ali ne smije biti manji od 2,5 bara.

Kada je količina vode u hidrantskoj mreži dovoljna ali pritisak ne zadovoljava, mora se nabaviti najmanje jedna pumpa najmanjeg pritiska 8,0 bara i odgovarajuće količine. Od ovoga se može odstupiti u slučaju da je objekat na maksimalnoj udaljenosti od 5 km od vatrogasne jedinice sposobne za gašenje požara i spasavanje.

Svi hidranti, smješteni u krugu radne organizacije, moraju biti vidljivo obilježeni i numerisani radi lakšeg i boljeg uočavanja i upotrebe u slučaju intervencije. Uz svaki hidrant se postavljaju za tu svrhu neophodni metalni ormarići sa cjelokupnom odgovarajućom opremom. Oprema se sastoji od mlaznica, ključa i tlačne cijevi, čija dužina zavisi od udaljenosti hidrantskog izvoda od objekta.

3.2. Unutrašnja hidrantska mreža

Sistem unutrašnje hidrantske mreže sastoji se od priključka, razvodne mreže sa spoljnom armaturom i hidrantske zaporne i regulacione armature.

Unutrašnja hidrantska mreža ne mora se postaviti:

- 1) u stambenim zgradama sa manje od četiri nadzemna sprata;
- 2) u objektima namijenjenim za javna kupatila i perionice;
- 3) u skladišnim prostorijama čiji su zidovi otporni na požar u trajanju najmanje 2 h, u kojima se uskladištava negoriva roba, u negorivoj ambalaži;
- 4) u prodavnicama i prostorijama namijenjenim za administrativne poslove, površine do 150 m²;
- 5) u proizvodnim objektima IV i V stepena otpornosti na požar, sa katego-

rijom tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara K4 i K5 i zapremine do 1000 m³.

Unutrašnja hidrantska mreža ne smije se postaviti u proizvodnim pogonima i skladištima u kojima korišćenje vode može stvoriti zapaljivi gas i izazvati eksploziju, požar i širenje požara.

Unutrašnja hidrantska mreža stambenih i javnih zgrada može biti zasebna ili spojena sa vodovodom kojim se objekat napaja vodom za piće ili za higijenske potrebe.

U proizvodnim pogonima unutrašnja hidrantska mreža može biti zajednička sa mrežom vode za piće ili za higijenske potrebe i sa mrežom vode koja se upotrebljava u tehnološkom procesu, a može biti i zasebna.

Ako je unutrašnja hidrantska mreža zajednička, količina vode potrebna za gašenje požara mora biti stalno obezbijedena kao da je mreža zasebna.

Za gašenje požara može se koristiti i voda upotrijebljena u tehnološkom procesu koja se takvim korišćenjem ne zagađuje (npr. voda iz rashladnih uređaja).

Hidranti stambenih i javnih zgrada sa više od četiri nadzemna sprata moraju biti tako postavljeni da je moguće štititi sve prostorije.

Najmanji kapacitet hidranata, kod istovremenog rada, mora biti u skladu sa vrijednostima datim u tabeli 3.

Tabela br. 3.

Visina zgrade, u m	Stambene zgrade		Javne zgrade i industrijski objekti	
	Najmanji broj hidranata	Kapacitet hidranta, l/s	Najmanji broj hidranata	Kapacitet hidranta, l/s
do 22	2	2,5	3	2,5
23 do 40	3	2,5	4	2,5
41 do 75	3	5	4	5
više od 75	4	5	5	5

Bez obzira sa kojeg se izvora vode hidrantska mreža napaja, potrebno je da na najvišem izvodu na mlaznici na hidrantskom priključku pritisak iznosi najmanje 3,0 bara, a mreža mora biti pod stalnim pritiskom. Za unutrašnju hidrantsku mrežu upotrebljavaju se cijevi promjera najmanje 52 mm, odnosno hidrantski priključak promjera najmanje 52 mm.

Cjelokupni šticeći prostor se mora pokriti mlazom vode, pri čemu se mora voditi računa, o tome da dužina tlačne cijevi iznosi 15 m, a dužina kompaktnog mlaza do 5 m.

Kod izbora mjesta za postavljanje hidrantskog izvoda mora se voditi računa o tome da je pristup hidrantu dostupan, a najčešće se postavljaju kod ulaznih vrata, u prolaze ili prostore za evakuaciju, ali tako da ne ometaju evakuaciju.

U ormarić koji se nalazi na visini od 1,35 m od poda smješta se tlačna cijev i mlaznica. Ormarić na zidu ima oznaku »H«.

Kad su hidranti postavljeni u prostoriju ugroženu požarom, a da to nisu hodnici, prolazi i sl. moraju se rasporediti tako da se svaki dio površine štiti sa najmanje dva mlaza i to tako da se blokiranjem jednog hidranta ne isključuje mogućnost upotrebe drugog.

4. UREĐAJI ZA POVEĆANJE PRITISKA

Ako je pritisak u spoljnoj vodovodnoj mreži nedovoljan, postavljaju se pumpe odgovarajućeg kapaciteta za povećanje pritiska u unutrašnjoj hidrantskoj mreži. Ove pumpe se mogu postavljati u objektu koji se štiti od požara ili u posebno izgrađenom objektu.

Ako se pumpa postavlja u objektu koji se štiti od požara, prostorija u kojoj se postavlja mora biti odvojena od ostalih prostorija zidovima otpornim prema požaru najmanje 90 minuta, a

ulazna vrata moraju biti postavljena tako da se u tu prostoriju ulazi iz prostora koji ne može biti ugrožen požarom.

Vrata na prostoriji sa pumpama moraju biti otporna prema požaru najmanje 60 minuta.

Pumpa za unutrašnju hidrantsku mrežu mora imati rezervni agregat za napajanje energijom. Ako se koristi više pumpi, rezervne pumpe moraju se postaviti tako da na tri pumpe dolazi najmanje jedna rezervna pumpa, a na četiri do šest pumpi — najmanje dvije rezervne pumpe.

Pumpno postrojenje ne mora imati rezervne pumpe ako u proizvodnom pogonu kapacitet ukupne količine vode za gašenje požara unutrašnjom hidrantskom mrežom nije veći od 15,0 l/s.

Pored automatskog uključivanja, pumpno postrojenje za potrebe unutrašnje hidrantske mreže mora imati i ručno uključivanje. Uređaj za automatsko uključivanje pumpi, mora, u slučaju kvara na glavnoj pumpi, odmah uključiti rezervnu pumpu.

Sve vrste uređaja za povećanje pritiska moraju imati obilazni vod.

Uređaji za povećanje pritiska postavljaju se tako da se pomoću njih snabdijevaju vodom samo oni spratovi na kojima postojeći pritisak nije zadovoljavajući.

Uređaji za povećanje pritiska sa rezervoarom pod pritiskom moraju ima-

ti rezervu vode koja omogućava gašenje požara najmanje 90 minuta. Pored elemenata koji su neophodni za rad postrojenja, oni moraju biti opremljeni cjevovodom za odvođenje vode, prilikom cijevi i pokazateljima nivoa.

5. KONTROLA HIDRANTSKE MREŽE

Do sada se ovaj problem nije tretirao ni u jednom pravilniku, premda je po mnogo čemu vrlo važno pitanje jer se može desiti u odsudnom trenutku da sistem hidrantske mreže nije u funkciji.

Hidrantska mreža se mora kontrolirati jednom u šest mjeseci: ispitivanjem pritiska i kontrolom svih pripadajućih elemenata.

Periodičnom pregledu podliježe i tlačna cijev, a svi ventili na cjevovodu moraju biti uvijek otvoreni i nigdje ne smiju propuštati.

6. ZAKLJUČAK

Ovdje su iznesene glavne karakteristike i promjene u vezi sa projektovanjem, izvođenjem, kontrolnim ispitivanjem i održavanjem spoljne i unutrašnje protivpožarne hidrantske mreže. Sa njima bi se projektanti i sva druga lica koja su u službi zaštite morali upoznati, kako ne bi dolazilo do nesuglasica, grešaka, propusta i nedostataka, što je vrlo značajno s obzirom na zaštitu ljudi i materijalnih dobara u našem društvu.

*Miroslav Loza, dipl. inž. grad.
RO Institut zaštite od požara
i eksplozije — Sarajevo*

LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim normativima za spoljnu i unutrašnju hidrantsku mrežu za gašenje požara, **Sl. list SFRJ**, br. 44/83.
- [2] **Zakon o zaštiti od požara, sa komentarom i registrom pojmova**, Institut zaštite od požara i eksplozije, Sarajevo, 1982.
- [3] **Plan zaštite od požara grada Sarajeva**, Institut zaštite od požara i eksplozije, Sarajevo, 1981.

Kao značajna komponenta društvene samozaštite i oblast od posebnog društvenog interesa, zaštita od požara obuhvata skup mjera i radnji koje se preduzimaju u cilju sprečavanja izbijanja i širenja, otkrivanja i gašenja vatrene stihije, te spasavanja ljudi i materijalnih dobara ugroženih požarom. Sa preventivnog aspekta, ove mjere se sastoje u funkcionalnom projektovanju i izvođenju objekata, sadržaja u njima, prilaznih puteva i prolaza, u zakonskom i samoupravnom regulisanju ove djelatnosti, planiranju i programiranju, organizovanju protivpožarne službe, osposobljavanju i obučavanju radnika, u postavljanju i održavanju uređaja i instalacija za automatsko javljanje i gašenje požara u organizacijama udruženog rada i drugih elemenata. Ukazivanje na njihovo mjesto, značaj i ulogu, u sklopu daljeg razvoja i unapređenja stanja zaštite od požara, osnovni je cilj razmatranja problematike iz tematskog okvira ovog rada.

ON FIRE PROTECTION AS A SIGNIFICANT COMPONENT OF PUBLIC SELFDEFENCE, WITH A SEPARATE REVIEW ON PREVENTIVE MEASURES AND ACTIVITIES

Fire protection, as a significant component of public self-defense and an activity of a special public interest, encompasses a group of measures and activities that are undertaken with the purpose of preventing fire breaking out and spreading, detecting and extinguishing fire, as well as rescuing people and property endangered by fire. From a preventive aspect, these measures encompass: functional planning and building of constructions, their content, access roads and passes, legal and self-managing regulations of this activity, planning and programming organization of fire-protection service, installing and servicing apparatus and instruments for automatic alert and extinguishment of fire in organizations of associated labor and other elements. The main aim of thematic content of this paper is to emphasize their place, significance, and the role as a part of a further development and advancement of fire protection.

UDK 614.84

Primljeno: 1984-06-05

Stručni rad

JASMINA NJEMČEVIĆ, nastavnik

O ZAŠTITI OD POŽARA KAO ZNAČAJNOJ KOMPONENTI DRUŠTVENE SAMOZAŠTITE, SA POSEBNIM OSVRTOM NA PREVENTIVNE MJERE I AKTIVNOSTI

Društvena samozaštita je jedan od značajnih činilaca odbrane jugoslovenskog socijalističkog nesvrstanog sistema. Uvedena je u cilju omasovljavanja odbrane našeg društva u kojem svaki pojedinac treba da se aktivno uključi i doprinese razvoju i odbrani sistema samoupravljanja. Kao funkcija samoupravnog društva, društvena samozaštita ostvaruje se

aktivnostima radnih ljudi, građana, organizacija udruženog rada i drugih samoupravnih organizacija i zajednica, društveno-političkih i drugih organizacija i društveno-političkih zajednica, radi zaštite društvene imovine, obezbjeđivanja imovinske sigurnosti radnih ljudi i građana.

Zaštita od požara kao predmet društvene samozaštite obuhvata samoupravno uređivanje, organizovanje, obezbjeđenje i osiguranje koje sprovode radni ljudi i građani, organizacije udruženog rada, mjesne zajednice, samoupravne interesne zajednice i druge samoupravne organizacije i zajednice, društveno-političke i druge društvene organizacije, udruženja građana, društveno-političke zajednice i njihovi organi. Svrha te djelatnosti jeste zaštita života ljudi i imovine od požara, gdje se podrazumijeva preduzimanje mjera i radnji za otklanjanje uzroka požara, sprečavanje nastajanja i širenja požara, otkrivanje i gašenje požara, utvrđivanje uzroka požara, te pružanje pomoći kod otklanjanja posljedica prouzrokovanih požarom.

Društvena samozaštita u oblasti zaštite od požara organizuje se i priprema na jedinstvenim idejnim, društveno-političkim i klasno socijalnim odnosima, a sprovode je svi radni ljudi i građani kao svoje ustavno pravo i obavezu.

Nosioci društvene samozaštite imaju pravo i dužnost da, u skladu sa Ustavom i zakonom, organizovano i trajno preduzimaju mjere i aktivnosti zaštite društvenih vrijednosti i dobara, od svih vrsta nasrtaja na te vrijednosti, kao i požara — jedne od mjera, odnosno skupa mjera i radnji upravne, organizacione, tehničke, obrazovne i propagandne prirode koje se sve preduzimaju u cilju sprečavanja, izbijanja i širenja požara, otkrivanja i gašenja požara, te spasavanja ljudi i materijalnih dobara ugroženih požarom.

