

**ANALIZA BEZBEDNOSTI OD POŽARA HOTELA****HOTEL FIRE SAFETY ANALYSIS***Paja Jevtić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – UPRAVLJANJE RIZIKOM OD KATASTROFALNIH DOGAĐAJA I POŽARA**

**Kratak sadržaj** – U radu je data analiza propisa i problema požarne bezbednosti u hotelima. Sprovedena je komparativna analiza propisa iz oblasti zaštite od požara za hotele u Republici Srbiji i Republici Hrvatskoj, zaključeno je da su hrvatski propisi zahtevniji od srpskih. Na osnovu aktuelnih propisa u Srbiji, urađena je analiza bezbednosti od požara hotela „Stari Krovovi“ i utvrđeno je da je rizik od požara na prihvatljivom nivou. Vreme evakuacije dobijeno proračunskom, kao i softverskom metodom, je u granicama dozvoljenim propisima.

**Ključne reči:** Požar, hotel, procena rizika, evakuacija

**Abstract** – The paper presents fire safety regulations and fire problem analysis in hotels. A comparative analysis of regulations in the field of fire protection for hotels in the Republic of Serbia and the Republic of Croatia, was done, which lead to the conclusion that Croatian regulations are more demanding than Serbian. Fire safety analysis of the "Stari Krovovi" hotel, based on Serbian regulations was done: the fire risk of the hotel is at acceptable level. The evacuation time obtained by the hand calculation and the software method are both within the limits allowed by the regulations.

**Keywords:** Fire, hotel, risk assessment, evacuation

**1. UVOD**

Požari predstavljaju ozbiljan problem u mnogim zemljama. Posebno su rizični hoteli u kojima je smešten veliki broj ljudi, a koji ne poznaju dovoljno objekat i često ne znaju ni jezik zemlje u kojoj borave. Dodatni problem predstavlja i to što se ovakvi objekti ne pridržavaju svih propisa iz ove oblasti.

Za hotel „Stari Krovovi“, izvršeno je sagledavanje trenutnog stanja primenjenih mera iz oblasti zaštite od požara u cilju procene rizika, utvrđivanja nedostataka i mera za unapređenje stanja bezbednosti od požara.

Urađen je proračun požarnog rizika objekta, kao i proračun potrebnog vremena za evakuaciju ljudi.

Proračun požarnog rizika objekta urađen je primenom metode EUROALARM, dok je proračun potrebnog vremena za evakuaciju ljudi rađen putem programskog paketa PATHFINDER i proračunskom metodom definisanom Pravilnikom [1].

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Laban.**

**2. ANALIZA HOTELA „STARI KROVOVI“ NA OSNOVU PROPISA ZAŠTITE OD POŽARA**

Propisi koji najbliže uređuju oblast zaštite od požara u hotelima u Republici Srbiji su: Zakon o zaštiti od požara ("Sl. glasnik RS", br. 87/2018) i Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od požara stambenih i poslovnih objekata i objekata javne namene ("Sl. glasnik RS", br. 22/2019). U njima su date sve potrebne mere koje je neophodno implementirati prilikom izgradnje hotela i njegove eksploatacije.

U cilju komparacije propisa iz oblasti zaštite od požara u hotelima sa zemljama koje pripadaju Evropskoj uniji, analizirani su aktuelni propisi u Hrvatskoj. U Republici Hrvatskoj zahtevi otpornosti na požar nosećih i nenosećih elemenata konstrukcije kao i drugi zahtevi koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara definisane su u "Pravilniku o otpornosti na požar i drugim zahtevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara ("Narodne Novine RH" br. 29/2013-505)".

Uporednom analizom propisa ustanovljeno je da ne postoji velika razlika u zahtevima bezbednosti od požara. Najbitnije razlike su da broj sigurnosnih stepeništa u Republici Srbiji nije tačno definisan za sve objekte, dok je u Republici Hrvatskoj definisan broj stepeništa u odnosu na broj ljudi koji boravi u objektu. Takođe, otpornost na požar zidova unutar koridora evakuacije u Srbiji mora biti minimum 1 sat, dok u Hrvatskoj minimum 1,5 sat.

Analiza bezbednosti od požara sprovedena je na hotelu „Stari Krovovi“ koji se nalazi u Novom Sadu, na uglu Novosadskog puta i ulice Mije Aleksić. 2. opis objekta – hotel Stari krovovi.

