

Zaštita od požara u klimatizovanim zgradama

Milovan Vidaković *

Mnogo je velikih i lepih zgrada već izgrađeno, a da nisu ispunjene najosnovnije norme obezbeđenja od požara. Ako je nešto i pokušano sa zaštitom, još uvek je pitanje da li će to u slučaju požara i funkcionisati. Ova manjkavost naročito se primećuje u zgradama koje imaju postrojenja za provetravanje i klimatizaciju. Moramo otvoreno reći, da naše zakonske norme za obezbeđenje od požara još uvek kaskaju iza vremenom. Da li su potrebni veliki požari i ljudske žrtve da bi se nešto organizovano preduzelo, a ne samo diskutovalo i prepisivalo iz inostranih časopisa?

Treba reći da su propisi u Ei-tavom svetu još uvek nepotpuni. Najveću pažnju ovoj problematici danas poklanjaju Amerikanci, Japanci, Šveđani, Nemci i Francuzi. Američki NEPA standardi su najpotpuniji. Međutim, ovi standardi nisu primenljivi u našoj zemlji, kao ni u Evropi; japanski standardi, se mogu primeniti samo u toj zemlji i nije ih uopšte moguće adaptirati na drukčije uslove. Nama najbliži i najprihvatljiviji propisi o zaštiti od požara su nemački, švedski i francuski. Ove zemlje poslednjih deset godina zajednički rade na stvaranju propisa u ovoj oblasti.

Uredaji za provetravanje i klimatizaciju, u zgradi moraju ispunjavati dva glavna uslova:

a) da obezbeđuju siguran rad i da su otporni na visoke temperature u slučaju požara;

b) ne smeju imati nikakvog uticaja na prenošenje ili razvijanje požara po zgradi ili na okolne zgrade.

* Milovan Vidaković, dipl. ing. preduzeće Lankor, Lisjak — 00118 Ratvoj, Beograd, 29. novembra 57.

U ovom članku ćemo se, zbog obimnosti problema, zadržati samo na prvom uslovu. Tu je potrebno pre svega ispitati otpornost materijala prema visokim temperaturama u požaru. Pokušaćemo da rezimiramo dokle se stiglo u zajedničkom radu evropskih zemalja i kakve teškoće su pratile taj rad.

JEDINSTVENA KRIVA

Da bi se ispitalo ponašanje materijala u požaru, simuliran je požar na modelu. Na žalost, do-bijena je bleđa slika ponašanja materijala u stvarnom požaru. Merenje dilatacije građevinskih elemenata, njihove eksplozije, uništenja ili brzina prenošenja plamena po vertikalni i horizontalni, mogu se obaviti samo u pravim uslovima požara. Razlog tome je što brzina kojom se ovi eksperimenti moraju obaviti, sa velikim brojem osmatrača-stručnjaka, angažovanjem skupe tehnike, ne može pružiti sve ono što jedan građevinski deo doživi u stvarnom požaru.

Dakle, najteži problem je u izdvajanju pojedinih građevinskih elemenata iz čitave konstrukcije i njihovo ispitivanje u laboratorijskim uslovima, :s tim da ti uslovi budu što sličniji stvarnom požaru. Ova ispitivanja građevinskih delova trebalo bi na kraju da daju jednu tabelu, koja bi bi-la »legitimacija« elementa određenog materijala i njegove otpornosti i ti slučaju požara.

Prvi predlozi, dati 40-tih godina ovog veka, o ispitivanju i otpornosti pojedinih delova na požar, naprekidno su se proširivali i dopunjavali sve do današnjeg dana. Taj proces još nije završen.

Ova ispitivanja se odnose na više vrsta materijala i građevin-

skih elemenata: zidova, plafona, držača, stepeništa, vrata, poklopaca prozora, stakla, krovova i kanala za provetravanje.

Svaki od ovih elemenata mora dobiti svoj dijagram ponašanja u požaru. Tako su nastale »požarne klase« za pojedine građevinske elemente. Klase su određivane prema vremenu sigurne izdržljivosti jednog građevinskog elementa u hipotetičnom požaru. Vremena su >se obično davala za 30, 60, 90 i 120 minuta. Koliko treba određeni građevinski elemenat da izdrži, zavisi od toga gde se nalazi i kolika mu je važnost. Noseće konstrukcije zgrade ili, recimo, kanali za provetravanje, kojima se prenosi vazduh za vreme požara, moraju imati najveću požarnu klasu, tj. moraju izdržati najduže vreme ispunjavajući svoju funkciju. Nakon toga vremena, taj deo više ne mora imati ona svojstva, koja je ranije morao imati.