Štete koje nanose požari su ljudske i materijalne. Pored direktnih neposrednih gubitaka i uništenja, oštećenja i onesposobljavanja materijalnih dobara i direktnih ljudskih povreda, treba miati u vidu i velike štete koje se sastoje u: obustavljanju proizvodnje određenih roba, zbog posljedica požara; nestanku određenih roba zbog uzroka požara; nezaposlenosti određenog broja radnika; liječenju povrijeđenih radnika i otklanjanju drugih posljedica požara koje mogu trajati duže ili kraće vrijeme, zavisno od specifičnosti slučaja i koje mogu imati dalekosežne i ogromne, teško nadoknadi-ve materijalne štete i posljedice, štete ne samo za objekat koji je zahvaćen požarom i direktno pretrpio štetu, već i za privredu, određenu privrednu granu, region, republiku i šire.

Pored ugrožavanja proizvodnih objekata i postrojenja u kojima obično nastaju veće materijalne štete, požari mogu da ugroze i javne objekte i da dovedu u opasnost mnoge ljudske živote (škole, bolnice, bioskopi, sportske dvorane, pozorišta, hoteli).

Posljedice požara mogu biti znatno veće nego što se iskazuju kroz iznos neposredne materijalne štete, jer one pogađaju ne samo one čiji je objekat onesposobljen za upotrebu; njegove negativne posljedice se prenose na cijelu društvenu zajednicu.

Uzroci požara su različiti kao što su i mjesta njihovog nastanka i posljedice koje sa sobom nose. Uzroci požara mogu biti posljedice: nemarnosti ljudskog faktora, nedovoljnog protivpožarnog obezbjeđenja odgovarajućim tehničkim sredstvima i opremom, nedovoljne obučенosti ljudi za sprečavanje i gašenje početnih požara, zatim uticaja prirodnih pojava (groma, oluje, poplava i dr.), namjernog podmetanja požara (naročito u kriznim i vanrednim situacijama), te razni drugi slični

uzroci, nepredvidljive situacije i sitne nepažnje, neodgovornosti i nepridržavanje propisanih mjera zaštite od požara, i naročito nepridržavanje propisima određenih mjera i uputstava za siguran rad.

Analize o požarima, kao i o njihovim uzrocima nastajanja pokazuju da je više od 75 odsto svih evidentiranih požara prouzrokovano ljudskim faktorom usljed nepažnje, nebrige i nepriduzimanja zakonskih mjera ili mjera naloženih od strane nadležnih organa, što ukazuje na postojanje realnih mogućnosti za veliko smanjenje materijalnih šteta od vatrene stihije.

Da bi se požari, kao i mogućnost njihovog izbijanja, sveli na minimalnu mjeru, neophodno je preduzimati energetske mjere za zaštitu od požara putem primjene zakonskih i na zakonima propisanih zaštitnih mjera specifičnih za svaku oblast i konkretne uslove.

MJERE PREVENTIVNE ZAŠTITE OD POŽARA

Preventivno djelovanje na području zaštite od požara i eksplozija je od naročite važnosti u cilju unapređenja stanja u ovoj oblasti od posebnog društvenog interesa. Obučенost ljudstva u sprečavanju izbijanja požara u njegovom začetku je bitno i odlučujuće. Za sprečavanje požara nisu dovoljne samo vatrogasne profesionalne i dobrovoljne organizacije ili bilo koje druge specijalizovane jedinice i službe, jer one, u stvari, gase nastale požare, što je samo dio problema.

Vaspitanje i osposobljavanje cjelokupnog stanovništva u sprečavanju požara, preventivno djelovanje, pridržavanje svih propisanih mjera, jeste put za smanjenje mogućnosti izbijanja požara. U sprovođenju zaštitnih mjera i preventive ne treba zaboraviti na za-

konom utvrđene kaznene odredbe, koje treba strogo i rigorozno primjenjivati, bez obzira na koga se odnose i ne prihvatati bilo kakva opravdanja, jer ulaganja u zaštitu od požara su minimalna i neznčajna u odnosu na štete koje mogu požarom da nastanu.

Nastajanje požara zavisi nekad i od mjesta na kome se podižu građevinski objekti, te se prilikom projektovanja objekata moraju uzeti u obzir svi elementi značajni za zaštitu od požara, a naročito da li će se određeni objekti graditi u naseljenim mjestima ili izvan njih, zaklonjeni prirodnim i vještačkim preprekama od požara (brda, rijeke, nasipi, itd.).

Bitno je da se kod projektovanja svih vrsta objekata predvidi efikasna zaštita od požara, mogućnost brže evakuacije ljudstva i materijala, čemu projektanti poklanjaju izuzetnu pažnju. Ne smiju se zaboraviti elementi značajni za lako otkrivanje požara, njegovu brzu lokalizaciju, efikasnost saobraćajnica, brz pristup mjestu požara, elementi prenošenja požara sa objekta na objekat da budu svedeni na minimum, pa i po cijenu da izgled takve zaštite nije prijatan za oko.

Bezbjednosna kultura projektovanja mora biti prisutna u svim projektantskim organizacijama, a ta bezbjednost objekta mora biti naročito obrađena u elementima efikasne zaštite od požara. Valja nastojati da se razviju sve aktivnosti odgovarajućih društvenih subjekata, da utiču u svojim sredinama, da se zaštiti od požara posveti maksimalna pažnja, naročito u preventivi, jer to je svakako najefikasniji vid zaštite od požara.

Kod finansiranja izgradnje pojedinih objekata zbog nedostatka sredstava, restrikcijama se, obično najprije zahvataju sredstva koja se odnose na mjere zaštite, pa i na mjere zaštite od požara. To ni u kom slučaju ne bi smjelo

da bude praksa, i to bi trebalo efikasno suzbijati.

Nije svejedno da li će se eliminisati neki pomoćni izlaz iz objekta, da li će biti ugrađen manje otporan materijal za požar, da li će biti ili neće postavljene razne izolacione i druge zaštitne pregrade za zaštitu od požara, da li će biti postavljena sva zaštitna sredstva za zaštitu od požara. Na tom se ne smije štedjeti, jer će se to kasnije osvetiti, pa će štete biti nenadoknadive, nesrazmjerne ušteđenim sredstvima na eliminisanju nekih zaštitnih mjera, zbog nedostatka finansijskih sredstava. Ono što se gradi, treba graditi tako da mogućnost izbijanja požara, bilo na koji način, slučajno, nemarnošću, zlonamjernošću, sabotazom ili prirodnim putem, bude svedeno na minimum, jer je to investicija koja se isplati i koja garantuje trajnost objekta.

Svjedoci smo bezbroj požara u kojima gore skladišta reproduktionog materijala i gotovih proizvoda zbog toga što se nalaze u neodgovarajućim objektima, objektima koji nisu zaštićeni ili kojima se nije moglo u datom momentu pristupiti, a štete su kud i kamo veće nego u slučaju da je uloženo više u izgradnju odgovarajućih skladišta i stovarišta, odnosno u izgradnju odgovarajuće efikasne zaštite od požara.

Nefunkcionalno projektovanje objekata i uštede na efikasnoj zaštiti od požara, često otežavaju intervencije na gašenju požara od strane profesionalnih vatrogasaca i njihove tehnike.

1) **SR Bosna i Hercegovina:** Zakon o zaštiti od požara (»Sl. list SR BiH«, broj 2/82); **SR Crna Gora:** Zakon o zaštiti od požara (»Sl. list SR Crne Gore«, br. 25/77 i 39/77); **SR Hrvatska:** Zakon o zaštiti od požara (»Nar. novine SR Hrvatske«, br. 50/77 i 52/77); Pravilnik o osposobljavanju radnih ljudi i građana za gašenje požara i spasavanje ljudi i imovine ugrožene požarom (»Nar. novine SR Hrvatske«, broj 7/79); **SR Makedonija:** Zakon za zaštitu od požara (»Sl. vesnik SR Makedonije«, br. 32/71 i 27/77); **SR Slovenija:** Zakon o varstvu pred požarom (»Ur. list SR Slovenije«, broj 2/76); **SR Srbija:** Zakon o zaštiti od požara (»Sl. glasnik SR Srbije«, broj 53/82); **SAP Kosovo:** Zakon o zaštiti od požara (»Sl. list SAP Kosovo«, broj 50/78); **SAP Vojvodina:** Zakon o zaštiti od požara (»Sl. list SAP Vojvodine«, broj 27/77).

Građevinske i druge inspekcije treba da su rigorozne u kontroli objekata i sprovođenju propisanih mjera zaštite od požara.

Međutim, i najmodernija oprema za zaštitu od požara, neće dati željene rezultate ukoliko ljudstvo nije osposobljeno da se tom tehnikom služi, da je održava stalno u ispravnom stanju. Nužno je da o opremi za gašenje požara, o pristupu objektima, stalnoj prohodnosti svih puteva u krugu objekta vode računa svi, a ne samo za to zaduženi radnici kako bi efikasnost bila što optimalnija.

Sve socijalističke republike i autonomne pokrajine pridaju izuzetan značaj zaštiti od požara, što se može konstatovati i iz činjenice da su sve donijele posebne zakonske i druge propise¹⁾ koji regulišu ovu djelatnost kao integralni dio ukupne društvene samozaštite.

Zakonski propisi o zaštiti od požara, predviđjeli su obavezu za sve radnike u udruženom radu, bez obzira na oblik samoupravnog organizovanja, da sprovede odgovarajuće mjere zaštite od požara i da obezbjeđuju potrebna materijalna sredstva za stalno i adekvatno ostvarivanje zaštite od požara. Osnovni cilj zakona je da se zaštiti društvena imovina i da se obezbijedi sigurnost radnika na radu.

Organizacije udruženog rada svojim opštim aktom utvrđuju mjere i poslove u vezi sa sprovođenjem i unapređenjem zaštite od požara, masovno u skladu sa Zakonom i drugim propisima.

Samoupravnim opštim aktom, organizacija udruženog rada treba da, između ostalog, utvrdi naročito:

— mjere zaštite od požara koje se moraju sprovesti u organizacijama udruženog rada;

— organizaciju, djelokrug i ovlaštenje službe za zaštitu od požara;

— stručnu spremu radnika koji obavljaju poslove zaštite od požara;

— stručnu spremu rukovodioca službe zaštite od požara;

— način vršenja unutrašnje kontrole sprovođenja zaštite od požara;

— dužnosti, odgovornosti i ovlaštenja radnika koji tu kontrolu neposredno vrše;

— postupak i način upoznavanja radnika prilikom stupanja na poslove i radne zadatke ili raspoređivanje na druge poslove i radne zadatke sa opasnostima od požara vezane za te poslove i radne zadatke, kao i način obučavanja radnika u rukovanju sredstvima i opremom za gašenje požara;

— prostorije, prostore ili mjesta na kojima se ne smije proizvoditi, koristiti ili prenositi otvorena vatra;

— vrstu i količinu opreme i sredstava za gašenje požara, kao i raspored opreme i sredstava i vrijeme povremenog ispitivanja njihove ispravnosti;

— zadatke i odgovornost rukovodićih radnika u vezi sa sprovođenjem zaštite od požara;

— odgovornost radnika zbog nepridržavanja propisanih mjera zaštite od požara;

— dužnost i ponašanje članova organizacije udruženog rada u slučaju izbijanja požara;

— način saradnje službe zaštite od požara sa ostalim službama koje rade na unapređenju zaštite od požara, tehničkom službom, službom zaštite na radu, civilnom zaštitom, kao i sa ovlaštenim organizacijama za posebne odnose u zaštiti od požara koje su van organizacije udruženog rada.

ZNAČAJ I ULOGA VASPIITNO-OBRAZOVNOG RADA U ORGANIZACIJAMA UDRUŽENOG RADA SA ANPEKTA ZAŠTITE OD POŽARA

Da bi radni ljudi mogli kvalitetno preduzimati i primjenjivati odgovarajuće mjere zaštite od požara treba da se u određenom vremenskom periodu, predviđenom samoupravnim opštim aktom o zaštiti od požara, obavještavaju o stanju i problemima u vezi sa zaštitom od požara u njihovoj organizaciji udruženog rada na način dostupan i razumljiv svakom radniku, kako bi on svojim postupcima i ponašanjem doprinio smanjenju opasnosti izbijanja požara, tj. u slučaju pojave požara da bi bio obučen i spreman za njegovo efikasno gašenje i lokalizovanje.

Poznato je da su mogućnosti za izbijanje požara u organizacijama udruženog rada i u drugim organizacijama mnogobrojne. Zbog toga je od izuzetnog značaja postojanje i organizovanje zaštite od požara. Uspostavljanje pune odgovornosti službe zaštite od požara, odnosno odgovornosti subjekata koji vode službu zaštite od požara, tj. uređenje njene organizacije i rada službe, a stručno usavršavanje radnika koji rade na poslovima zaštite od požara je od posebno velikog značaja jer to, u stvari, čini osnov za dobre protivpožarne bezbjednosne mjere u svakoj organizaciji udruženog rada.

Zakoni o zaštiti od požara stavljaju u prvi plan sprovođenje preventivnih mjera zaštite od požara, jer su one odlučujuće za sprečavanje požara. Zapošavljanje obuke radnika iz oblasti zaštite od požara u organizacijama udruženog rada je jedan od najtežih propusta u organizaciji udruženog rada u domenu organizovanja službe zaštite od požara, jer to predstavlja zanemarivanje organizovanja vatrogasne službe. Dobro upoznavanje radnika sa

njegovim pravima i dužnostima u sprečavanju požara, njegovo pravilno obučavanje i upoznavanje sa preventivnim djelovanjem na sprečavanju požara i obučenosti u rukovanju svim vrstama vatrogasnih sprava i pomagala dovođi do veće efikasnosti za sprečavanje i gašenje požara, ondje gdje se eventualno pojavi.

