

NAČRTOVANJE VARNIH POTI ZA UMIK

Life Safety – A Means of Escape

Ivo Gostiša* UDK 614.84

Povzetek

Ob požaru je potrebno zagotoviti varnost ljudi. Ta je zagotovljena, če jim je omogočen umik na varno iz prostora, ki je ogrožen zaradi požara, v neogrožen prostor ali na prosto. S pomočjo inženirskih metod lahko načrtujemo varne poti za umik ob upoštevanju dejanskih požarnih nevarnosti, gre za performančni način projektiranja. Za konkretno tveganje – požarno nevarnost opredelimo cilje zaščite. Osnovni cilj zaščite je zagotoviti varnost ljudi in cilj je dosežen, če se ljudje ob požaru lahko umaknejo na varno, preden požarni parametri presežejo kritične vrednosti. Navedeni so praktični primeri performančnega načina projektiranja poti za umik v zgradbah z različno namembnostjo.

Abstract

In the event of fire, life safety is the ultimate priority. And life safety is ensured if there are appropriate means of escape for victims of fire. This may include escape from a room endangered by fire to a safe room, or escape outdoors. Engineering methods enable the planning of safe escape routes, taking into account all potential fire hazards – this is the so-called performance method of planning. In case of specific risks, such as a fire hazard, the goals of protection are precisely defined. The main goal is to ensure the life safety of individuals, and this goal is achieved if, in the event of fire, people are able to escape to safety before the fire parameters exceed the critical values. The contribution presents practical examples of the use of the performance method in the planning of multi-purpose escape routes.

Uvod

Načrtovanje varnih poti za umik s performančnim načinom projektiranja je bilo treba uvesti, ko so zaradi novih požarnih tveganj, velikega števila ljudi in novih arhitektonskih rešitev (velike površine, atrijski objekti) požarne nevarnosti postale s klasičnim načinom projektiranja neobvladljive.

Novih požarnih tveganj se ne da oceniti in ovrednotiti s pomočjo klasičnega načina projektiranja, temveč le z uporabo inženirskih metod. Tak primer je gorenje novoletnega okrasja – iglavcev in izdelkov iz njih (jelka, smrekovi venci).

Prvi požar je nastal v preddverju hotela, kjer je zagorela novoletna jelka, v sosednji dvorani pa je izgubilo življenje 70 ljudi.

Drugi požar je bil v plesni dvorani, kjer je bilo okoli 500 ljudi, vnel pa se je smrekov venec, ki je bil obešen pod stropom.

V obeh primerih je imel požar veliko intenziteto (veliko oddajanje toplote na časovno enoto in obenem velika poraba kisika) in je trajal le kratek čas. Zaradi sevanja iz vroče cone, po strokovni oceni je bila jakost sevanja okoli 50 kW/m^2 , so bili nekateri opečeni tako hudo, da so izgubili življenje. Ocenov tveganja in načrtovanje potrebnih varnostnih ukrepov (ne zadošča le načrtovanje zadostnih poti za umik, potrebni so še dodatni varnostni ukrepi) je možno narediti z uporabo inženirskih metod.

Algoritme za izračun časov za umik preverjajo z umikom ljudi. Kot primer navajamo umik iz dvorane (Schneider, Weckman, 2000). Ujemanje med časom za umik izračunanim z uporabo inženirskih metod, in dejanskim časom umika je presenetljivo dobro. Iz gledališča so umaknili 612 ljudi, dejanski čas umika je bil 5,5 minute, izračunani čas za umika pa 6,3 minute.

Pri klasičnem načinu projektiranja je treba izpolniti zahteve tehničnega predpisa, pri tem pa se ne upošteva dinamika požara temveč samo namembnost prostora in število ljudi. Pri performančnem načinu projektiranja je treba izpolniti cilje zaščite in s tem zagotoviti varnost ljudi in premoženja.

Veliki atrijski objekti so relativno nove arhitektonske rešitve. Leta 1963 jih je uvedel John Portman, ko je načrtoval triindvajset nadstropij visok hotel Hyatt Regency v Atlanti. Pokrit

notranji hall povezuje vseh 23 nadstropij, kjer so hotelske sobe. Načrtovanje varnih poti za umik je bilo možno s performančnim načinom projektiranja.