Dokazivanje požarne klase

Da bi se jedan građevinski elemenat ispitao u laboratorijskim uslovima, bilo je potrebno napraviti jedan jedinstveni sistem za sve elemente sa jednoobraznom promenom temperature u funkciji vremena. Tako je nastala jedinstvena kriva temperature.

Deo koji treba da se ispita mora prethodno da prođe dug put pripremanja u laboratorijskim uslovima, da bi se u jednoj specijalno pripremljenoj pećnici izložio promeni temperature. Zbog sigurnosti treba pripremiti dva ista elementa. Njihovi gabariti nisu tačno određeni. Sastav građevinskog elementa mora biti isti onakav kakav će se kasnije ugrađivati. Pošto značaj jednog elementa može da stvori greške

u rezultatima, to se građevinski elemenat lageruje u jednoj prostoriji sa relativnom vlažnošću od 50 do 70%, sa temperaturom od 20°C. Ovo izlaganje traje sve dok se ne postigne konstantna vlažnost u svakom građevinskom elementu.

Naprezanja, kojima će građevinski elemenat biti izložen u praksi, moraju se takođe simulirati i to za vreme čitavog eksperimenta. Krivljenja ili oštećenja, koja se pojave za vreme zagrevanja, moraju se izmeriti na najnepovoljnijim mestima.

Merenja temperature promene u građevinskom delu obavljaju se pomoću termo-elemenata spojenih sa pisačem. Dubine postavljanja termo-elemenata tačno su propisane i iznose najmanje 300 mm, sa razmakom od 100 mm.

Dakle, pre nego što smo je-dan građevinski elemenat stavili u peć, on je već prošao veliki put priprema, da bi se razlika između elemenata mogla kasnije upoređivati. Čak i peći u kojima se elementi ispituju, moraju odgovarati standardima. Tako na primer ulje za zagrevanje mora biti uvek isto. Povišenje temperature se stalno kontroliše, da bi se ona što više približila jedinstvenoj krivoj temperature. Normalno je da se pojave izvesna odstupanja, ali njihova veličina se održava konstantnom i to naročito u delu povišenja temperature, kada se elemenat zagreva u gorionici. U slučaju pojave većih odstupanja, eksperiment ne vredi i rezultati se ne mogu prihvatiti.

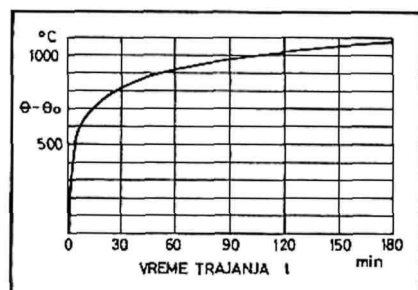
$$\theta - \theta_0 = 345 \lg (8t + 1)$$

gde je:

θ — temperatura požara [°C];

θ_0 — temperatura probnog komada pre početka eksperimenta [°C];

Sl. 1. Jedinstvena kriva temperature



t — vreme trajanja, u minutima.

Tabela 1.

t [min.]	$\theta - \theta_0$ [°C]
0	0
5	556
10	659
15	718
30	821
60	925
90	986
120	1 029
180	1 090
240	1 133
360	1 193

Vidi se, dakle, koliko je ovaj proces komplikovan. Za vreme eksperimenta nekoliko stručnjaka mora tokom 3 sata izvršavati veliki broj operacija, opažanja i merenja. To može dovesti do grešaka, pa ispitivanje jednog elementa traje danima, sa mnogo sredstava i ljudi. Dostojno se smatralo da ovako precizna ispitivanja mogu da se uzmu kao garancija ponašanja građevinskog dela u jednom požaru. Međutim, ustanovljeno je da i ovako stroga priprema i rad u laboratorijama ne daju rezultate istovetne onima u stvarnom požaru. Postavlja se pitanje zbog čega je to tako.

EKVIVALENTNO VREME TRAJANJA POŽARA

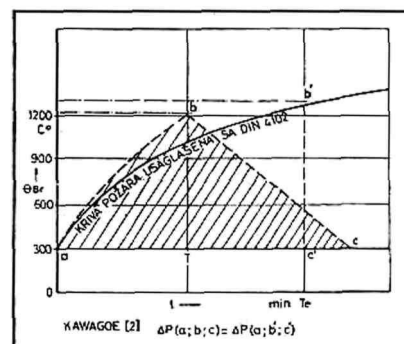
Problem temperature i promena u materijalima između stvarnog i laboratorijskog požara, kako je obrađen u nemačkom standardu DIN 4102, nije nov. Potrebno je ievnšati spajanje rezultata promene temperature, dobijene računskim putem, ili eksperimentom i temperature koja se primenjuje u jedinstvenoj krivoj. Ovaj problem, koji je danas naročito aktuelan, zainteresovao je jednu grupu naučnika. Među njima su Knublauch, Ehn, Peterson, Kawagoe, Schneider, Sekine, Kordina. Utvrđeno je da temperaturno kretanje u stvarnom požaru za jedno određeno vreme stvara određene promene u građevinskim materijalima. To vreme promene nije isto sa vremenom dobijenim u laboratorijskim ispitivanjima (kao recimo ispitivanje po DIN-u