Zbog toga, u svim organizacijama udruženog rada treba pojačati aktivnost na konkretnim mjerama akcije na masovnom obučavanju i osposobljavanju radnika da uspješno štite materijalna dobra i ljudske živote od požara, i to kako u okviru planova osposobljavanja radnika iz oblasti zaštite od požara, tako i van toga prema ukazanim konkretnim pojavama i potrebama u pojedinoj organizaciji udruženog rada.

Finansijska sredstva za preventivnu zaštitu i izdaci za obučavanje radnih ljudi za zaštitu od požara nisu zanemarljiva ali su, u svakom slučaju, znatno manja od posljedica koje mogu nastati njihovim nesprovođenjem i izbijanjem požara. Prema tome, štednja ovdje ne bi trebalo da je dominantna i da dolazi toliko do izražaja, naročito ne u sredstvima i opremi za gašenje požara, jer osposobljavanje organizacija da spriječe požar, da ga brzo lokalizuju — najbolji je doprinos mjera ekonomske stabilizacije.

U okviru preventivne djelatnosti na suzbijanju požara nužno je, svuda gdje je to moguće, analizirati propuste u zaštiti od požara i predvidjeti mjere kojima se otklanjaju mogućnosti izbijanja požara i nastajanja štete usljed toga.

Ako su u potpunosti primijenjene ove preventivne mjere, opasnost od požara je svedena na najmanju mjeru.

ČUVANJE OBJEKATA, SREDSTVA ZA OTKRIVANJE I GAŠENJE POŽARA

Ovdje ćemo se ukratko osvrnuti i na sredstva i načine blagovremenog otkrivanja požara koja su takođe važan elemenat preventive. Prije svega je potrebno spomenuti službu obezbjeđenja koja je sastavljena od čuvara zaposlenih u organizacijama udruženog rada ili od čuvara specijalizovane organizacije. Radi boljeg obezbjeđenja čitave imovine, rad ove službe treba kontrolisati pomoću satova poentera (najmanje dva puta noću i danju) i, po mogućnosti, redovno obilaziti prostorije, sredstva rada i objekte koji se čuvaju.

Pored obezbjeđenja putem čuvara i redovnog kontrolisanja službe obezbjeđenja, u organizacijama udruženog rada moraju se koristiti i razni alarmni uređaji za dojavu i otkrivanje požara, odnosno uzbuñjivanje ljudstva. Najefikasniji su automatski uređaji (javljači) koji, kod pojave požara u objektima gdje su instalirani, automatski obavještavaju vatrogasne jedinice i druge subjekte za gašenje požara. Sve to ovi uređaji obavljaju bez učešća ljudi, što je još jedna prednost u samom otkrivanju požara. Uz to, ovakvi uređaji mogu biti, u objektima sa velikim požarnim opterećenjima, povezani sa stabilnim uređajima za gašenje požara, čime se obezbjeđuje potpuna zaštita lica i imovine.

Uređaji za otkrivanje i dojavu požara dijele se na ručne i automatske. Ručne uređaje aktivira (uključuje) čovjek putem dugmeta, dok automatski rade na raznim fizičkim principima (povećanje temperature u objektu, koncentracije dima i sl.) i uključuju se pri promjeni parametara okoline.

Za alarmiranje i pozivanje ljudi unutar radnih organizacija mogu se kori-

stiti i razne vrste drugih uređaja od kojih se spominju samo neki. Jedan od njih je »ericoll« — uređaj, koji nije ništa drugo do radio-sistem sa selektivnim pozivom, kapaciteta jedne centrale do 392 osobe. Ovaj uređaj podesan je za svaku vatrogasnu jedinicu, radnu organizaciju i druge subjekte, gdje je potrebno uspostavljanje veza sa odgovornim osobama. Svaka od tih osoba mora biti snabdijevana sa jednim takvim uređajem koji može nositi u džepu ili okačeno na odijelu.

Ručna alarmna sredstva su raznovrsna, a najčešće se upotrebljavaju: obična truba, ručno zvono, ručna sirena sa remenom (prenosna) i ručna sirena na nogarima. Zvučna snaga ove zadnje sirene omogućava da se istovremeno može alarmirati osoblje zaposleno u više objekata. Ovakva sirena može imati domet i do 1.500 metara što je dovoljno da se alarmira čitav kolektiv većeg kompleksa.

Sirene se mogu postaviti pojedinačno, ili više komada u seriji, čime se obezbjeđuje alarmiranje vatrogasaca i građana na užem ili širem prostoru.

Između ostalih mjera zaštite, veoma je važno da je organizacija udruženog rada dobro opremljena sa ispravnim aparatima za gašenje požara koji moraju biti blagovremeno pregledani i punjeni, tako da, u slučaju potrebe, mogu efikasno da djeluju, zatim da su u njoj obezbijeđene dovoljne količine vode, pa i zalihe vode, ne samo u pogonskim prostorijama i skladištima, već i u neposrednoj blizini objek-

ta organizacije (vodovodi, rezervoari, bazeni koji uvijek treba da su puni vode, pristupačni za korišćenje i eventualno gašenje požara).

Svi radnici organizacije udruženog rada, kao i lica koja se iz bilo kojih razloga nađu u krugu ili poslovnim prostorijama organizacije udruženog rada, odgovaraju za propuste koji mogu da izazovu ili su izazvali požar, a takođe i ukoliko me učestvuju ili odbijaju učešće u gašenju požara, odnosno otklanjanju posljedica izazvanih požarom. Radnik organizacije udruženog rada ili drugo lice koje ne radi u toj organizaciji, a koje primijeti požar, dužno je da ga odmah ugasi, a ukoliko to ne može, u obavezi je da odmah o tome obavijesti radnika ili komandira vatrogasne jedinice. Inače svaki radnik u organizaciji udruženog rada obavezan je da izvršava izdate naloge ovlašćenog lica i organa radi sprečavanja i gašenja požara, odnosno da ukazuje pomoć u pogledu zaštite lica i društvene imovine ugrožene nastajanjem požara.

Rezimirajući razmatranje ove problematike, treba istaći da je zaštita od požara uređena brojnim zakonskim, podzakonskim i tehničkim propisima, ali je čovjek osnovni pokretač svoje zaštite i od njegovih shvatanja i odnosa prema radu, nivoa obrazovanja, samodiscipline, organizacije rada, kao i stručnosti kadrova koji se profesionalno bave ovim poslovima, zavisi kakav je nivo zaštite i kako će se ona dalje razvijati i usmjeravati.

*Jasmina Njemčević, nastavnik
RO Institut zaštite od požara
i eksplozije — Sarajevo*

LITERATURA

- [1] I. Jovović: Organizovanje i funkcionisanje društvene samozaštite i zaštite od požara u organizacijama udruženog rada sa posebnim osvrtom na pravnu regulativu, **Požar ekspl. prevent.**, 1980 (4) 63—75.
- [2] D. Stojanović: **Zaštita od požara i eksplozija**, Institut za dokumentaciju zaštite na radu, Niš, 1980
- [3] R. Viteškić — R. Vujović: Obrazovno-vaspitni proces u oblasti zaštite od požara, **Referat na Savjetovanju u Sarajevu**, 1978.
- [4] R. Viteškić: Obučavanje radnika za zaštitu od požara, **Požar ekspl. prevent.**, 1981 (1) 83—94.
- [5] J. Njemčević: Metodička obrada gradiva iz oblasti zaštite od požara, **Požar ekspl. prevent.**, 1981 (2) 85—91.
- [6] D. Redžić: Pregled i osnovne karakteristike požara u SFRJ u 1983. godini, **Požar ekspl. prevent.**, 1984 (1) 63—68.
- [7] I. Družeta: **Vatrogasna tehnika** (drugo, dopunjeno izdanje), Vatrogasni savez Jugoslavije, Beograd, 1978.
- [8] **Zakon o zaštiti od požara, sa komentarom i registrom pojmova**, Institut zaštite od požara i eksplozije, Sarajevo, 1982.

PRAKSA

POŽARI KORISTE NEPAŽNJU RADNIKA

U Komunalnoj radnoj organizaciji »Rad« u Sarajevu požari su rijetka pojava, sa izuzetkom Deponije čvrstih otpadaka, na kojoj vatra tinja već preko 20 godina, kao posljedica neplanskog odlaganja čvrstih otpadaka. Razlog za tako rijetku pojavu požara u ovom kolektivu, u kome u svakom trenutku ima na desetine tona lako zapaljivih i zapaljivih materija, treba tražiti u mjerama koje se preduzimaju za sprečavanje pojava vatre i do broj obučenosti radnika, a posebno radnika obezbjeđenja, za borbu protiv vatrene stihije. No, i pored svega toga, sredinom februara ove godine, u periodu veoma niskih temperatura vazduha, došlo je do pojave dva požara u krugu ove radne organizacije. Požari su se pojavili u istom danu, u vremenskom razmaku od osam časova.

Prvi požar desio se na specijalnom vozilu za prevoz asfaltne mase u »tekućem« stanju. Vozilo je bilo već dotrajalo i komisijski otpisano i pripremljeno za rashod, ali su trenutne okolnosti bile takve da su zahtijevale upotrebu svih raspoloživih sredstava i radne snage. Iz tih razloga u rad je uključeno i ovo specijalno vozilo. Rano ujutro (oko 04 časa) zaduženi radnici za pripremu asfalta i njegovu otpremu na određeno mjesto, počeli su pripremati i dotično vozilo za prevoz asfaltne mase. S obzirom na niske temperature paljenje vozila išlo je teško, a naročito paljenje motora mješalice za asfalt, ugrađene na vozilu, nije moglo da se izvrši usljed zamrznute instalacije za protok goriva (D1).

Za ove slučajeve u praksi je razrađen siguran postupak paljenja vozila i njihovog stavljanja u pogon. To se postiže na taj način što se zagrijan pijesak nakupi u krpe i sve skupa stavlja na zamrznutu instalaciju. Ako nema pijeska, onda se zagrije samo mokra krpa, odnosno umoči u vrelu vodu, ili na neki drugi siguran način zagrijana stavlja na zaleđene instalacije za protok goriva. U ovom slučaju to nije urađeno. Instalacija je zagrijavana otvorenim plamenom, pa pošto je bila već polivena gorivom, mazivom i bitumenskom masom, naglo se upalila tako da je požar zahvatio veliki dio kompletne instalacije vozila. Prisutni radnici, i čuvar koji je bio u blizini, pristupili su odmah gašenju požara upotrijebivši prenosne aparate od šest, odnosno devet kilograma suhog praha (»S« — aparati). Međutim, ta intervencija nije mogla da spriječi nastajanje štete, pošto je požarom zahvaćeno vozilo naglo pretvoreno u plamen; iako je požar ugašen, vatra je uništila sve električne instalacije i drugu opremu koja je bila od gorljivih materija. Na taj način prouzrokovana je određena materijalna šteta bez obzira što je predmetno vozilo bilo pripremljeno za rashodovanje.

Mada je požar, nakon nastanka, veoma brzo ugašen, o ovoj pojavi na vrijeme je obaviještena Profesionalna vatrogasna brigada grada Sarajeva, čiji su radnici za vrlo kratko vrijeme, po prijemu poziva, došli na mjesto požara i ponudili svoju pomoć.

Nakon ugašenja požara sazvan je sastanak Komiteta za ONO i DSZ, na kome je izvršena analiza uzroka nastajanja požara. Tom analizom utvrđeno je da su radnici na pripremanju vozila i asfaltne mase napravili nedopustivu grešku prilikom paljenja motora mješalice za asfalt. Umjesto zagrijane krpe, pijeska ili nekog drugog sigurnog načina zagrijavanja, oni su upotrijebili otvoreni plamen i time izazvali nastajanje požara na vozilu, koji je prouzrokovao i određenu materijalnu štetu. Isti organ je konstatovao da su radnici sami lokalizovali i ugasilili požar na vozilu upotrebom aparata sa suhim prahom.

Na istom sastanku Komitet je predložio i preduzimanje potrebnih mjera za sprečavanje nastajanja požara. Između ostalog, dogovoreno je da se na vidnom mjestu, u asfaltnoj bazi, istakne pismeno uputstvo o načinu paljenja vozila u uslovima niskih temperatura. Drugo, da se svi radnici zavisno od poslova koje obavljaju detaljno upoznajaju sa svim opasnostima i mjerama zaštite od požara. I, na kraju, da se protiv prekršilaca čijom je nepažnjom izazvan požar, pokrene disciplinski postupak.