Podobno velja za nakupovalna središča, kjer so večje trgovine med seboj povezane z nakupovalno ulico. Površina nakupovalnega središča je lahko več deset tisoč kvadratnih metrov, število ljudi pa v času velikih nakupov pred prazniki več tisoč.

V nadaljevanju je opisan način dela pri projektiranju na performančni način, navedeni so trije praktični primeri izračunov.

Opis projektiranja z uporabo metod požarnega inženirstva

Pri performančnem načinu projektiranja določimo čas, ki je na voljo, preden zaradi požara razmere v prostoru za ljudi postanejo nevarne. S pomočjo požarnih scenarijev, v katerih upoštevamo vrsto požara in njegovo dinamiko kakor tudi geometrijo in toplotne lastnosti mej prostora, izračunamo čas, v katerem požarni parametri (temperatura, koncentracija kisika, koncentracija ogljikovega monoksida, dima prosta višina, koncentracija strupenih plinov) ne presežejo vrednosti, ki so kritične za ljudi.

Požarne nevarnosti – kritične vrednosti

Pri analizi požarnih nevarnosti upoštevamo vrednosti posameznih požarnih parametrov, ki so kritične za ljudi.

Temperatura vročega dima pod stropom ($h > 1,8 \text{ m}$):
 $T > 93^\circ \text{ C}$

Temperatura dima, ki se spusti pod $1,8 \text{ m}$ ($h < 1,8 \text{ m}$):
 $T > 49^\circ \text{ C}$

($T 49^\circ \text{ C} < 65^\circ \text{ C}$; dovoljeni čas pri tej temperaturi znaša 30 minut (SFPE ... – Purser 1988))

Koncentracija kisika: $\text{O}_2 < 16 \%$ vol. (zelo pogosto se jemlje $\text{O}_2 > 12 \%$ vol. – SFPE ...)

Koncentracija ogljikovega monoksida: $\text{CO} > 30.000 \text{ ppm min}$ (navedena je doza = 1400 ppm v trajanju 30 minut)

* Izolirka – požarni inženiring, d.o.o., Kranjska cesta 2, Radovljica, ivog-pi@siol.net

Vidljivost: če se dim spusti pod 1,8 m, so lahko ogroženi ljudje, ki se tam nahajajo. Ljudje morajo imeti dovolj časa, da se umaknejo na varno, preden se dim spusti pod višino 1,8 m. Vidljivost mora znašati 2 m (optična gostota dima ne sme presegati 0,5 %/m; SFPE ... – Tewarson 1988).

Nato določimo največje število ljudi (glej preglednico 1), geometrijo poti za umik (dolžino in širino poti za umik, širino in število izhodov) oz. upoštevamo obstoječo geometrijo poti za umik, če gre za rekonstrukcijo, in izračunamo potrebni čas za umik.

Potrebni čas za umik je seštevek časov:

- za odkritje požara (človeška čutila ali/in vgrajeni sistemi za odkrivanje požara in alarmiranje),
- za odločitev za umik (odzivni čas in poizvedbeni čas),

– za umik (dolžina poti, geometrija poti, sposobnost in število ljudi; do izhodov, skozi izhode, po stopnicah do pritličja) (SFPE ... – poglavja: 3-12, 3-13, 3-14),

S pomočjo simulacije požara dobimo čas za odkrivanje požara, ko se sproži šprinkler ali detektor požarnega javljanja.

Čas za alarmiranje je 0,1 minute.

Odločitev ljudi za umik je 0,5 min. Čas, ko ljudje še poizvedujejo, kaj in kje gori, znaša 1 minuto.

Če je potrební čas za umik krajši, kot je razpoložljivi čas za umik, je načrtovana ali obstoječa geometrija poti za umik ustrezna, zagotovljena je potrebna in zadostna varnost ljudi.

Če je potrební čas za umik daljši, kot je razpoložljivi čas za umik, je treba na novo dimenzionirati geometrijo izhodnih poti ali z enakovrednimi ukrepi zagotoviti varnost ljudi.