Objekat sadrži prizemlje, prvi sprat i potkrovlje. Prema Uredbi o razvrstavanju objekta, delatnosti i zemljišta u kategorije ugroženosti od požara („Sl. Glasnik RS“, br. 76/2010) hotel je razvrstan u drugu kategoriju ugroženosti od požara. Na osnovu Pravilnika, u objektu je angažovano jedno lice na poslovima rukovođenja službom zaštite od požara i organizovanju i sprovođenju preventivnih mera i stalnog dežurstva.

Analiza hotela „Stari Krovovi“ urađena je na osnovu važećih propisa u Republici Srbiji [1,2]. Analizom su sagledane preventivne mere zaštite od požara koje su primenjene u objektu. Objektu je omogućen pristup vatrogasnih vozila sa minimum tri fasadne strane i obezbeđena su četiri evakuaciona izlaza. Instalirana je automatska centrala za otkrivanje i dojavu požara, kao i panik rasveta, sirene za uzbunu, zidni hidranti, ručni javljači požara i aparati za gašenje početnih požara. Postavljeni su planovi evakuacije i uputstva za postupanje u slučaju požara. Pod je obložen negorivim tepihom za

koje postoje sertifikati o vatrootpornosti. Noseći i nenoseći elementi konstrukcije zadovoljavaju zahtevano vreme otpornosti na požar prema [1].

Pored svih mera koje su primenjene, utvrđeni su i nedostaci koje je neophodno otkloniti da bi objekat bio bezbedniji u slučaju pojave požara. Na vratima koja vode ka sigurnosnom stepeništu potrebno je ugraditi sistem za automatsko zatvarenje. Sigurnosno stepenište ne poseduje panik rasvetu, potrebno je instalirati. Na evakuacionim putevima postoje prepreke koje sužavaju koridor evakuacije i neophodno ih je ukloniti. Takođe, potrebno je zameniti i drvene električne ormare vatrootpornim – metalnim ormarima.

Primenom ovih mera, bile bi zadovoljene sve norme koje su propisane zakonima i samim tim hotel bi postao sigurnije i bezbednije mesto u slučaju pojave požara.

Da bi se utvrdilo da li sistemi za zaštitu od požara, koji su implementirani u objektu zadovoljavaju propise, urađen je proračun požarnog rizika objekta primenom EUROALARM metode. Takođe, urađen je i proračun potrebnog vremena za evakuaciju ljudi putem programskog paketa PATHFINDER i proračunskom metodom definisanom u Pravilniku [1].

### 3. PRORAČUN POŽARNOG RIZIKA OBJEKTA

Proračun požarnog rizika hotela je sproveden primenom EUROALARM metode.

Da bi se odredio požarni rizik hotela potrebno je prvo da se izračuna ukupno požarno opterećenje objekta. Požarno opterećenje se računa na osnovu podataka o strukturi objekta, opremi i zapaljivim materijalima čije se prisustvo normalno očekuje u objektu. Formula za proračun požarnog opterećenja data je u izrazu (1):

$$P_o = \sum \frac{G \times H_u}{P} (\text{Mj/m}^2) \quad (1)$$

Ukupno požarno opterećenje hotela dato je u izrazu (2):

$$P_o = 108,62 \frac{\text{Mj}}{\text{m}^2} \approx 0,11 \frac{\text{Gj}}{\text{m}^2} \quad (2)$$

Požarni rizik objekta zavisi od mogućeg inteziteta i vremena trajanja požara, kao i konstruktivnih karakteristika nosivih elemenata objekta (otpornost konstrukcije prema delovanju visokih temperatura) [3]. Izračuna se pomoću izraza (3):

$$R_o = \frac{P_o \times C \times P_k \times B \times L \times S}{W \times R_i} = 0,15 \quad (3)$$

U ulazne parametre ubrajamo:

$P_o = 1,0$  – Koeficijent požarnog opterećenja sadržaja objekta. Koeficijent se usvaja iz tabele na osnovu požarnog opterećenja hotela koje je dobijeno u izrazu (2).

$C = 1,2$  – Koeficijent sagorljivosti sadržaja u objektu. Određuje se na osnovu klase opasnosti od požara hotela. Hoteli spadaju u treću klasu opasnosti od požara na osnovu čega se za koeficijent  $C$  usvaja 1,2.