Drugi požar desio se istog dana februara ove godine, oko 10,00 časova prije podne, u skladištu soli za posipanje ulica. Grupa radnika radila je na utovaru soli u specijalna vozila. Pošto je so pakovana u plastične (polivinilske) vreće, obično je uskladištavana na otvorenom ili poluzatvorenom prostoru. U ovom slučaju so je bila uskladištena pod nadstrešnicom blizu kruga Radne organizacije. Prilikom utovara u specijalna vozila — »posipače« radnici istresaju so i odbacuju prazne vreće. S obzirom na to da je to veoma kvalitetan materijal, dogovoreno je da se vreće od soli sakupljaju u kontejner i otpremaju kao sekundarna sirovina. Toga dana radnici nisu poštovali

ta uputstva, pa su prazne vreće bacali po prostoru skladišta, tako da je čitavo tlo bilo prekriveno plastičnim vrećama razbacanim bez reda. Pošto je bilo hladno, jedan od radnika je sakupio nekoliko vreća na gomilu i zapalio ih u namjeri da ogrije ruke. Međutim, kada su sakupljene vreće počele da gore, požar se veoma brzo širio po čitavoj prostoriji skladišta. Plastične vreće, zahvaćene vatrom pretvarale su se u neku vrstu pihtijaste mase, koja se naglo topila i pri tome oslobađala zapaljive gasove, koji su omogućili širenje i razbuktavanje požara. Tako proširen požar zahvatio je i donji dio drvene krovne konstrukcije, čije su daske počele da gore po čitavoj površini. Sve ovo zbilo se takvom brzinom, što je izazvalo potpuno iznenađenje kod prisutnih radnika. Iznenađenje je bilo potpuno zbog čega prisutni radnici nisu uspjeli da se snađu i pristupe gašenju tek nastalog požara. U blizini toga skladišta bio je čuvar, koji je pokušao ugasiti požar upotrebom »S«-aparata od šest i devet kilograma suhog praha, a zatim i aparatom sa ugljen-dioksidom. Pošto se požar bio proširio na veću površinu, ovi aparati (tri komada) nisu bili dovoljni za gašenje, a naročito na krovnoj konstrukciji koja je gorjela sa donje strane sa koje je sredstvo za gašenje padalo ne ugasivši vatru. Budući da požar nisu mogli sami da lokalizuju i ugase, radnici su obavijestili odgovornog rukovodioca, koji je odmah došao na mjesto požara. Sagledavši situaciju prisutni rukovodilac je naredio da se požar gasi snijegom i pijeskom. U tu svrhu upotrijebljen je utovarivač kojim se nabacio snijeg na zapaljenu površinu tla nadstrešnice za so. Na ovaj način požar je veoma brzo lokalizovan i ugašen. Na krovnu konstrukciju, sa donje strane snijeg je nabacan lopatama na ona mjesta gdje je vatra dublje ušla u drvenu konstrukciju, te tako i na tom dijelu nadstrešnice požar je potpuno

ugašen. Na sreću, materijalna šteta na nadstrešnici je bila minimalna, pošto je krovna konstrukcija nagorjela samo sa donje strane, pa se nije morala kasnije mijenjati. Izgorjelo je oko 50 kg plastične materije čija cijena je iznosila oko 150,00 dinara.

I u ovom, kao i u prethodno opisanom slučaju pojave požara, odmah nakon primjećivanja požara obaviještena je Vatrogasna brigada Sarajeva. Efikasni i brzi, kao i uvijek, pripadnici ove vatrogasne jedinice su stigli na mjesto požara, koji je već bio ugašen.

Pojavom ovog drugog požara, istog dana, bilo je dovoljno opravdanja da se sazove Komitet za ONO i DSZ, ne samo osnovne organizacije u kojoj se požar desio, već i Radne organizacije. Tako je još prije isteka redovnog radnog vremena, ovaj organ društvene samozastite, na vanredno sazvanoj sjednici, raspravljao o političko-bezbjednoj situaciji u kolektivu sa posebnim osvrtom na zaštitu od požara. Prvo je izvršena analiza uzroka koji su doveli do pojave požara u kolektivu, kojom je utvrđeno da su radnici na utovaru soli napravili više propusta koji su omogućili nastanak požara. Prva greška bila je ta što nisu prazne plastične vreće odložiti u već pripremljeni kontejner. Druga, što su te iste vreće palili na gomili razbacanih vreća. Treća, što nastali požar nisu gasili snijegom i pijeskom (jednom vrstom livarskog pijeska iz željezare), kojih je bilo u dovoljnim količinama u neposrednoj blizini mjesta požara. I na kraju, vatru uopšte nije bilo potrebno paliti, pošto su radnici bili zaštićeni propisanim ličnim zaštitnim sredstvima. Pored toga, imali su i posebnu prostoriju za povremeno zagrijavanje u toku hladnih dana. Svi ovi propusti doveli su do pojave požara u skladištu soli za posipanje ulica, koji nije prouzrokovao

veću materijalnu štetu samo zahvaljujući brznoj intervenciji radnika obezbjeđenja i upotrebi utovarivača za nabacivanje snijega i pijeska.

Sagledavši uzroke nastajanja požara, Komitet za ONO i DSZ naložio je i preduzimanje potrebnih mjera protivpožarne zaštite. Naloženo je da se plastične vreće bezuslovno sakupljaju u metalni kontejner i redovno odvoze do zainteresovane radne organizacije. Dalje, zabranjeno je bilo kakvo loženje vatre i paljenje plastičnih vreća. Zatim, naređeno je da se redovno nadziru radnici od strane odgovornih, kako ne bi došlo do neželjenih pojava. I konačno, OOUR u čijoj je nadležnosti bilo obezbjeđenje soli, morala je preduzeti i druge mjere a posebno upoznavanje radnika sa opasnostima i mjerama zaštite od izbijanja i širenja požara na tim i drugim poslovima.

Sve naložene i predviđene mjere dosljedno su provedene, tako da je otklonjena opasnost od nastajanja požara. Koliko je to bilo efikasno, pokazuje i podatak da od februara do danas u ovoj radnoj organizaciji praktično nije bilo pojave požara, što znači da su mjere provedene a opasnost od požara najozbiljnije shvaćena. No, zar treba da dođe do požara i da se na njemu opeku prsti, pa da se preduzmu mjere zaštite društvene imovine. To je suviše opasno i, umjesto rizika od nastajanja požara, moraju se preduzeti propisane i konkretne mjere zaštite, poruka je ovog iskustva koje nije tako ni malo. Tako ga je, bar za sada, prihvatio i ovaj sarajevski kolektiv i upro sve sile i raspoloživa sredstva da zaštiti živote ljudi i sačuva društvenu imovinu od ove opasne pošasti savremenog svijeta.

H. BARUČIJA

U ovoj rubrici objavljujemo u nekoliko nastavaka, prevod iz knjige N. A. ILINA: »Tehnička ekspertiza objekata oštećenih u požaru«, i to dio pod naslovom (Glava 2. u knjizi) »Ispitivanje vatrenog dejstva na građevinske konstrukcije objekata«. Knjiga je veoma interesantna i korisna za sve koji se bave problematikom zaštite od požara, procjenom objekata nakon požara itd. Podijeljena je u tri glave sa sljedećim nazivima:

1. Organizacija i metodika tehničkog pregleda objekata oštećenih u požaru,
2. Ispitivanje dejstva požara na konstrukcije objekata,
3. Tehnička dijagnostika armirano-betonskih konstrukcija oštećenih u požaru.

ISPITIVANJE DEJSTVA POŽARA NA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE

1. OSNOVNI PARAMETRI POŽARA

Izučavanje posljedica dejstva vatre na građevinske konstrukcije, po pravilu, započinje sa ispitivanjima parametara požara. Zato je neophodno da građevinski stručnjak, koji ocjenjuje otpornost na vatru građevinskih konstrukcija, izučuje razvijanje požara i ponašanje građevinskih konstrukcija za vrijeme dejstva požara, dalje, da odredi zone požarnog dejstva po dijelovima zgrade i pojedinim elementima konstrukcije; da ispituje temperaturni režim prirodnog požara po zonama i ocijeni progrev presjeka armirano-betonskih konstrukcija; da odredi vrijeme otpora građevinskih armirano-betonskih konstrukcija u odnosu na dejstvo požara; da objasni načine rušenja i obrušavanja građevinskih konstrukcija i njihovih elemenata.

Požar, po pravilu, prelazi kroz tri stadija razvitka (slika 1) [21, 27].

Početni stadij I (5—30 min) se karakteriše zapaljenjem materijala, kada se

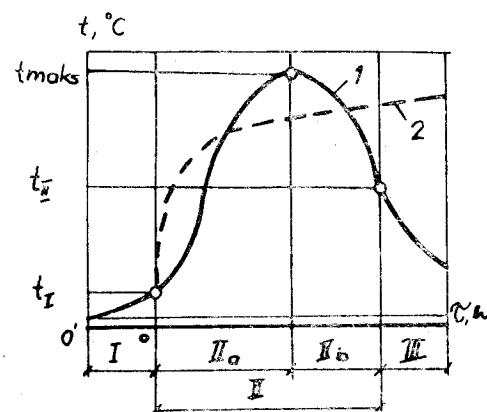
temperatura unutrašnjeg dijela požara neznatno povećava ($t_1 = 100—250^{\circ}\text{C}$).

Stadij II intenzivnog gorenja, karakteriše se brzim porastom temperature, stabilizacijom maksimalnih temperatura požara t_{max} i, zatim, naglim opadanjem do $t_2 = 600—400^{\circ}\text{C}$, pri čemu se progrev presjeka armirano-betonskih elemenata suštinski razlikuje od progrev pri standardnom temperaturnom režimu. Dio sa sporijim opadanjem temperature ispod t_2 karakteriše stadij III [9, 40].

Linearna brzina rasprostiranja požara po tvrdim gorivim materijama, drvenim oblogama je 1 m/min, po šupljinama drvenih konstrukcija 2 m/min, a pri gorenju tečnosti 20—30 m/min.

Sa povećanjem žarišta požara pojavljuju se konvektivne struje. Brzina kretanja konvektivnih struja, pri velikom požaru, je 100—1500 m/min (struje prelaze u vjhor). Konvektivne struje prenose toplotu po čitavom obimu zdanja, ako nema protivpožarnih zidova.

Sa razvitkom požara uvećava se i uticaj toplote (zračenjem) na konstrukcije. Usljed toga, temperatura u prostori, i na površini građevinskih konstrukcija, uređaja i gorivih materijala, raste. Kada se dostigne temperatura zapaljenja tih gorivih materijala, pojavljuju se nova žarišta požara.



Slika 1. Grafik izmjene temperature sa vremenom sredine u kojoj je požar

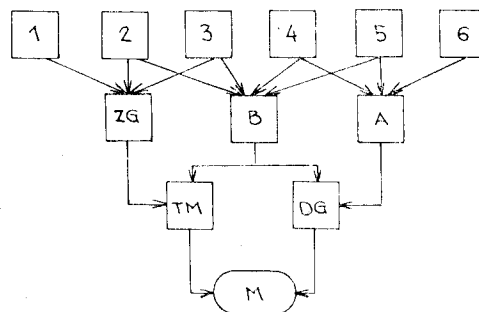
1. zavisnost »temperatura-vrijeme« prirodno gorenja u zgradi (pri gorenju tvrdih materija, materijala i građevinskih konstrukcija),
2. ista zavisnost za standardni požar u ispitnoj peći (sa korišćenjem tečnosti ili gasa kao goriva)

Razvoj požara u prostori zavisi od razmjera gorivog materijala, brzine njegovog izgaranja i prisustva kiseonika. Gorenje u zatvorenim prostorijama počinje brzo da se razvija pri dovoljnom dotoku vazduha. U suteranima i nadzemnim etažama, ako prozori u prostori nisu razbijeni i ako su vrata zatvorena, proces razvoja požara se usporava [27, 29].

Pri dijeljenju zdanja na požarne sektore zidovima i stropovima, napravljenim od negorivih materijala, razvoj požara se može ograničiti na prostori gdje je nastao.

Gubitak sposobnosti zadržavanja požara građevinskih konstrukcija može dovesti do širenja gorenja u susjedne prostori. Rušenje građevinskih konstrukcija pri požaru omogućava povećanje površine gorenja, otežava rad protivpožarnih jedinica i dovodi do velikih materijalnih šteta.

Požarno dejstvo na građevinske konstrukcije karakteriše se njegovom jačinom (slika 2). Jačina požarnog dejstva određuje se odnosom količine toplote požara prema vremenu njenog izdavanja. Količina toplote, emitovana sa jedinice površine je gustina toplotnog fluksa. Ona može biti slaba 25–50 MJ/m²h; umjerena 50–150 MJ/m²h; srednja 150–500 MJ/m²h; visoka, više od 500 MJ/m²h.



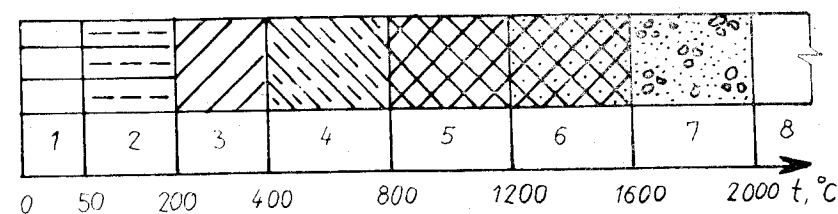
Slika 2. Osnovni faktori, koji utiču na jačinu požarnog dejstva

M — jačina požarnog dejstva; TM — maksimalna temperatura požara; DG — trajanje gorenja

ZG — požarno opterećenje; B — izmjena vazduha (dotok); A — akumulacija toplote u konstrukciji; 1 — vrsta goriva; 2 — količina goriva; 3 — raspored goriva; 4 — razmjer i konfiguracija prostori; 5 — površina i forma otvora; G — toplotna izolacija površina konstrukcije

Pri požaru, u zavisnosti od vrste i razmjera goriva, dotoka vazduha, količine toplote koja se oslobađa pri požaru i drugih faktora stvaraju se visoke temperature. Dijapazon tempera-

tura je dosta širok: od 500 do 2000°C. Japazon je pogodno razbiti na određene intervale (slika 3). Za ispitivanje otpornosti na požar armirano-betonskih konstrukcija ovaj di-



Slika 3. Klasifikacija temperatura požarnog dejstva, °C

1 — normalno 0–50; 2 — povišeno 50–200; 3 — umjereno visoko 200–400; 4 — visoko 400–800; 5 — umjereno jako 800–1200; 6 — jako 1200–1600; 7 — povišeno jačine 1600–2000; 8 — veoma jako, više od 2000.