Preglednica 1. Gostota ljudi, hitrosti gibanja in razdalje
Table 1. Occupant densities, travel speeds and distances

namembnost	gostota oseb (število oseb /m ²)	hitrost gibanja (m/minuto)	dolžina poti (m v 2,5 minute)
razstave	0,7	68	171
prostori brez sedežev	1,3	62	154
restavracija	0,9	64	160
šola, pisarne	0,5	73	182
nakupovalno središče	0,5	73	182
stojšče	2,6	26	65
prodajalna v pritličju	0,4	73	182
splošno	1,0	62	154
	2,0	39	98
	3,0	17	43

Nakupovalno središče

Opis

Nakupovalno središče ima tlorisno površino približno 16000 m² (ca 180 m x 90 m) od tega je površina trgovine 14000 m² in površina skladišča 2000 m². Načrtovana skupna širina izhodov je 27 m (12 m + 4 m + 9 m). Dejanska dolžina poti do izhoda ne presega 120 m, širina poti za umik znaša najmanj 4 m.

Nakupovalno središče mora biti varovano s šprinklerskim sistemom za varovanje ljudi (hitro delujoči šprinklerji, gostota polivanja za normalno tveganje).

Izračuni

Potrebni čas za umik: V nakupovalnem središču je lahko največ 5600 ljudi, hitrost gibanja je 75 m/minuto. Dolžina poti do izhoda je 120 m. Čas, potrební za pot do izhoda, je 1,6 minute. Čas, potrební za umik skozi izhode, je 3,5 minute. Čas, da se sproži alarm (delovanje šprinklerja), je 6 minut. Vrednost 6 minut je konzervativna, ker se lahko zgodi, da bodo ljudje zaznali požar v času krajšem od 6 minut, ni pa to nujno. Nakupovalno središče je tako veliko, površina znaša 14000 m², da ni več pregledno. Umik se začne po 7,6 minute. Potrebni čas za umik znaša okoli 13 minut.

Razpoložljivi čas za umik: simulacijo požara (glej sliko 1 in preglednico 2) naredimo za primer, da ne deluje odvod dima in da gre za hitro razvijajoči se požar (SFPE ...; Buchanan, 1994) – to so konzervativne predpostavke. S takim pesimističnim pristopom smo na varni strani.

Preglednica 2. Dima prosta višina in temperatura
Table 2. Smoke-free height and temperature

čas (minute)	dima prosta višina (H) (m)	temperatura v vroči coni (° C)
1	5,8	25
2	5,7	33
4	5,4	54
6	5,1	65
8	4,7	67
12	4,3	63
20	4,1	43

Vrednosti koncentracije kisika in koncentracije ogljikovega monoksida niso kritične.