$P_k = 0,2$  – Koeficijent nepokretnog požarnog opterećenja. Određuje se na osnovu materijala koji su ugrađeni u konstrukciju objekta. U hotelu je konstrukcija od armiranog betona pa se iz tabele usvaja  $P_k = 0,2$ .

$B = 1,0$  – Koeficijent veličine i položaja požarnog sektora. Određuje se na osnovu veličine požarnog sektora, visine objekta i broja etaža. Predmetni objekat poseduje požarni sektor do 1500 m<sup>2</sup> i dve etaže pa se za koeficijent  $B$  usvaja 1,0.

$L = 1,2$  – Koeficijent kašnjenja početnog gašenja. Usvaja se na osnovu vrste i opremljenosti vatrogasne jedinice koja interveniše, njene udaljenosti od objekta ugroženog požarom, kao i stanja saobraćajnica. U Novom Sadu se nalazi teritorijalna profesionalna jedinica koja je od objekta udaljena oko 15 minuta. S toga se usvaja koeficijent 1,2.

$S = 1,2$  – Koeficijent širine požarnog sektora. Širina požarnog sektora hotela je 50 m, što je u rasponu od 41 – 60 m. Na osnovu toga usvaja se za koeficijent 1,2.

$W = 1,8$  – Koeficijent otpornosti na požar noseće konstrukcije objekta. Usvaja se na osnovu konstruktivnih karakteristika objekta. Grede su debljine 20 cm i otporne na požar 120 minuta na osnovu čega se za koeficijent  $W$  usvaja 1,8.

$R_i = 1,3$  – Koeficijent smanjenja požarnog rizika. Određuje se na osnovu vrste gorivog materijala, načina uskladištenja, brzinu njegovog sagorevanja i druge uticajne faktore. Procena rizika u objektu je normalna pa se za koeficijent  $R_i$  usvaja 1,3.

Nakon proračuna požarnog rizika za objekat, vrši se proračun požarnog rizika sadržaja objekta na osnovu izraza (4):

$$R_s = H \times D \times F = 9 \quad (4)$$

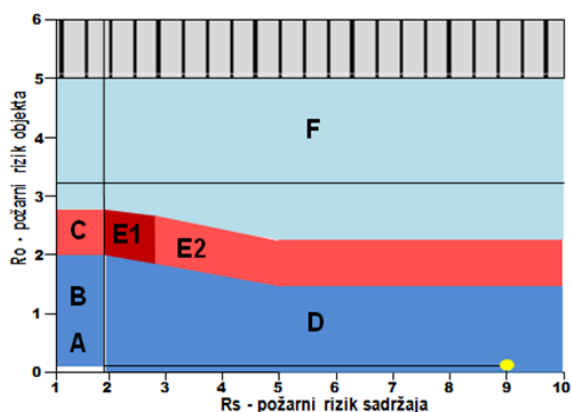
U ulazne parametre ubrajamo:

$H = 3$  – Koeficijent opasnosti po ljude. U hotelu postoji opasnost po ljude, a evakuacija je otežana (jako zadimljivanje, veliki broj prisutnih lica, brz razvoj požara, prisustvo bolesnih, starih). Na osnovu toga za koeficijent  $H$  usvaja se 3.

$D = 2$  – Koeficijent rizika imovine. Zavisi od koncentracije vrednosti unutar jednog požarnog sektora, kao i od mogućnosti ponovne nabavke uništene imovine. Sadržina objekta ima veliku vrednost i sklona je uništenju, pa se na osnovu toga usvaja:  $D = 2$ .

$F = 1,5$  – Koeficijent delovanja dima. U hotelu više od 20% ukupne mase gorivih materija izaziva zadimljavanje ili izlučuje otrovne produkte sagorevanja. Zbog toga se za koeficijent  $F$  usvaja  $F = 1,5$ .

Nakon unošenja dobijenih rezultata u grafik, zbirna tačka se nalazi u delu grafika označenom sa „D“. Ukoliko se tačka nadje u delu koji pripada „D“, u objektu mora biti instaliran sistem za dojavu požara, dok stabilni sistem za gašenje požara nije potreban. Rezultati je prikazan na Slici 1.



Slika 1. Rezultati primenom EUROALARM metode [3]

U hotelu „Stari Krovovi“ je instaliran sistem za dojavu požara, tako da hotel ispunjava uslov koji je dobijen proralunom požarnog rizika.