Zavisnost između gustine toplotnog toka i jačine požara je prikazana u tabeli 1.

TABELA 1. Klasifikacija jačine požarnog dejstva

Jačina požarnog dejstva	Gustina toplotnog toka MJ/(m ² h)	Maksimalna temperatura požara, °C
Mala	25 — 50	200 — 400
Umjerena	50 — 150	400 — 800
Srednja	150 — 500	800 — 1200
Visoka	više od 500	više od 1200

NAPOMENA: Maksimalne temperature, navedene u tabeli, uzete su pri koeficijentu izmjene vazduha 1.

Po dužini trajanja požarno dejstvo na armirano-betonske konstrukcije zdanja može se podijeliti na pet klasa:

Klasa i naziv	Trajanje, h
1. Zapaljenje	0,4 — 0,6 (0,5)
2. Malog trajanja	0,7 — 1,5 (1)
3. Srednjeg trajanja (kratkotrajni požar)	1,6 — 2,5 (1)
4. Većeg trajanja (duži požar)	2,6 — 5,5 (4)
5. Velikog trajanja	više od 5,5

NAPOMENA: U zagradama je označena srednja dužina.

Po brzini povećanja temperature top lotnog toka moguće je odvojiti četiri temperaturna režima:

- 1 — Sporo povećanje temperature $\Delta V_t \leq 10$;
- 2 — umjereno, $10 > \Delta V_t < 20$; 3 — brzo $20 < \Delta V_t \leq 30$;
- 4 — osobito brzo $\Delta V_t > 30$ stepen/min.

U zavisnosti od vremena dejstva mak simalnih temperatura pri požaru razlikuju se sljedeći temperaturni režimi.

Klasa i naziv	Temperatura, °C	Trajanje h
1. Vihorni	više od 1200	više od 6
2. Jaki	800—1200	2—6
3. Umjereni	400—800	0,5—2
4. Slabi	200—400	Manje od 0,5

Najjači temperaturni režim se primjećuje u žarištu požara. U zoni vatre-nog vihora temperatura se povećava do 1200—1600°C, a na površini konstrukcija, bliskih žarištu požara, smanjuje se do 1000—800°C, a po mjeri udaljavanja od zone intenzivnog gorenja do 700—500°C.

Stubovi, grede, elementi rešetke pokrivke i druge vertikalne konstrukcije, postavljene izvan granica žarišta požara, podvrgavaju se neravnomjernom dejstvu požara, po visini elementa.

Najveća temperatura, za vrijeme požara registruje se na vrhu, a najmanja na dnu vertikalnih elemenata konstrukcije.

TABELA 2. Klasifikacija zona požarnog dejstva u zavisnosti od trajanja i maksimalnih temperatura

Zona požarnog dejstva	Intenzivnost požarnog dejstva	Trajanje, h	Temperatura, °C
1	Visoka	više od 6	Više od 1200
2	Povišena	2 — 6	1200 — 800
3	Umjerena	0,5 — 2	800 — 400
4	Slaba	manje od 0,5	Manje od 400

2. ODREĐIVANJE TEMPERATURA POŽARNOG DEJSTVA PO TRAGOVIMA POŽARA

Po pravilu, građevinski ekspert dolazi na mjesto požara poslije likvidacije gorenja, pa prema tome on treba da odredi temperature na dijelovima oštećenih građevinskih konstrukcija po tragovima požara. Usljed dejstva požara materije i materijali, od kojih su napravljene građevinske konstrukcije i aparati, i koji su bili u zoni dejstva visokih temperatura, trpe različite promjene. Te promjene su praćene karakterističnim tragovima koji su izraženi u izmjeni fizičkih, hemijskih i mehaničkih svojstava materija i materijala, u pojavi deformacija, rušenja ili u potpunom uništenju (izgaranju) dijelova zdanja. Pri tom materije i materijali, pošto ih je djelovanje visokih temperatura »obilježilo«, postaju prirodni* termoindikatori («termosvjedoci»).

Prirodni temoindikatori se dijele: na one koji mijenjaju boju na određenoj (kritičnoj) temperaturi i one koji se tope, kipe ili izgaraju na zadanoj temperaturi; one koji karakterišu određeno stanje dijela zdanja, građevinskih konstrukcija i uređaja poslije dejstva požara određene jačine.

Neki prirodni termoindikatori posjeduju svojstvo »pamćenja« temperature po presjeku, dužini i visini građevinskih konstrukcija. Ovim pripadaju rasprostranjeni građevinski materijali — beton, drvo, plastične mase.

Za vrijeme požara moguće su razne kombinacije faktora, koji utiču na temperaturni režim i ponašanje građevinskih konstrukcija. Osnovni faktori, koji određuju razorne posljedice požara u zdanju, su: požarno-tehnička karakteristika objekta, veličina optereće-

nja na elemente građevinskih konstrukcija, dužina trajanja plamena ili visoke temperature; temperaturni režim po dijelovima objekta (sa uzimanjem u obzir uslova dotoka i izmjene gasova u zonama gorenja i efekta hlađenja sredstava za gašenje).

Karakteristični tragovi (znakovi) koji govore o dejstvu visokih temperatura na konstrukcije, sa jedne strane se određuju konkretnim uslovima gorenja i zavise uglavnom od karakteristika i dužine trajanja toplotnog impulsa, a sa druge strane od vrste termoindikatora. Razmotrimo načine određivanja temperatura, kojim su bili izloženi materijali i konstrukcije pri požaru.

Ponašanje betona pri zagrijavanju određeno je promjenom njegovih komponenti i agregata i cementnog kamena [7, 20, 39]. Najopštiji znaci po kojima se može suditi o temperaturi koja je djelovala na beton, odnose se na izmjenu boje i zacrnjenje; sniženje tona zvuka pri udaru; odslojavanje i otkidanje; rasprskavajuća i mjestimična rušenja; izmjena elastičnih karakteristika i čvrstoće; fizičko-hemijskih svojstava; topljenje i tragovi vatrene erozije betona. Boja betona se mijenja u zavisnosti od vrste ispune i veziva. Pri temperaturi do 300°C teški beton prima crvenkastu nijansu, pri 400 do 600°C crvenkastu, pri 900—1000°C bijelosivu. U zoni intenzivnog gorenja na temperaturama višim od 800°C, velikog zacrnjenja, po pravilu, nema pošto čađ potpuno izgara. U zoni dejstva povišenih i umjereno visokih temperatura (100—400°C) može doći do znatnog taloženja čađi.

Pri udaranju čekićem, može se ustanoviti stepen oštećenja armature betona u požaru. Neoštećeni beton ima visoki ton zvuka, a sa povećanjem ste-

* Postoje specijalni termoindikatori čije je djelovanje zasnovano na izmjeni stanja, sjaja i boje nekih materijala pri zagrijavanju [24].

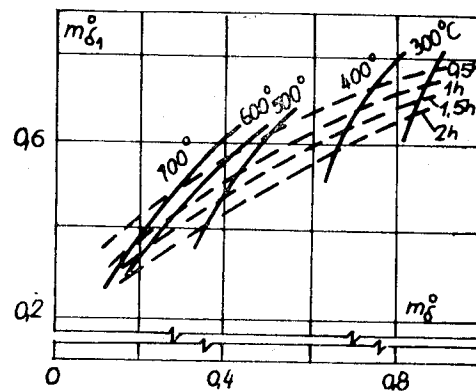
pena oštećenja betona zvuk postaje prigušen. Poslije djelovanja temperatura većih od 600°C, čekić pri udaru drobi beton na površini uzorka. Dio presjeka uzorka, progretog na više od 500°C, pri udaru srednje sile, odvaja se. Pri dejstvu umjereno visokih (200 do 400°C) i visokih temperatura (460 do 800°C) razrušenje betona ima relativno miran ili eksplozivan karakter. Pri relativno mirnom razaranju dolazi do temperaturnog »rasklimavanja« betona. To se objašnjava time što se kod teškog betona koeficijent linearnog temperaturnog širenja ispune, mijenja u velikom intervalu, usljed čega se prijanjanje sa cementnim kamenom naglo smanjuje, pri umjereno visokim temperaturama. Mikronaprslina u betonu se obrazuju pri temperaturama 300 do 466°C. Pri daljem rastu temperature nastaju makro-naprslina. Poslije zagrijavanja betona do 500°C pukotine se toliko povećavaju, da postaju vidljive golim okom. Širina pukotina je pri tome manja od 0,1 mm. Nakon djelovanja temperatura 400—800°C pukotine se intenzivnije razvijaju. Širina otvora površinskih pukotina je 0,5—1 mm. Uzroci, progreti do centra presjeka temperaturama višim od 700°C poslije hlađenja se razruše. Vlaženje uzoraka betona, zagrijanog do 600°C, pridonosi njihovom potpunom razaranju [11, 20].

Eksplozivno razaranje betona u periodu požara nastaje u statički neodređenim, prenapregnutim i tankim elementima, a takođe kod armirano-beton-skih konstrukcija, napravljenim od autoklavni dobro isparenih visokokvalitetnih betona. U uslovima požara beton se rasprskava poslije 10—20 minuta intenzivnog dejstva požara na armirano-betonske konstrukcije. Rasprskavajuće razaranje može da se dešava neprekidno u radijusu žarišta požara na površini konstrukcija, na koje neposredno djeluje plamen. Ovakvo razaranje betona se dešava, po pravilu, pri brzom zagrijavanju površine elementa (nepo-

sredno djelovanje plamena, jak temperaturni režim, visoka gustina toplotnog fluksa). Pritom, temperatura na površini betona je 700—900°C. U slučaju umjerenog povećanja temperature rasprskavanje betona se dešava pri 1000 do 1200°C i više.

Konstrukcije, koje su bile pod dejstvom povišenih i visokih temperatura (do 700°C), mogu se odrediti po promjeni brzine rasprostiranja ultrazvuka (slika 4) [16], pri poznatoj čvrstoći oštećenog betona i dužini dejstva požara.

Temperaturu zagrijavanja višu od 200°C, u zavisnosti od promjene fizičkog stanja betona ili njegovog hemijskog sastava, moguće je odrediti metodom termičke analize [6, 23].



Slika 4. Nomogram za određivanje temperatura zagrijavanja teškog betona, M 200, u zavisnosti od zaostale čvrstoće betona poslije njegovog hlađenja $m_b^0 = R_{pr,t}/R_{pr}$ i brzine prostiranja ultrazvuka $m_b^0 = V_t/V$.

Za vrijeme dugih požara, sa visokom gustinom toplotnog fluksa, moguće je topljenje nekih komponenti betona. Tako, na temperaturi 1100—1150°C, dolazi do topljenja keramzita, pri 1300 do 1500°C feldspata, koji ulaze u sastav granitnog agregata; pri 1700—1710°C — kremnezoma; pri 2000—2050°C — gli- nozoma.

Na razvoj termičke erozije betona suštinski uticaj ima požarno dejstvo sa

temperaturama 400—800°C, a još veći sa temperaturama 800—1200°C. Pri temperaturama, višim od 1200°C zaštitni sloj betona se intenzivno razara, lako topive i teško topive komponente betona se tope. Za vrijeme dejstva požara sa vrlo visokim temperaturama vatre-

na erozija betona poprima katastrofalan karakter. Ova pojava nastaje usljed topljenja ne samo teško topivih, već i vatrootpornih komponenti betona. Prema tome, po tragovima termičke erozije betona može se suditi o stepenu zagrijavanja betona poslije požara.

Temperatura, °C	Forma pojavljivanja požarne erozije betona
200—400	umjerena — smanjenje čvrstoće i deformacionih karakteristika
400—800	ubrzana — narušavanje strukture
800—1600	brza — topljenje ne-vatrootpornih komponenti
Više od 1600	izrazito brza — topljenje vatrootpornih komponenti

Najkarakterističniji tragovi, po kojima se sudi o temperaturama zagrijavanja, koje su djelovale na građevinski čelik, jesu: izgaranje gorivih materijala i bubrenje vatrozaštitnih premaza, izmjena boje čelika i karakter zacrnjenja konstrukcija, obrazovanje svijetle okaline na površini metala, topljenje metala, termička erozija, isparavanje metala, »progori« tankih presjeka elemenata metalnih konstrukcija.

Metalni elementi, koji nisu zaštićeni od vatre i koji su u sastavu građevinskih konstrukcija (tanki zidovi), posebno su osjetljivi na toplotni tok. To se najjasnije ispoljava kod čeličnih mreža pokrivki.

Masivni presjeci metalnih stubova imaju temperaturne deformacije obično u gornjem, nadkranskom dijelu.

Premazi, nanoseni na građevinske čelike, izgaraju na temperaturi koja odgovara temperaturi zapaljenja te vrste premaza. Po karakteru gorenja prema- za lako se ustanove mjesta najintenzivnijeg gorenja.

Poslije djelovanja povišenih temperatura na građevinske čelike njihova površina dobija karakteristično obojenje, a sam čelik postaje plastičan (dolazi do prekoračenja granice plastičnosti). Pojava boja na površini se dešava poslije kaljenja sa samootpuštanjem na temperaturama 200—300°C. Ova pojava se objašnjava nastajanjem, na čistoj metalnoj površini, tankih slojeva oksida. Boja sloja oksida zavisi od njegove debljine.