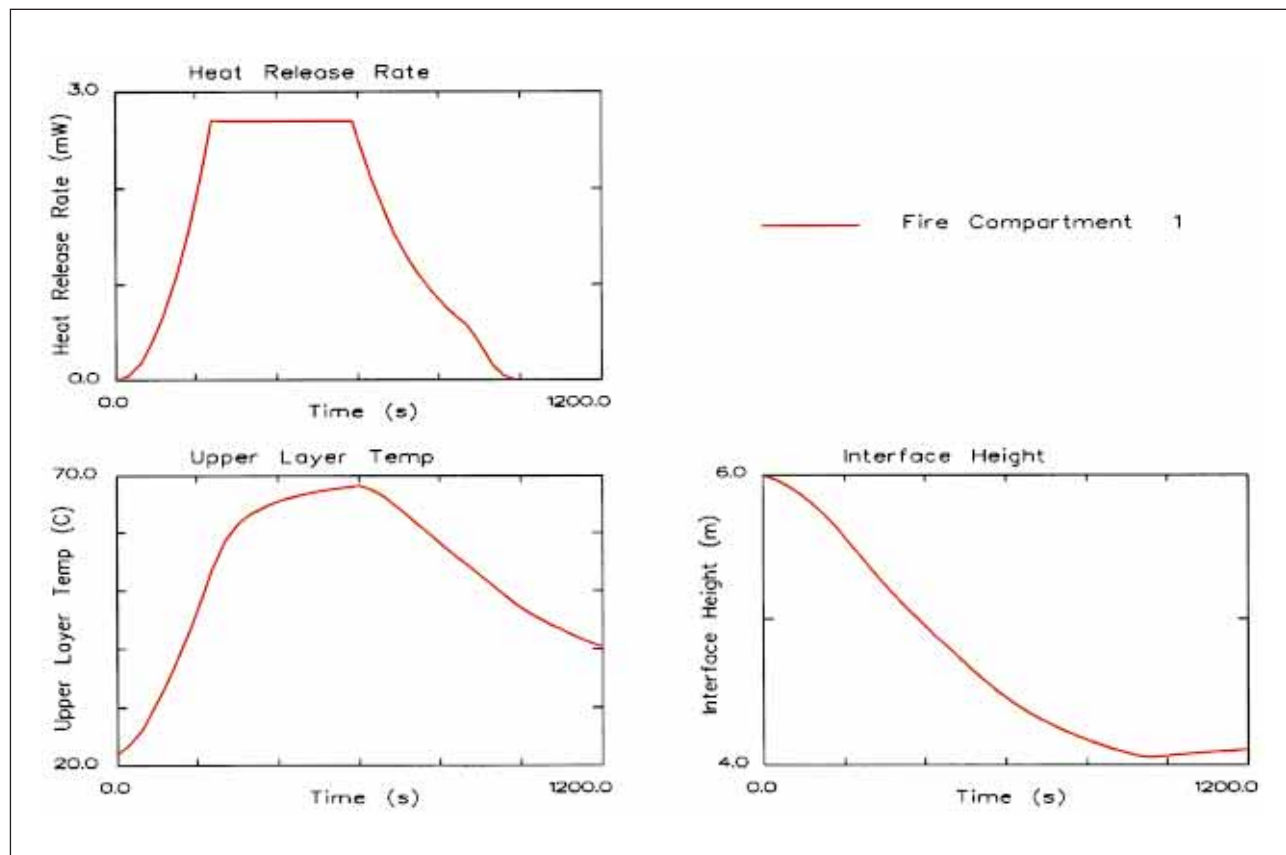
Dima prosta višina je ves čas večja od 1,8 m in temperatura v vroči coni je nižja od 93° C.

Delovanje šprinklerja v razmeroma kratkem času omeji širjenje požara in prepreči, da bi se temperatura dvignila nad 70° C. S pomočjo šprinklerja je zagotovljeno varovanje ljudi in imetja. Iz rezultatov simulacije požara je razvidno, da požar ostane omejen na okoli 10 m².

Razpoložljivi čas za umik znaša več kot 20 minut in je daljši, kot je potrební čas za umik (20 minut > 13 minut).

Zaključek

Načrtovane poti za umik ustrezajo.



Slika 1. Simulacija požara (oddajanje toplote, temperatura vroče cone, dima prosta višina)
Figure 1. Fire simulation (HRR, Upper layer temp., interface height)

Pisarniški objekt

Opis

Pisarniški objekt tlorisne površine 1040 m² (okoli 80 m x 13 m) ima šest etaž (P, P+5). Pisarne so velike okoli 20 m². Načrtovana je širina hodnika 2,6 m in za umik dve zunanji požarni stopnišči, ki sta široki po 1,2 m. Stopnice so po sistemu 28/18 (nastopna širina, višina v cm), svetla širina pisarniških vrat in vrat na stopniščih je po 1 m.

Pisarniški objekt ima vgrajeno požarno javljanje po sistemu popolne zaščite.

Izračuni

Potrebni čas za umik: v vsakem nadstropju je lahko največ 500 ljudi, hitrost gibanja po hodniku do stopnišča je 75 m/minuto, hitrost gibanja po stopnicah navzdol do pritličja je 23,4 m/minuto. Dolžina poti do izhoda na stopnišče je 80 m.

Čas, potreben za pot do izhoda na stopnišče je 1,1 minute. Čas, potreben za umik skozi izhoda je 3,2 minute. Čas za pot po stopnicah iz najvišje etaže v pritličje je 3,2 minute. Čas, da se sproži alarm (delovanje dimnega detektorja v pisarni, kjer se je vnel koš za smeti) je 0,5 minute. Umik se začne po 3,1 minute. Potrebni čas za umik iz najvišje etaže znaša ca 10,5 minut. V pisarniških objektih gre povečini za istočasni umik, v primeru alarma se umikajo ljudje iz vseh etaž hkrati. Celoten čas za umik iz opisanega pisarniškega objekta znaša okoli 25 minut.