4102). Vreme, za koje moramo produžiti eksperimente da bismo dobili promene u materijalu istovetne onima u jednom stvarnom požaru, zove se ekvivalentno vreme. To ekvivalentno vreme je za mnoge naučnike još uvek tajna.

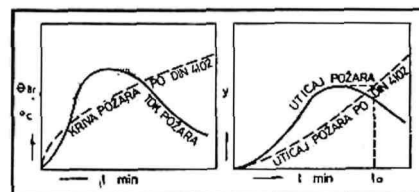
Japanac Kawagoe traži ovo vreme u sličnosti površina dijagrama povišenja temperature. Ove površine nalaze se između krivulje, određene standardom i krivulje koja opisuje stvarni požar, sa linijom opadanja temperature i njenim presekom.

Čitav problem pri ovakvom razmatranju je dosta uprošćen i za praktičnu upotrebu vrlo pristupačan i lak. Početak rasta krivulje kod Kawagoea je na 300°C, jer se njegova krivulja odnosi posebno na metal. Njega nije interesovalo kretanje temperature za metal do 300°C, jer je ustanovljeno da je sigurnost nošenja do te temperature uvek stalna. Za građevinske delove od metala ovaj dijagram može da se uzme sa sigurnošću, ali primena tog sistema upoređenja površina za delove od betona ili koje druge materijale, može da stvori grešku i veću od 50%. Razlog je bio eksperiment Petersona, a posle Sdhneidera, u kome ekvivalentno vreme zavisi direktno od građevinskog materijala.

Sl. 2. »Ekvivalentno vreme trajanja požara« (prema Kawagoeu)



Sl. 3. Ocena uticaja požara, na osnovu »ekvivalentnog trajanja požara«



Knuiblauch i Ehn su u svojim radovima tvrdili suprotno; da materijali imaju vrlo mali uticaj na ekvivalentno vreme. Zbog toga su oni dali novi dijagram za izračunavanje ekvivalentnog vremena. Na sl. 3. upoređena su dva požara.

Na slici je prikazan pravi požar jednog građevinskog elementa i kretanje temperature tog elementa prema standardu DIN 4102 (poglavlje 2). Na slici se vi-di jasno razlika temperatura u vremenu između laboratorijskog i stvarnog požara. Na slici su ova dva požara istog građevinskog materijala nacrtana sa njihovim promenama u materijalu (y) za vreme trajanja požara. Promene u materijalu (y) pred-stavljaju skup pojedinačnih promena temperature, težine, sagorevanja i isparavanja vode. Da bi se ove promene u jednom materijalu pratile, mora se obaviti nekoliko eksperimenata. Na slici možemo uporediti i promene u materijalu, kakve bi se desile za vreme požara izvedenog u laboratorijskim uslovima i požara u prirodi. Odmah se primećuje da je maksimalna promena u materijalu (y) u ova dva požara vremenski pomešana.

Nemački naučnik Schneider je u svojim razmišljanjima pošao od teze da ako »ekvivalentno vreme« trajanja požara različitih materijala postoji, da se ta razlika može dokazati upoređivanjem tri osnovna materijala. On je za ispitivanja uzeo tri materijala, koja se danas najviše primenjuju u građevinarstvu. Ti materijali imaju različite termičke osobine: metal ($p = 7\,850\text{ kg/m}^2$); gas-beton ($p = 590\text{ kg/m}^3$) beton ($p = 2\,300\text{ kg/m}^3$).

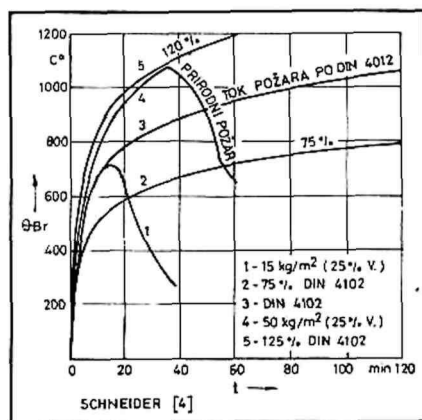
Uzeti element; su istih dimenzija ($50 \times 50 \times 15\text{ cm}$). Promene temperature su merene sa dvanaest termo-elemenata. Elementi su postavljeni na istoj visini u prostoriji zgrade u kojoj je simuliran požar.