#### 4. PRORAČUN POTREBNOG VREMENA ZA EVAKUACIJU LJUDI

Evakuacija predstavlja plansko, organizovano i privremeno premeštanje ljudi od polaznog do bezbednog mesta u slučaju opasnosti. Prilikom proračuna vremena potrebnog za evakuaciju, neophodno je prvo da se odredi maksimalan broj ljudi u objektu.

Proračun maksimalnog broja ljudi u objektu se određuje prema [1], tako što se korisna površina poda prostorije podeli sa prosečnom potrebnom površinom poda za jedno lice.

Maksimalan broj ljudi, dobijen proračunom za hotel

„Stari Krovovi“ iznosi 552. Neposrednim uvidom na terenu maksimalan broj ljudi koji je moguće da boravi u hotelu je 412 osoba.

Nakon određivanja maksimalnog broja osoba, urađen je proračun potrebnog vremena za evakuaciju iz objekta. Za proračun evakuacije, usvojeno je da je maksimalan broj prisutnih osoba u hotelu „Stari Krovovi“ 552, a ne 412.

Veći broj ljudi je uzet zbog sigurnosti: za manji broj ljudi biće i kraće vreme evakuacije.

Proračun je rađen na dva načina, prema [2], i putem programskog paketa PATHFINDER. Za oba proračuna, rađena su dva scenarija. Prvi scenario, u kom se evakušu samo osobe sa poslednje etaže objekta i drugi scenario, u kom se evakušu sve osobe istovremeno.

##### 4.1. Proračun vremena evakuacije pomoću Pravilnika

Prilikom proračuna matematičkom metodom prema [1], brzina neometanog kretanja je 1,5 m/s. Projektna brzina ometanog kretanja predstavlja proizvod brzinene ometanog kretanja i faktora usporavanja. Na osnovu toga, za kretanje niz stepenište brzina kretanja je 1,2 m/s.

Tokom proračuna, uzima se u obzir i vreme zadržavanja za određenu grupu ljudi prilikom nailaska na vrata, suženje koridora, prilikom skretanja pod uglom i prilikom nailaska na stepenište. U Pravilniku [2], definisana su sledeća pravila:

- Pri nailasku na suženja koridora ili vrata otvora manjeg od 1,00 m, vreme zadržavanja je 3 sekunde za svakih 10 lica;
- Za svako skretanje pod uglom većim od 30 stepeni, a manjim od 60 stepeni, i nailaženje na stepenište ili rampu vreme zadržavanja je 2 sekunde na svakih 10 lica;
- Za svako skretanje pod uglom većim od 60 stepeni i nailaženje na eskalator u pokretu, potrebno je dodatnih 5 sekundi na svakih 10 lica

Maksimalno vreme potrebno za evakuaciju samo osoba sa poslednje etaže iznosi 204,46 sekundi. Potrebno vreme za evakuaciju svih osoba iz hotela iznosi 313,4 sekunde. Dobijeno vreme zadovoljava propisano vreme prema [2], koje iznosi 480 sekundi.

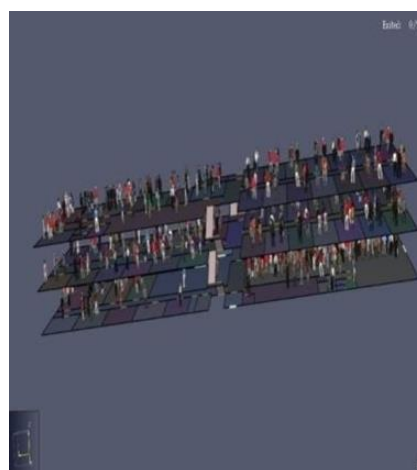
##### 4.2. Proračun vremena evakuacije pomoću programskog paketa „PATHFINDER“

„Pathfinder“ je softver za simulaciju evakuacije. Omogućava da se za kratko vreme i grafičkim prikazom dobiju informacije o potrebnom vremenu evakuacije ljudi iz objekta [4]. Za potrebe simulacije uneti su odgovarajući ulazni parametri.