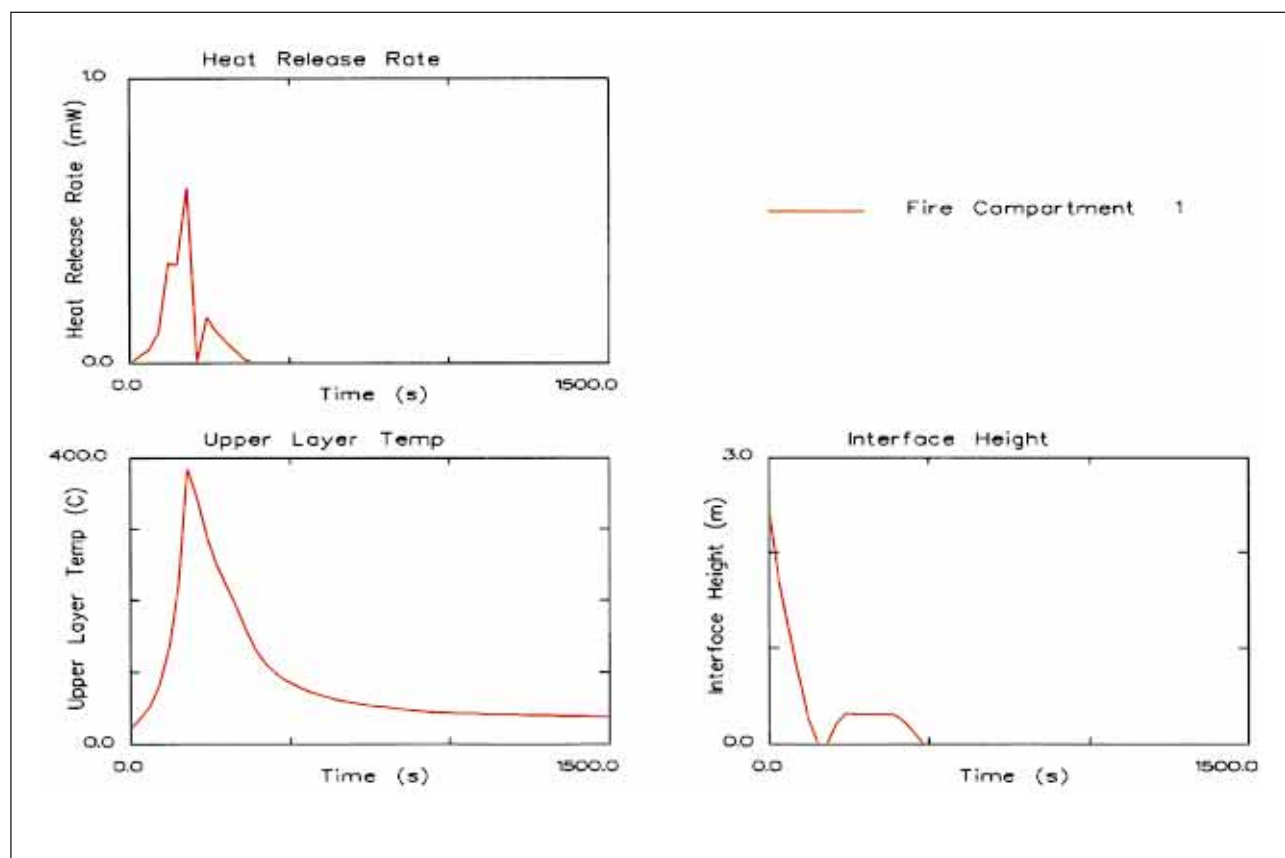
Razpoložljivi čas za umik: simulacijo požara (glej sliko 2 in preglednico 3) naredimo za primer, da se vname koš za papir v pisarni, nato pa še bombažna okenska zavesa. Vrata in okno v pisarni so zaprta (SFPE ...; Buchanan, 1994).

Iz simulacije požara je razvidno, da je treba pisarno, v kateri je nastal požar, takoj zapustiti, saj ni časa za premišljevanje in za raziskovanje oz. je časa največ 0,2 minute).