U eksperimentu su upoređeni slučajevi požara po jedinstvenoj krivoj (DIN 4 102) sa stvarnim požarom. Dijagrami prirodnog požara su napravljeni za požarna opterećenja od 15 kg/m^2 i 60 kg/m^2 . Ove vrednosti su izabrane zato što se opterećenje u današnje vreme kreće u tim granicama.

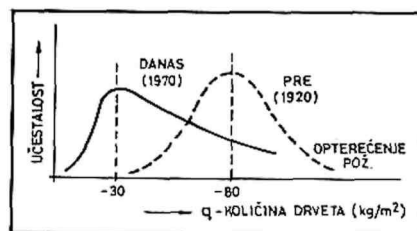
Elementi su pre eksperimenta sušeni 14 dana na temperaturi ad 105°C . U prirodnim požarima išlo se na korišćenje rezultata dobijenih u McCzu, koje je obradio Ehn i rezultata ispitivanja koje su obavili Englezi. U laboratorijskom požaru išlo se na jedinstvenu krivu, koja je data u originalu, zatim povećana za 25% (promena se postiže količinom sagorelog ulja u peći) i na kraju smanjena od normale za 25%. Ovo povećanje i smanjenje jedinstvene krive pomoglo bi lakšem upoređivanju stvarnog i laboratorijskog požara i određivanju njihovih dodirnih tačaka.

Priprema koju je obavio Šnajder i dobijeni dijagrami, imali su cilj da se odredi (y) tj. razlika promena u materijalu. Kao što je već rečeno, (y) zavisi od nekoliko faktora, koje je vrlo teško osmatrati u toku jednog eksperimenta. Tako su mnogi prećutno prihvatili porast temperature kao uticaj požara (y) u jednoj određenoj tački građevinskog materijala. Ne treba ni govoriti kolika se greška time stvara. Kod materijala koji sagorevaju ovo se uopšte ne može prihvatiti ni kao približna vrednost. Kod tih materijala igraju ulogu drugi parametri, kao na primer dubina sagorevanja.

Sl. 4. Simulirane krive požara



Sl. 5. Orijentacione krive učestalosti opterećenja požara tokom godine



Pošto se verovalo da i mesta postavljanja termo-elemenata mogu igrati ulogu, predložene su dve dubine merenja temperature: $0,5\text{ cm}$ i $4,5\text{ cm}$.

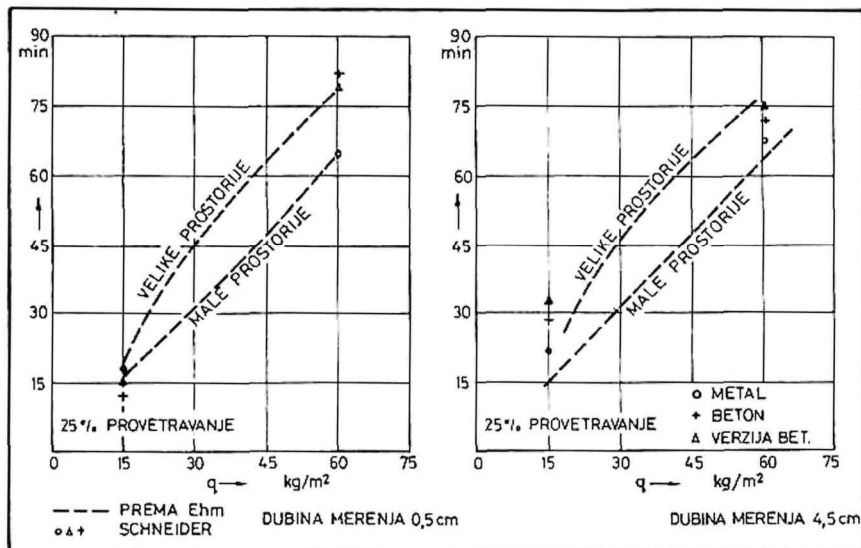
Rezultati eksperimenta prirodnog požara dati su na dva dijagrama trajanja požara. Slika 6. pokazuje da za različita opterećenja požara dobijamo različito ekvivalentno vreme kod različitih materijala za merenja na različitim dubinama. Beton ima veće ekvivalentno vreme trajanja požara nego recimo metal. To znači da kod ekvivalentnog vremena trajanja požara jednu od najvažnijih uloga igra mod prolazne toplote. Is to tako na ekvivalentno vreme utiče i dubina merenja temperatura, a to dalje znači da mogućnost provođenja toplote utiče na to vreme. Kod materijala sa dobrom provodljivošću toplote ($X \rightarrow \infty$) dubina merenja ne utiče bitno na razlike u temperaturi. To se naročito dobro vidi kod metala. Međutim, materijali koji slabije pro vode toplotu stvaraju razliku u odnosu na dubinu merenja. Primer takvog materijala je beton.