Boja čelika	Debljina sloja oksida, 10 ⁻⁶ m	Temperatura zagrijavanja
Svijetložuta	0,04	220—230
Tamnožuta (boja slame)	0,045	231—240
Narandžasta	0,5	241—260
Crveno-ljubičasta	0,065	261—280
Modra	0,07	281—300

Povišene temperature (do 200°C) neznatno utiču na deformacije (iskrivljenje, izgibi, itd.) elemenata metalnih konstrukcija. Sa porastom temperatura zagrijavanja do 300°C i više, zaostala iskrivljenja elemenata metalnih konstrukcija poslije požara se povećavaju. Opterećeni elementi metalnih konstrukcija poslije zagrijavanja od 550—600°C imaju značajne deformacije, usljed čega se poslije kratkotrajnog (15—20 min) dejstva visokih temperatura konstrukcije ruše.

Pri umjereno visokim temperaturama (800—1200°C) na površini čeličnih nenosivih konstrukcija pojavljuje se svijetla okalina.

Dejstvo temperatura od 1100—1300°C dovodi do pregrijavanja čelika, izmjenе njegove strukture i smanjenja mehaničkih svojstava.

Tragovi topljenja građevinskog čelika svjedoče o temperaturama zagrijavanja od 1300—1400°C. Poslije zagrijavanja na temperature više od 1400°C, na površini čelika se obrazuju rastopine i tvrda krta kora sivkastoplave ili crne boje.

Za određivanje temperatura požara, koje djeluju na noseće armirano-beton-

ske konstrukcije, služe karakteristični tragovi koji svjedoče o stanju betona, armature i armirano-betonskih konstrukcija poslije dejstva požara. Tragovi, koji određuju temperaturu zagrijavanja betona, već su opisani.

Razmotrimo znakove koji karakterišu temperaturu zagrijavanja armaturnih čelika armirano-betonskih konstrukcija.

Armatura armirano-betonskih konstrukcija, sa zaštitnim slojem betona, na manjim od dijametra šipke, u uslovima kratkotrajnog požara (0,5—2 h), zagrijava se od 200—800°C.

Pri otpadanju zaštitnog sloja betona u početnom stadiju požara, temperatura zagrijavanja armature je znatno viša (1000—1200°C). Pri temperaturi višoj od 1300°C armaturni čelik postaje pregoren.

Po težini oštećenja od strane požara, armirano-betonske konstrukcije se dijele na razrušene, havarijske, teško oštećene, sa srednjim i slabim stepenom oštećenja [10].

Maksimalne temperature na površini armirano-betonskih konstrukcija, koje su oštećene pri požaru, približno se mogu uzeti po podacima iz tabele 3.

TABELA 3. Maksimalne temperature a izloženoj površini armirano-betonskih konstrukcija u zavisnosti od dužine dejstva požara i stepena oštećenja

Oštećenja konstrukcije	Maksimalne temperature, °C, pri trajanju požara 1 h		
	01—05	05—2	2,1—6
slaba	500 (± 50)	400 (± 50)	300 (± 50)
srednja	700 (± 100)	600 (± 50)	500 (± 50)
jaka	1000 (± 100)	800 (± 100)	700 (± 100)
havarijska	—	1200 (± 100)	1000 (± 100)
ruševinska	—	više od 1300	više od 1200

O dejstvu visokih temperatura na zid od opeke i na drvene konstrukcije može se suditi po promjeni njihovog stanja.

Temperatura, °C	Promjena stanja pri požaru
Silikatna opeka	
300	Porast čvrstoće do 60% od prvobitne
600	Početak smanjenja čvrstoće
700	Smanjenje čvrstoće za 5 puta intenzivno nastajanje pukotina
900	Smanjenje čvrstoće za 5 puta, intenzivno nastajanje pukotina
Glina opeka	
800—900	Nastajanje malih površinskih pukotina, intenzivnije nastajanje pukotina u cementno-pješčanom rastvoru
900—1000	Neznatno otpadanje uglova opeke, ljuštenje površine rastvora
1000—1200	Jako oštećenje, sloja, zida na 10—15 mm, otpadanje slojeva, drobljenje rastvora na 15—20 mm
1200—1350	Omekšanje lako-topivih glina na dubini progrevanja.
Gipsani malter	
200—300	Obrazovanje čestih tankih naprslina (zaostala čvrstoća je 3% od prvobitne)
600—700	Intenzivno otvaranje pukotina (zaostala čvrstoća je manja 20% u odnosu na prvobitnu)
800—900	Razaranje gipsnog kamena poslije hlađenja, hidratacije oksida kalcija
Cementno-pješčani malter	
400—600	Pojava ružičaste nijanse
800—900	Pojava blijedo sive nijanse
Krečnjački malter	
600—800	Odslojavanje tankog sloja gari
Više od 900	Odslojavanje tankih slojeva maltera (u toku 2—3 nedjelje poslije požara)
D r v o	
110	Isparavanje sa odvajanjem isparljivih materija
110—150	Pojava žute boje
150—250	Pojava smeđe boje
250—300	Pojava tragova zapaljenja drveta
400—600	Neznatno ugljenisanje po dubini
600—800	Obrazovanje krupno-poroznog drvenog uglja
800—1000	Znatno izgaranje sitno-poroznog uglja
Više od 1000	Potpuno izgaranje drveta, rušenje konstrukcija

Stanje uređaja, mašina, elektroaparatura, detalja građevinskih konstrukcija, napravljenih sa primjenom aluminijuma i plastičnih masa, cjevovoda, ostakljenja, na krovovima, prozorima i vratima, takođe omogućava određivanje temperatura koje su na njih djelovale (tabela 4).

TABELA 4. Stanje nekih negorivih materijala poslije dejstva temperatura [7, 10].

Materijal	Primjena	Temperatura	Stanje poslije požara
Olovo i babil	Pri montaži unutrašnjeg vodovoda. Hidroizolacioni radovi. Omoti kablova	330—350	Topljenje, otvrdnjavanje u vidu kapi
Cink	Montaža unutrašnjeg vodovoda	400—430	Topljenje
Aluminij i njegove legure	Sitni detalji mašina, detalji građevinskih konstrukcija	600—650	"
Staklo, lijevano	Ostakljenje većih otvora, posude	700—750	Topljenje
Ravno staklo (prozorsko)	Obično ostakljenje	800—850	Topljenje
Srebro	Detalji mašina, posude	950—960	Otvrdnjavanje u vidu kapi
Mesing	Ručke za vrata, ključaonice, koturi	900—1000	"
Bakar i bronza	Ramovi prozora Električni kablovi i provodnici	1000—1100	"
Gvožđe	Cijevi, radijatori postolja mašina	1100—1200	Obrazovanje kapi

NAPOMENE: 1. Podatke o maksimalnim temperaturama kod požara, po dijelovima objekta, treba uzeti sa popravkom u vezi sa oblikom i karakterom odvođenja toplote pri požaru.

2. Temperatura zagrijavanja produkata gorenja, koji obavijaju konstrukcije objekata, može se karakterizirati prema temperaturama topljenja nesagorjelih materijala: parafina 40—60, polistirola, polietilena 100—130, kaučuka 125, poliuretana 180, olova 232, najlona i lavsana 250°C.

Prevod:
Dr Esad HADŽISELIMOVIĆ, dipl. fiz.

LITERATURA

- [1] Alekašenko A. A., Košmarov J. A., Molčadski T. S., Teplomasperenos pri požare — Moskva, Stroizdat, 1982, 175 str.
- [2] Baškircsev M. P., Bubir N. F., Mihaev N. A., Osnove protivpožarne teplofizike Moskva, Stroizdat, 1978, 200 str.
- [3] Birger I. A., Tehničeskaja dijagnostika — Moskva, Mašinstroenie, 1978, 240 str.
- [4] Boiko M. D. Tehničeskaja eksploatacija zdani i sooruženii Lenjigrad, Stroizdat, 1980, 104 str.
- [5] Burak L. J., Rabinovič G. M., Tehničeskaja ekspertiza žilih domov staroi za stroiki, — Lenjingrad, Stroizdat, 1977, 160 str.
- [6] Gorškov V. S. »Timašev« V. V., Saveljev V. G., Metodi fiziko-hemičeskoga analiza vjažućih veščestv, — Moskva, Višaja škola, 1981., 335 str.
- [7] Zenkov N.I., Stroitelni materijali i povedenije ih u uslovjah požara — Moskva, VIPTŠ MVD SSSR, 1974, 176 str.
- [8] Ilin N. A. »Ispitanie železobetonih konstrukcii oštećenih požarom i ocenka ih prigodnosti dijadelneiški eksploatacii«. U knjizi Železobetonni konstrukcije. Eksperimentalno-teoretičarska isledovanja Kuibišev, KuISI, 1979, 140—150 str.
- [9] Ilin A. A., Ogněkostoikost železobetonih i kamenih konstrukcii, Kuibišev, Ku ISI, 1974, 56 str.
- [10] Ilin N. A., Posledstvija ognjevogo vōdeistvija na železobetonie konstrukcii — Moskva, Stroizdat, 1979, 128 str.
- [11] Isledovanja u oblasti žarostoinog betona — Moskva, Stoiizdat, 1981. 110 str.
- [12] Ispitanie sbornih železobetonih konstrukcii (Komar A. G., Dubrovin S. N. i dr.). — Moskva, Višaja škola, 1980, 292 str.
- [13] Komisarčik R. G., Metodi tehničeskogo obsledovanja remontirenih zdani — Moskva, Stroizdant, 1975, 89 str.
- [14] Leščinskii M. J., Ispitanie betona — Moskva, Stroizdat, 1980, 360 str.
- [15] Liljanov I. S., Šerstjukov N. G., Metrologija, sredstva i metodi kontrologa kačestva v Sporefelstre — Moskva, Stroizdat, 1979, 223 str.
- [16] Makagonov V. A., Beton u uslovijah visoko.temperaturnog nagreva. Moskva, Stroizdat 1979, 87 str.
- [17] Metodika obsledovanja i proektovanja osnovi i fundamentov pri kapitalnom remonte, rekonstrukcii i nadstroike zdani — AKH, Moskva, Stroizdat, 1972, 287 str.
- [18] Mihno E. P. Likvidacija posledstvii požarov i stihinih bedstvii — Moskva, Atomizdat, 1979, 424 str.
- [19] Mohanov V. T. Metodi isledovanja požarni opasnosti veščestv — Moskva, Himija 1979, 424 str.
- [20] Neknasov K. D., Žakov V. V. Guljaeva V. D., Tjaželi beton u uslovijah povišenih temperaturi — Moskva, Stroizdat, 1972, 128 str.
- [21] Ogněkostoikost konstrukcii (Bušev V. P. Pčelincev V. A., Fedorenko V. S., Jakovlev A. J.). Moskva, Stroizdat, 1971, 261 str.
- [22] Perkins F., Železobetonni sooruženija, Remont gidroizolacija i zaštita — Moskva, Stroizdat, 1980, 256 str.
- [23] Preobraženskii V. A., Teplotehničeski izmerenija i pribori — Moskva, Energija 1978, 703 str.
- [24] Pribori za nerazrušajuščego kontrolja materialov i izdeleii (pod red. V. V. kljuera). — Moskva, Mašinstroenie, 1976 717 str.
- [25] Rekomendacii po naturnim obsledovanijam železobetonih konstrukcii — Moskva, NI/ŽB, 1972, 77 str.
- [26] Ržanicin A. P., Teorija zaštiti stroitelnih konstrukcii na nadežnost — M. Stroizdat, 1978, 240 str.
- [27] Rojtman M. J., Požarnaja profilaktika v stroitelnom dele. . . — Moskva, VIPTŠ MVD SSSR, 1975, 525 str.
- [28] Romanenkov I. G., Kirpičnikov G. M., Požarnaja bezopasonost zdani i sooruženii — Moskva, CINIS GOSSTROJA SSSR, 1977, 55 str.
- [29] Romanerova P. N., Košmarov J. N., Baškircsev M. P., Termodinamika i teploperedača v požarnom dele — Moskva, VIPTŠ MVD SSSR, 1977, 415 str.