Razpoložljivi čas za umik iz te pisarne znaša največ 1,5 minute, razpoložljivi čas za umik do stopnišča znaša 5 minut.

Preglednica 3. Dima prosta višina, temperatura, sevanje in tlak
Table 3. Smoke-free height, temperature, Radiation and Pressure

čas (minute)	dima prosta višina (H) (m)	temperatura (T) (° C)	gostota sevanja (j) (kW/m ²)	tlak (p) (Pa)
1	1,20	52	0,3	55
2	0,27	134	1,8	600
3	0,00	383	10,0	950
4	0,30	116	5,5	–
8	0,00	90	1,0	94



Slika 2. Simulacija požara (oddajanje toplote, temperatura vroče cone, dima prosta višina)
 Figure 2. Fire simulation (HRR, upper layer temp., interface height)

Razpoložljivi čas za umik iz etaže, kjer je nastal požar, znaša 5 minut in je daljši od potrebnega časa za umik (5 minut > 4,3 minute). Pri tem morata biti upoštevana dodatna pogoja za požarno ločitev stopnišč od hodnika in hodnika od pisarn. Obe stopnišči morata biti 30 minut požarno ločeni (stene in vrata) od hodnika, posamezna pisarna mora biti od hodnika požarno ločena 30 minut (stene).

Zaključek

Načrtovane poti za umik ustrezajo, če sta izpolnjena pogoja za požarno ločitev.

Rekonstrukcija hotela

Opis

Obstoječi hotel ima tlorisno površino okoli 600 m², ima dvanajst etaž (P, P+12) in je visok objekt. Hotelske sobe so velike po 20 m², v eni etaži lahko prespi 50 gostov. Etaže povezuje eno notranje odprto stopnišče in dve dvigali. Hotelske sobe v požarnem smislu niso ločene od 1,6 m širokega hodnika, ki vodi do stopnišča. Hotel ni opremljen s sistemom požarnega javljanja. Investitor želi hotel rekonstruirati tako, da bo pridobil kategorijo tudi v požarnem smislu.

Za predlog rekonstrukcije je bil izračunan dejanski čas umika ob predpostavki, da gre za istočasni umik. Ugotovljeno je bilo, da je potreben čas za umik veliko daljši od razpoložljivega.

Pri simulacijah požara so bili na osnovi analiz požarov, ki so nastali v hotelih v letih 1970 do 2000, upoštevani najbolj verjetni požarni scenariji.

Scenarij 1: požar lahko nastane v hotelski sobi. Po 5–8 minutah se dim razširi iz sobe na hodnik in dalje po objektu. Kritične vrednosti požarnih parametrov, ki ogrožajo zdravje in življenje ljudi, lahko pričakujemo v sobi po 4 minutah in na hodniku po 8 minutah. Najbolj nevarno bi bilo, če bi požar nastal v hotelski sobi v prvem nadstropju, v etaži P+1. V tem primeru bi se dim lahko razširil po hodniku do stopnišča in po stopnišču do najvišje etaže (stopnišče od hodnikov ni požarno ločeno). Ogrožena bi bila večina hotelskih gostov v vseh etažah.

Scenarij 2: požar lahko nastane v pritličju v območju recepcije, kjer je edino notranje odprto stopnišče. Od tod se lahko dim dvigne do višjih etaž in ogroženim ljudem onemogoči umik po edini poti na varno.

Scenarij 3: požar lahko nastane tudi v kakem drugem spremljevalnem prostoru, kjer ga ne opazimo takoj. V tem primeru obstaja nevarnost, da se, ko odpremo vrata, hitro razvname ogenj in se razširi na hodnik. V tem primeru so nevarne zelo visoke temperature (gre za t. i. back-draft efekt; $T > 900^{\circ}\text{C}$) in dim. Intervencija po obstoječem stopnišču ni mogoča, ker ni varna.

Ob upoštevanju požarnih nevarnosti morajo biti izvedeni bistveni požarnovarstveni ukrepi, s katerimi bo zagotovljena varnost ljudi in imetja.

Po prioritati so ti ukrepi naslednji: Izvede se požarna ločitev stopnišča od hodnikov z elementi požarne odpornosti E 30 (utemeljitev: na stopnišču in na hodnikih ni gorljivih snovi) in avtomatski odvod dima in toplote s stopnišča. Notranje stopnišče tako postane požarno stopnišče. Izvede se instalacija požarnega javljanja po sistemu popolne zaščite v skladu s predpisom EN 54.