Zbog toga je mnogo bolje ispitivati ekvivalentno vreme trajanja požara na metalnim konstrukcijama, jer se dobijaju i tačniji rezultati. Iz tih razloga je Kawagoe napravio dijagram (sl. 2) za metal i dobio vrlo tačne rezultate, iako je njegov način upoređenja bio vrlo jednostavan. Primena na beton rezultata dobijenih za metal, dovela bi do greške čak i do 80%. Rad Schneidera na ovom problemu potvrdio je pretpostavke i ustanovio da greška koja se javlja obično ima srednju vrednost od oko 25%.

Za brojne materijale, koji ovim eksperimentima nisu obuhvaćeni, ne može se ništa pouzdano reći. To znači da pred nama stoji još uvek dug put ispitivanja i usaglašavanja eksperimenta za sve materijale koji se upotrebljavati u građevinarstvu. Zbog toga je u Nemačkoj DIN 18230E dobio u važnosti. DIN 18230E se bavi obezbeđenjem od požara u industrijskoj gradnji.

Praktični rad prema skicama koje je dao Knoblauch ipak je moguć. Ako se ad početka poznaje moguea greška, kao i njena veličina za različite materijale,

Sl. 6. Uticaj građevinskog elementa na »ekvivalentno vreme trajanja požara« kod prirodnih požara



onda je treba imati u vidu prilikom proračuna, pa će se dobiti zadovoljavajući rezultati. Tako dobijamo »korigovano ekvivalentno vreme trajanja požara«. S tim korigovanim vremenom možemo se vratiti nazad, na početak, i sa sigurnošću raditi na ispitivanjima u laboratorijskim uslovima, prema DIN-u 4 102.

Korigovana vremena izdržljivosti jedne konstrukcije ili nekog građevinskog dela od 30,60 i 120 minuta biće stvarno onolika kolika su od njih tražena.

U klimatizovanim zgradama u kojima kanali ne treba da prenose požar po vertikali ili horizon-

tali, ovo je od velike važnosti. Da H će jedan klimatizacioni sistem raditi ili prestati da radi u požaru, dosta zavisi i od sigurnosti kojom možemo da računamo. Poslednjih godina se od klimatizacije sve više traži da u požaru delimično radi i pomaže u spasavanju ljudi. Njena uloga tada postaje bitna za odvođenje dima i oslobađanje spasonosnih puteva. Ako nismo potpuno sigurno koliko će vremena u slučaju požara izdržati kanal, pre nego što se raspadne i dozvoli prenos dima po zgradi, onda ljude u toj zgradi dovodimo u težu situaciju, nego da odvođenje dima nismo ni

predvideli. Ova važnost poznavanja vremena izdržljivosti se odnosi ne samo na kanale nego i na požarne klape, klima-komore, ventilatore i sve elemente koji u određenom trenutku mogu da omogućе spasavanje ljudi i materijalnih dobara.

Mnogi će na kraju pitati čemu ispitivanje materijala po DIN-u 4102 kada taj standard ne daje sigurne rezultate. To dalje znači da bi čitav način ispitivanja, kako je u toj normi dat, trebalo odbaciti, a zatim zaboraviti dugogodišnja ispitivanja. To bi bilo sigurno pogrešno. Nama je potreban metod ispitivanja građevinskih elemenata. DIN 4 102 je već više godina u upotrebi, sa već uhodanim sistemima ispitivanja. Potrebno je ustanoviti odnose promena u materijalu (y) za laboratorijske požare po DIN-u 4 102, i promene dobijene u stvarnom požaru. Treba naći jedan jednostavan i pristupačan način korigovanja laboratorijskog požara prema stvarnom požaru. Takva metoda još ne postoji. Kawagoe je na si. 2. pokazao kako bi to moglo da izgleda. Na žalost, kao što smo već rekli, njegova metoda je primenljiva jedino na metalnim delovima sa dobrom provodljivošću toplote. Da bi se primenila i na bezbroj drugih materijala, treba pričekati nove rezultate rada naučnika u zemljama koje ovom pitanju poklanjaju punu pažnju.