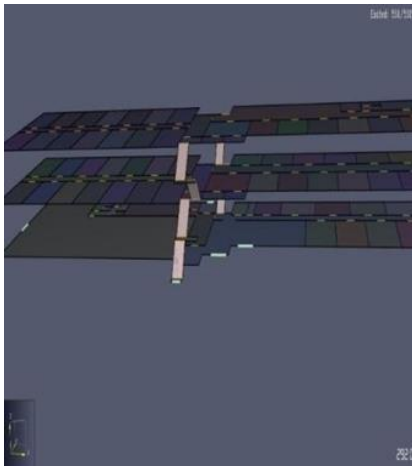
Njihova pravilna upotreba omogućava pokretanje modela, odnosno simulaciju i analizu kroz koju se kao rezultat dobija vreme potrebno za evakuaciju ljudi i uočavaju se kritična mesta u objektu. Za ulazne parametre se unose:

- Maksimalan broj ljudi u objektu
- Karakteristike objekta (namena, spratnost, broj prostorija, broj evakuacionih izlaza, dimenzije vertikalnih komunikacija, i td.)
- Profil i ponašanje ljudi

Vreme potrebno za evakuaciju samo osoba sa poslednje etaže iznosi 124,8 sekundi. Potrebno vreme za evakuaciju svih osoba iz hotela iznosi 292 sekunde, početak i kraj evakuacije su prikazani na slikama 2 i 3.



Slika 2. Početak evakuacije



Slika 3. Kraj evakuacije

Ustanovljeno da zbog postojanja dva evakuaciona stepeništa i četiri evakuaciona izlaza ne postoje kritična mesta u objektu gde bi došlo do nagomilavanja ljudi. Takođe, vreme evakuacije zadovoljava vreme definisano u Pravilniku [2].

Rezultati proračuna i scenarija prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati potrebnog vremena za evakuaciju

		Računski proračun	Softverski model
Scenario 1	Glavno stepenište	202,41 s	124,8 s
	Sigurnosno stepenište	204,46 s	
Scenario 2	Glavno stepenište	313,4 s	292 s
	Sigurnosno stepenište	216,48 s	

## 5. ZAKLJUČAK

Prema zvaničnoj statistici u Evropi, svake godine u požaru 4.000 ljudi izgubi život, preko 190 ljudi svakodnevno bude hospitalizovano, dok ukupna šteta od požara iznosi 126 milijardi [5]. Hoteli su objekti koji mogu da budu rizični u slučaju požara, što pokazuje i niz požara koji se dogodio u hotelima gde su izgubljeni ljudski životi i imovina.

U cilju unapređenja bezbednosti od požara predmetnog hotela potrebno je primeniti sledeće: Na vratima koja vode ka sigurnosnom stepeništu potrebno je ugraditi mehanizam za automatsko zatvaranje, na sigurnosnom stepeništu potrebno je postaviti panik rasvetu, ukloniti prepreke koje sužavaju koridor evakuacije i koje bi ometale evakuaciju osoba iz hotela, postaviti oznake za evakuaciju i zameniti drvene električne ormare, vatrootpornim materijalima.

Na osnovu prikupljenih podataka i uvida na terenu, urađen je proračun požarnog rizika objekta primenom EUROALARM metode. Zaključeno je da objekat ima instaliran sistem za dojavu požara čime zadovoljava propisane mere ovom metodom.

Primenom programskog paketa „PATHFINDER“ ustanovljeno je da ne postoje kritična mesta u objektu gde bi došlo do nagomilavanja ljudi. Takođe i ukupno vreme potrebno za evakuaciju, dobijeno proračunskom i softverskom metodom, je manje nego što je propisano prema [1].

## 6. LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od požara stambenih i poslovnih objekata i objekata javne namene („Službeni glasnik RS“ br. 22/2019)
- [2] Zakon o zaštiti od požara („Službeni glasnik RS“ br. 111/2009, 20/2015, i 87/2018 – dr zakoni)
- [3] [https://www.tehnikum.edu.rs/predmeti/pps/pps\\_4.pdf](https://www.tehnikum.edu.rs/predmeti/pps/pps_4.pdf) (pristupljeno u maju 2021.)
- [4] <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/> (pristupljeno u maju 2021.)
- [5] <https://firesafeeurope.eu/> (pristupljeno u maju 2021.)

### Kratka biografija:



**Paja Jevtić** rođen je u Sremskoj Mitrovici 1996. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Zaštite od požara – Analiza bezbednosti od požara visokih objekata, odbranio je 2019.god.  
kontakt: [jevtip96@gmail.com](mailto:jevtip96@gmail.com)