Po rekonstrukciji bo dolžina poti na varno največ 17 m, omogočen bo selektivni umik.

Intervencija bo omogočena po notranjem požarnem stopnišču do vseh etaž.

Zaključek

Poti za umik ustrezajo, če so izpolnjeni pogoji za navedeno rekonstrukcijo.

Sklepne misli

Iz navedenih primerov je razvidno, kako se da načrtovati varne poti za umik z uporabo inženirskih metod oziroma po performančnem principu. Pri tem je treba zahteve, ki so praviloma navedene v študiji požarne varnosti (Pravilnik o študiji požarne varnosti), upoštevati v projektni dokumentaciji in še posebno pri sami izvedbi na gradbišču.

Veljavna slovenska zakonodaja tega ne omogoča, zato naj na tem mestu navedem nedoslednost, ki se pogosto pojavlja v praksi.

Na osnovi študije požarne varnosti se izdela projektna dokumentacija v skladu s pravilnikom (Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije). Za vgrajene sisteme aktivne požarne zaščite pa je potrebno pridobiti potrdilo o brezhibnem delovanju (Pravilnik o pregledovanju in ...; Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o pregledovanju in ...), ki ga pooblaščen inštitucija izda, če je sistem inštaliran v skladu s projektom. Med zahtevami iz študije požarne varnosti in dejansko izvedbo tako lahko nastanejo bistvene razlike. Sistem avtomatskega odkrivanja in javljanja požara ni zadosti občutljiv in ni primeren za varnost ljudi. Namesto šprinklerja za varovanje ljudi se vgradi šprinkler slabših karakteristik. Varnostna razsvetljava in oznake poti za umik niso v skladu s študijo požarne varnosti.

V slovenski zakonodaji manjka zahteva, da študijo požarne varnosti in usklajenost projektov, posebno še dele v zvezi z varnostjo ljudi, to so poti za umik in sistemi aktivne požarne zaščite pregleda in potrdi pooblaščen organizacija. Ta opravi tudi pregled vgrajenega sistema in preiskusi njegovo delovanje. Poleg tega pa manjka določilo, kaj mora znati

preglednik. Po veljavni zakonodaji mora imeti prakso s projektiranjem, niso pa zahtevana posebna znanja s področja načrtovanja poti za umik in aktivnih sistemov požarne zaščite. Predvsem investitorjem s tem nastaja velika škoda. Sistem aktivne požarne zaščite pogosto preplačajo, v primeru dejanskega požara pa ne bo deloval tako, kot bi pričakovali.

Literatura

1. Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije (Uradni list RS št. 35/98)
2. Pravilnik o študiji požarne varnosti (Uradni list RS št. 13/98)
3. Pravilnik o minimalnih tehničnih pogojih za graditev stanovanjskih stavb in stanovanj (Uradni list RS št.: 45/2000)
4. SIST 1013/1996 – oznake poti za umik
5. Pravilnik o pregledovanju in preiskovanju vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite (Uradni list RS št. 22/95)
6. Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o pregledovanju in preiskovanju vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite (Uradni list RS št. 73/97)
7. UJMA 8, 1994 (200–293)
8. UJMA 10, 1996 (217–220)
9. SFPE Fire Protection Engineering Handbook – 2nd Edition
10. Dougal Drysdale: An Introduction to Fire Dynamics (John Wiley&Sons 1999)
11. A. H. Buchanan: Fire Engineering Design Guide, CAE Canterbury, 1994
12. SIA81: Brandrisikobewertung, Berechnungsverfahren, Zürich 1984 (požarne obremenitve, nevarnost za nastanek požara)
13. SIA183: Brandschutz, Vademecum für Ingenieure und Architekten, Zürich 1989
14. FPETOOL, NIST, 1996
15. FAST, NIST, 1996
16. Richard L.P. Custer, Brian J. Meacham: Introduction to Performance-Based Fire Safety, NFPA 1997
17. Volker Schneider, Henry Weckman: Rechnerische Simulation des Ablaufs einer Evakuierungsübung, vfdb 4/2000 (140–145)