- [30] Rukovodstvo, po konstruisovaniju betonih i železobetonih konstrukcij iz tjaželogo betona (bez predvaritelrogo najisjaženija). — Moskva Stroiizdat, 1978, 174 str.
- [31] Rukovodstvo po opredeleniju i ocenke pročnosti betona v konstrukcijah udarnii i souruženii — Moskva, Stroiizdat, 1979, 31 str.
- [32] Rukovodstvo po proektirovaniju betonih i železobetonih konstrukcij iz Aja želogo betona (bez predvaritilenogo naprijaženija) — Moskva Stroiizdat, 1977, 325 str.
- [33] Rukovodstvo po proektirovaniju betonih i železobetonih konstrukcij, prednaznačenih dija raboti v uslovijah vozdeistrija povišenih i visokih temperatura — Moskva, Stroiizdat 1978, 345 str.
- [34] Rukovodstvo po povedeniju naturnih obsledovanii provišlenih zdanii i sooruzenii — Moskva, Stroiizdat, 1975, 102 str.
- [35] Rukovodstvo po proektirovaniju predvaritelno-naprijaženih železobetonih konstrukcij iz tjaželogo betona — Moskva, Stroiizdat 1977, str. 285.
- [36] Rukovodstvo po eksploatacii stroitelivih konstrukcij proizvedstvenih zdanii promišlenih predpriatii — Moskva Stroiizdat, 1981, 56 str.
- [37] Smoleskaja N. G. Rojtman A. G., Kirilov V. D., Sovremeni metodi obsledovanija zdanii — Moskva, Stroiizdat, 1979, 148 str.
- [38] Sudakov V. V. Kontrol pačestva i nadležnosti železobetonih konstrukcij — Leningrad, Stroiizdat, 1980, 167 str.
- [39] Sičev V. M. Žukov V. V., Ognkostoinost stroitelnih konstrukcij — Moskva CINIS GOSSTROJA SSSR, 1976, 60 str.
- [40] Teploperedatca pri požare (pod. red. P. Blekštra) — Moskva, Stroiizdat, 1981, 164 str.
- [41] Fedatov A. I., Uljanov A. I., Megorskid B. V., Požarno-tehničeskaja ekspertiza. Organizacija i provedenie — Moskva, VIPTŠ MVD SSSR, 1978, 210 str.
- [42] Fizdel I. A. Defekti v konstrukcijah i Sooruzenijah i metodi ih ustrajenija — Moskva, Stroiizdat, 1978, 160 str.
- [43] Furaev M. S. Tehnika bezopasnosti pri razborke zdanii i sooruzenii — Moskva, Stroiizdat, 1971, 49 str.
- [44] Šelihov S. N., Mazurin L. I., Mitkina L. V., Kontrol kačestva stroitelnih robot. — Moskva, Stroiizdat, 1981, 512 str.
- [45] Jakubovskii B. V., Ermolaev N. N., Arkidin D. V. Ispitanie zelezobetonih konstrukcij i sooruzenii — Moskva, Visšaja škola, 1965, 276 str.

Proizveden kratkometražni kolor film »Zaštita od požara u drvnoprerađivačkoj industriji«

I FILMOM PROTIV VATRE

Smatra se da će ovo audio-vizuelno sredstvo uveliko doprinijeti smanjenju uticaja ljudskog faktora kao uzročnika pojave nekontrolisane vatre

Poslije svestranih priprema, snimanja i sinhronizacije, nedavno je završen prvi vaspitno-obrazovni kratkometražni film na temu »Zaštita od požara u drvno-prerađivačkoj industriji«. Producenti su: RO Institut zaštite od požara i eksplozije — Sarajevo i Zajednica osiguranja imovine i lica »Sarajevo«, proizvođač: »Jadran-film« — Zagreb, a snimanje je obavljeno u saradnji sa složenim organizacijama udruženog rada ŠIPAD — Sarajevo i »KRIVAJA« — Zavidovići.

Želeći da se omogući očigledno obrazovanje radnika iz domena požarno-eksploziona zaštite, u ovom filmu su, na osnovu do sada zabilježenih požara, prikazani najčešći uzroci i posljedice nekontrolisane vatre, te predstavljene konkretne mjere preventivne, kao i represivne zaštite.

Mada sam naslov strogo opredjeljuje određenu tematiku, ovo audio-vizuelno sredstvo, u svakom slučaju, može korisno poslužiti kako svim organizacijama udruženog rada, tako i strukturama civilne zaštite i društvene samozaštite u sprovođenju obuke iz zaštite od požara i eksplozije.

Posebno težište u filmu stavljeno je na dominantnost ljudskog faktora kao uzročnika nastajanja vatrenih stihija. Naime, prema statističkim podacima,

više od dvije trećine svih požara uzrokuje čovjek — usljed nepažnje, nebrige, površnosti u radu nepridržavanja uputstava i propisa ili nesprovođenja mjera naloženih od strane nadležnih organa.

Film je proizveden na formatu trake 16 milimetara, u kolor-tehnici, ozvučen i traje 22 minuta. Pored srpskohrvatske jezičke verzije, obavljena je sinhronizacija i na engleskom jeziku. Takođe je izvršen prepis na video-kasete.

Cijena jedne tonske kopije filma iznosi 70.000,00 dinara. Narudžbe se šalju na adresu: RO Institut zaštite od požara i eksplozije, 71000 Sarajevo, Romanijska broj 10.

S obzirom na njegovu koncepciju i sadržinu, ovaj edukativni film u potpunosti udovoljava svojoj svrsi i namjeni, te će, kroz korištenje u obuci kadrova i radnika, značajno uticati na smanjenje učešća ljudskog faktora kao uzročnika pojave nekontrolisane vatre i ukupnog broja požara i materijalnih šteta. Na taj način će se uveliko doprinijeti efikasnijoj preventivnoj zaštiti od požara ne samo u organizacijama udruženog rada drvno-prerađivačke industrije, već i požarno-eksploziona zaštiti uopšte, kao i ostvarivanju mjera iz dugoročnog programa ekonomske stabilizacije.

Drugo, izmijenjeno i dopunjeno izdanje

PRIRUČNIK ZA RUKOVANJE ZAPALJIVIM TEČNOSTIMA I GASOVIMA

Institut zaštite od požara i eksplozije u Sarajevu ovih dana je izdao drugo, izmijenjeno i dopunjeno izdanje »Priručnika za rukovanje zapaljivim tečnostima i gasovima«, koje je usklađeno sa najnovijim propisima iz ove problematike.

Priručnik je koncipiran tako da o-buhvata gradivo predviđeno Pravilnikom o stručnoj spremi i načinu provjere stručnog znanja lica koja mogu rukovati eksplozivnim materijama i lica koja mogu rukovati zapaljivim tečnostima i gasovima u prometu. U tom smislu ova publikacija obrađuje:

— osnovne pojmove o fizičko-hemijskim osobinama zapaljivih tečnosti i gasova,

— osnovne uslove koji se zahtijevaju prilikom rukovanja i smještaja zapaljivih tečnosti i gasova,

— uskladištavanje zapaljivih tečnosti,

— uskladištavanje zapaljivih gasova,

— posebno izgrađene objekte kao stanice za snabdijevanje gorivom motornih vozila,

— električne uređaje i instalacije na mjestima ugroženim eksplozivnim smjesama,

— prevoz zapaljivih tečnosti i gasova,

— gašenje požara i osnovne pojmove o uređajima, aparatima i sredstvima za gašenje i dojavu požara,

— odgovornost za nepridržavanje zakona i drugih propisa i samoupravnih opštih akata o zaštiti života, zdravlja i bezbjednosti ljudi, materijalnih dobara i čovjekove sredine pri smještaju i rukovanju zapaljivim tečnostima i gasovima.

Prema tome priručnik je prvenstveno namijenjen licima koja rukuju ili koja na bilo koji način dolaze u kontakt sa zapaljivim tečnostima i gasovima, a može korisno da posluži inspektorima zaštite od požara, kao i projektantima, inženjerima i tehničarima koji rade u projektnim organizacijama, školama i fakultetima gdje se izučavaju zapaljive tečnosti i gasovi.

Autori su: Milovan Kralj, dipl. pravnik, Refik Pirić, dipl. inž. maš., Haki-ja Deović, dipl. inž. hem., Tomislav Bukša, dipl. inž. hem., Zakira Kazić, dipl. inž. teh. i Damir Krajačić, dipl. inž. el.

Publikacija ima 96 strana B-5 formata (17×24 cm). Štampala je ŠRO »Graficar« — Doboj u tiražu od 2.000 primjeraka. Cijena jednog primjerka je 250,00 dinara. Može se naručiti na adresu: RO Institut zaštite od požara i eksplozije, 71000 Sarajevo, Romanijska broj 10.

ZAKON O ZAŠTITI OD POŽARA, SA KOMENTAROM I REGISTROM POJMOVA

U izdanju Instituta zaštite od požara i eksplozije takođe je izašlo iz štampe drugo izdanje brošure »Zakon o zaštiti od požara, sa komentarom i registrom pojmova«.

Na izradu komentara i objašnjenja odredaba izdavač se opredijelio, prije svega, iz razloga što je kod primjene ranijeg Zakona, naročito pojedinih njegovih članova, bilo dosta teškoća i nesnalaženja u praksi. Kao posebno poglavlje ove publikacije dat je pregledan registar zakonskih pojmova.

Brošura je koncipirana tako da doprinese lakšem i bržem snalaženju u primjeni odredaba Zakona o zaštiti od požara, prvenstveno odgovornim licima u organizacijama udruženog rada, projektantima i drugim kadrovima ko-

ji se bave ovom problematikom, a time i daljem razvoju i unapređivanju stanja zaštite od požara u Republici.

Autori ove publikacije su Milovan Kralj i Milan Križanović, sa saradnicima Hajrudinom Hodžićem, Hajrijom Redžepović, Bećinom Zečićem, Anki-com Zuković, Hakijom Deovićem i Rešadom Viteškićem.

»Zakon o zaštiti od požara, sa komentarom i registrom pojmova« je obima 116 strana formata B-6 (11,5×16,5 cm). Tiraž: 1.500 primjeraka. Štampa: ŠRO »Graficar« — Doboj. Cijena po jednom primjerku je 200,00 dinara.

Porudžbine se šalju na adresu: RO Institut zaštite od požara i eksplozije, 71000 Sarajevo, Romanijska broj 10.

Časopis Američkog hemijskog društva *CHEMICAL ABSTRACTS* predstavlja važan izvor informacija o radovima, patentima, knjigama i drugim publikacijama iz raznih oblasti nauke i tehnike. Sekcija broj 50 iz tog časopisa, pod nazivom *Propellants and Explosives*, donosi apstrakte radova iz širokog područja eksplozija, od kojih neke predvodimo i objavljujemo u našem časopisu »Požar — eksplozija — preventiva«. Kopije originalnih radova mogu se besplatno dobiti na zahtjev upućen autorima na adrese navedene poslije naziva apstrakta.

R. J. SPEAR, W. S. WILSON: **Pregled novijih prilaza sintezi vrlo eksplozivnih i energetiziranih materijala**, Mater. Res. Labs, Melbourne, Australia, Report 1982, MLR-R-850, AR-003-031, 65 strana (Eng.).

Dat je pregled sinteze energetiziranih materijala u zadnjih 10—15 godina. Najveća aktivnost se ogledala u sintezi šest različitih vrsta spojeva: polinitro alifatski, dinitrofluorometil spojevi, difluoroamino spojevi, azido spojevi, polinitro aromatski i heterociklični spojevi. Svaka klasa ovih spojeva je obrađena unutar pojedinih sekcija koje sadrže opis sinteze osnovnih materijala, strategije za njihovu transformaciju u krajnje produkte, kao i efikasnost, odnosno ograničenja provedenih reakcija. Najveći dio pregledane literature se odnosi na novije spojeve, ali su opisane i nove, ili poboljšane sinteze spojeva za koje se od ranije zna da posjeduju korisne osobine. Na kraju su ukratko opisana predviđanja eksplozivnih karakteristika na osnovu poznavanja molekularne strukture spojeva.

Chem. Abstr., Vol 99, Obstr. No. 9839 h (1983).

Y. YOSHIKAWA, H. KUBOTA: **Eksperimentalno ispitivanje zapaljivosti celuloze u plinskoj fazi termalnim zračenjem**, Dep. Mech. Eng., Tokyo Inst. Technol., Tokyo, Japan 152, Symp. (Int.) Combust., (Proc.), 1982, 19 th, 787—95 (Eng.).

Ispitan je mehanizam zapaljivosti u plinskoj fazi krutog materijala. Mali briketi celuloze su bili ozračeni pomoću ksenonove lampe, a vremenske i prostorne varijacije temperature i koncentracije plinovitih goriva u gasnoj fazi su precizno praćene za vrijeme početka paljenja pomoću Mach-Zehnder-ovog interferometra i jednog specijalno projektovanog sakupljača uzoraka plina. Prije početka zapaljenja detektovane su male količine hidrokarbona. Dominantni plinovi u produktima pirolize u plinskoj fazi su bili CO i CO₂, a pojavljivali su se kratko nakon početka ozračivanja. Smatra se da se zapaljenje kontroliše putem reakcije tih spojeva. Identifikovana je tačka zapaljivosti pri kojoj se prvo pojavljuje jezgro plamena, a prelaz od početka gorenja do kvazi-stacionarnog plamena je praćen pomoću Schlieren-ovog sistema.

*Copyright, American Chemical Society, 1983.

Chem. Abstr., Vol. 99, Abstr. No. 7846 h (1983).

S. P. SINGH, R. K. PRASAD: **Analiza produkata sagorijevanja nesimetričnog dimetil hidrazina sa dušičnom kiselinom i vjerovatni mehanizam reakcije**, Dep. Chem., R.D.S. Coll., Muzaffarpur, India, *J. Indian Chem. Soc.*, 1983, 60(2), 170—5 (Eng.).

Produkti reakcije nesimetričnog dimetil hidrazina (UDMH) sa HNO_3 su istraživani pri uslovima sagorijevanja i neposredno pred sagorijevanje. Analiza tečnih produkata reakcije je vršena primjenom spektroskopskih metoda (UV, IR, NMR i masena spektroskopija), dok su plinski i neki tečni produkti reakcije analizirani plinskom kromatografijom. Za ovu reakciju je predložen mehanizam reakcije na bazi poznate hemije UDMH i HNO_3 , kao i reakcija i poznatih intermedijera, kao i na bazi analognih reakcija sličnih reagenasa.

Chem. Abstr., Vol. 99, Abstr. No. 7852 g (1983).

R. P. RASTOGI, A. P. RAO, V. SYAL: **Unificirani model kataliziranog i nekataliziranog razlaganja amonijum perklorata**, Chem. Dept., Gorakhpur Univ., Gorakhpur, 273001, India, *Combust. Flame*, 1983, 51(2), 177—82.

Istraženo je katalizirano i nekatalizirano termalno razlaganje NH_4ClO_4 različite veličine čestica pri 220—315°C. Rezultati su obrađeni integriranim oblikom jednačbe $d\alpha/dt = (\alpha - b\alpha)^2 + (1 + d\alpha)$, gdje α označava frakciju razlaganja u vremenu t , a a , b i d su konstante. Pri nižim temperaturama je proizvod $d\alpha \ll 1$, dok je pri višim temperaturama $d\alpha \gg 1$. Konstante a , b i d zavise vrlo jako od temperature. Energija aktivacije procesa asociranog sa a i b iznosi 45 ± 1 kcal/mol, a asociranog sa d 42 ± 1 kcal/mol.

Chem. Abstr., Vol. 99, Abstr. No. 7853 h (1983).

C. M. GUIRAO, R. KNYSTAUTAS, J. H. LEE, W. BENEDICK, M. BERMAN: **Detonacija hidrogen-zrak**, McGill

Univ. Montreal, PQ Can., Symp. (Int.) Combust., (Proc.), 1982, 19 th, 583—90 (Eng.).

Osjetljivost smjesa hidrogen-zrak na detonaciju procijenjena je mjerenjem fundamentalnih parametara koji karakteriziraju mikrostrukturu detonacije, naime, detonacionu ćeliju prečnika λ . Na osnovu podataka o prečniku ćelija dobijene su razumne procjene parametara makroskopskih detonacija, kao npr. kritični prečnik cijevi i kritična energija iniciranja na što upućuju eksperimenti provedeni simultano na maloj i velikoj skali, kao i jednostavni analitički modeli. Kritični prečnici cijevi izmjereni ovim eksperimentima pokazuju valjanost empirijskog pravila V. Mitrofanov-a i R. Solonkhin-a (1965) da kritični prečnik cijevi, d_c , iznosi oko 13λ za smjese H_2 -zrak. Sa kritičnim prečnikom cijevi od 20 cm stehiometrijske smjese H_2 -zrak su samo nešto manje osjetljive na detonaciju od stehiometrijskih smjesa C_2H_2 -zrak ($d_c = 12$ cm). Sporiji porast kritičnog prečnika cijevi u smjesama H_2 -zrak znatno povećava opasnost od detonacije tih smjesa bogatih gorivom. Pomoću jednog jednostavnog odnosa za energiju iniciranja na osnovu parametra λ , mogu se dosta dobro predvidjeti kritične energije iniciranja koje je J. Elsworth mjerio eksperimentalno na maloj skali (privatna informacija, 1981). Predloženi su kriterijumi za granice detekcije bazirane na λ , za volumene smjesa pod različitim graničnim uslovima (tj. stupnju okruženja). Ovi kriterijumi omogućavaju praktičnu procjenu minimalnih dimenzija oblaka za samoodržavajuću propagaciju detonacije eksplozija akcidentalnih oblaka para.

Chem. Abstr., Vol. 99, Abstract No. 7860 h (1983).

J. N. Johnson, C. L. MADER, S. GOLDSTEIN: **Radne karakteristike komercijalnih eksploziva**, Los Alamos Natl. Lab., Los Alamos, NM 87545,

USA, *Propellants, Explos., Pyrotech.*, 1983, 8(1), 8—18 (Eng.).

Akvarijumski test predstavlja dokazni način dobijanja podataka o neidealnim karakteristikama komercijalnih eksploziva. Optički podaci o brzini detonacije, talasnom šoku u vodi i brzini širenja cijevi koja okružuje produkte detonacije (u kombinaciji sa ravnotežnim termodinamičkim kodom BKW) daju Chapman-Jouguet-ovo stanje i stepen hemijske reakcije na frontu detonacije, kao i informacije o dodatnim hemijskim reakcijama koje se dešavaju pri širenju produkata detonacije. Ispitani su sljedeći eksplozivni sistemi: NH_4NO_3 — smjesa goriva i ulja (ANFO) aluminizirani ANFO, TNT u pločicama i nekoliko ostalih komercijalnih produkata u cijevima od plexiglasa i keramike promjera 10 i 20 cm. U nekim slučajevima eksperimentalni podaci o šok-pritisaku su dobijeni sa pretvaračima od Li niobata uronjenim u vodu koja je okruživala eksplozivni naboj. Ovi podaci pokazuju da dodatak čestica aluminijuma promjera 100 u ANFO značajno povećava početni šok pritisak koji se rasprostire na ostali medijum. Maksimalni šok pritisci u vodi, izračunati iz preorijentacije talasnog šoka, takođe predstavljaju koristan parametar za upoređivanje radnih karakteristika različitih komercijalnih eksploziva.

Chem. Abstr., Vol. 99, Abstract No. 7857 n (1983).

C. W. KAUFFMAN, C. YAN, J. A. NICHOLLS: **Detonacije plina u poroznim medijumima**, Dept. Aerosp. Eng., Univer. Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA, Symp. (Int.) Combust., (Proc.), 1982, 19 th, 591—7 (Eng.).

Mogućnost povećanja permeabilnosti poroznog sloja je istražena pomoću jedne cijevi sa pojačanim zidovima (dužina 1.829 m, unutrašnji prečnik 0,124 m, vanjski prečnik 0,168 m) ispunjene čvrstim materijalom sfernog oblika. Posebno su korištene čelične sfere prečnika 38,1 mm. Kao sagorive plinske smjese korištene su smjese H_2 , CH_4 i C_3H_8 , uz O_2 kao oksidans. Ispitivanje je provedeno sa niz različitih početnih pritisaka i ekvivalentnih odnosa smjesa plinova. U svim slučajevima je mjerena promjena brzine talasa i pritisaka uzduž cijevi. Prisustvo sfernih materijala je smanjilo brzinu detonacije ispod teoretske Chapman-Jouguet-ove brzine koja bi se očekivala u otvorenoj cijevi ove veličine. Porastom početnog pritiska promjera sfera i ekvivalentnog omjera od sub-stehiometrijskih do stehiometrijskih došlo je do porasta brzine detonacije. Uticaj materijala od kojeg su bile načinjene sfere je bio mali, samo su čelične sfere dovele do porasta brzine. Razrađen je jedan aproksimativni jednodimenzionalni analitički model stalnog protoka koji uključuje i gubitke u reakcionoj zoni. Na osnovu ovog izraza su izračunati kritični uslovi pri kojima se detonacija više ne širi u poroznom medijumu, što omogućava izračunavanje promjera sfere koja gasi detonaciju. Na kraju je provedeno nekoliko eksperimenata u kojima je jedan veliki kontejner bio napunjen sa ugljenom, pomiješan sa snijegom i zamrznut. Kroz gomilu uglja je tad propuštena smjesa C_3H_8 i zraka i detonirana, pri čemu je došlo do znatnog rasprsnuća.

Chem. Abstr., Vol. 99, Abstract No. 7861 (1983).

Pripremio: D. TUHTAR

Autorima časopisa

Naučni, stručni i informativni časopis »Požar — eksplozija — preventiva« registрован je kod Međunarodnog centra za serijske publikacije. Stoga je obavezan da se pridržava ISO, JUS i drugih standarda i međunarodnih preporuka.

1. Kategorizacija članaka: Autori predlažu kategoriju za svoje radove, a recenzenti, odnosno Redakcija, rad konačno svrstavaju u jednu od sljedećih kategorija:

— **izvorni (originalni) naučni članak** (Original scientific papers) sadrži neobjavljene rezultate izvornih istraživanja;

— **prethodno saopštenje** (Preliminary communications) sadrži nove naučne spoznaje, čiji karakter zahtijeva hitno objavljivanje;

— **pregled** (Reviews) je cjeloviti pregled nekog područja ili problema na osnovu već objavljenog materijala, koji je u pregledu sakupljen, analiziran i raspravljen;

— **izlaganje (referat) sa naučnog ili stručnog skupa** (Conference papers) biće po pravilu objavljeno ako nije štampano u odgovarajućem zborniku, ili se daje kao prerađen i dopunjen rad;

— **stručni članak** (Professional papers) predstavlja koristan prilog iz područja struke čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja, a može biti i reprodukcija u svijetu poznatih istraživanja.

2. Radovi svrstani u gornje kategorije, u skladu s preporukom UNESCO-a, podliježu ocjenjivanju dvojice anonimnih recenzenata. Autori mogu predložiti Redakciji imena recenzenata, a Redakcija može, ali ne mora, prihvatiti sugestije autora. Po pravilu, recenzent ne može biti autorov saradnik ili pretpostavljeni.

3. Časopis objavljuje i tekstove koji se ne recenziraju:

— **informacije** o temama iz oblasti zaštite od požara i eksplozija,

— **prikazi i saopštenja** iz prakse u obliku dopisa ili prevoda stranih članaka,

— **mišljenja i komentare** — koji predstavljaju razna gledišta koja se ne moraju podudarati sa stavom Redakcije

4. Autor je odgovoran za sadržaj rada. Redakcija pretpostavlja da su autori prije dostavljanja rada regulisali pitanje objavljivanja sadržaja rada saglasno pravilima organizacije u kojoj rade. Isti rad se, bez znanja i saglasnosti Redakcije, ne može objaviti u dva razna časopisa.

5. Radovi mogu biti pisani na jednom od jugoslovenskih jezika. Na tom će jeziku biti i objavljeni. Rad treba pisati u trećem licu.

6. Tekst rada se piše na papiru formata A4 (ostaviti slobodne rubove od 3 cm), s proredom uz uvlačenje prvog retka pasusa i s povećanim razmakom između pasusa, tako da jedna kucana stranica sadrži cca 30 ređaka, odnosno 1.800 slovnih mjesta.

7. Obim članka ne treba da prelazi jedan i po autorski arak (24 kucane stranice), a sa slikovnim materijalom i tabelama prostor još pola autorskog arka. Preporučuje se autorima da označe dio teksta koji bi se mogao štampati sitnijim slovima.

8. Naslov rada treba da je kratak i da odražava sadržaj rada. Po sebnosti dati i skraćeni naslov rada koji se stavlja na špicu svake stranice u Časopisu, kao i ključne riječi iz teksta koje služe za dokumentacijsku karticu.

9. Fusnote glavnog naslova označavaju se zvjezdicom, dok se fusnote u tekstu označavaju redosljednim arapskim brojevima kako se pojavljuju, a navode se na dnu stranice gdje se spominju. Fusnote u tabelama označavaju se malim slovima i navode se odmah iza tabele.

10. Obavezna je primjena SI (Međunarodni sistem mjernih jedinica), a iznimno je dozvoljeno navođenje starih mjernih jedinica uz SI jedinice.

11. Tabele treba redosljedno obilježiti arapskim brojevima i opisati tako da budu razumljive i bez čitanja teksta.

12. Sve slike (crteži, dijagrami i fotografije) treba da su kontrastne (originalne) i priložene odvojeno od teksta, a na poledini — kod neprozirnih slika (ili sa strane kod prozirnih) olovkom napisati broj slike, ime autora i skraćeni naslov članka. Uz tekst, na mjestu gdje bi autor želio da se slika ili tabela uvrsti u slog treba navesti broj slike ili tabele.

13. Crteže i dijagrame treba nacrtati i izvući tušem na cijelom crtaćem papiru ili pauspapiru. Tekst i brojke treba da su upisani uspravnim slovima, a oznake fizikalnih veličina kosim.

14. Odvojeno treba priložiti opis ispod slike, kao i kratak sadržaj (rezime, siže) članka s naslovom, i to kako na jeziku kojim je članak pisan tako i na engleskom jeziku. Siže može imati najviše pola kucane stranice, a iz njega treba da se vidi svrha rada, važniji podaci i zaključak.

15. Obavezno je navesti literaturu i svrstati je redosljedno kako se pojavljuje u tekstu, a na mjestu u članku gdje se ona koristi taj broj iz popisa literature dati u uglastoj zagradi.

Za knjige se navodi: redosljedni broj u uglastoj zagradi, inicijal imena i prezime autora, naziv knjige, izdavač, te mjesto i godina izdavanja.

Za članak iz časopisa se navodi: broj u uglastoj zagradi, inicijal imena i prezime autora, naziv članka, naziv časopisa, godina izlaženja, broj časopisa, te stranice od — do.

16. Na posebnom papiru autori daju: puno ime i prezime, zvanje i akademsku titulu, naziv i adresu organizacije u kojoj rade, broj žiro-računa, adresu stana i naziv opštine stanovanja.

17. Kompletni radovi u dva primjerka i svojeručno potpisani šalju se na adresu: RO INSTITUT ZAŠTITE OD POŽARA I EKSPLOZIJE (za Redakciju), 71000 Sarajevo, Romanijska broj 10.

18. Autori originalnih radova dobivaju besplatno po 10 separata. Ukoliko obrada rada nije u saglasnosti sa ovim uputstvom, troškovi prilagođavanja nadoknadiće se iz honorara autora.

19. Molimo autore da, u roku od 30 dana po izlasku Časopisa iz štampe, dostave Redakciji bitnije štamparske greške koje su se ipak potkrale, kako bi se u sljedećem broju objavile ispravke.

REDAKCIJA

