

Primjena ARICA metode izračuna indeksa ugroženosti od požara na primjeru grada Trogira

Use of the ARICA Method to Calculate the Fire Danger Index on the Example of the City of Trogir

Marin Buble, mag. forens.

SAŽETAK

Povijesni centri gradova su područja sklona povećanom požarnom riziku zbog niza čimbenika što potvrđuju brojni povijesni i suvremeni primjeri. Rizik od izbijanja požara u tim sredinama naročito se ističe zbog visokog stupnja ugroženosti i vrijedne kulturne baštine koju ta područja čine ili sadržavaju. Tipičan primjer takve sredine je povijesna jezgra grada Trogira koja se od 1997. godine nalazi na UNESCO-vom popisu svjetske baštine.

ARICA metoda ili metoda procjene sigurnosti od požara građevina razvijena je u Portugalu 2004. godine i omogućuje izračun indeksa razine sigurnosti pojedinog objekta ili njegova dijela od požarne opasnosti. Metoda je napravljena za urbane povijesne centre s hipotezom kako ona ne bi trebali imati veći stupanj rizika od zgrada novije izgradnje, a izračunom se uspoređuje postojeće stanje s propisanim uvjetima za građevine u Portugalu.

Primjenom ARICA metode u povijesnom centru u Trogiru dobivena je numerička procjena ugroženosti od požara koja je pokazala umjerenu opasnost od požara za promatrani objekt (1,193). Zaključak je autora da se ARICA metoda može uspješno primijeniti te da može poslužiti za izradu karti požarnog rizika kao i da se primjenom metode mogu uspješno nadomjestiti nedostaci zakonskog okvira izrade procjene ugroženosti od požara povijesnih gradova u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: povijesna jezgra, požar, rizik, ugroženost, ARICA metoda.

Abstract

Historic city centers are prone to increased fire risk due to numerous factors, as confirmed by many historical and contemporary examples. There is almost no city throughout history that has not been ravaged by at least one catastrophic fire, destroying, as a rule, entire urban settlements or suburbs. The risk of fire outbreaks in these areas is significant because of the increasing levels of threat and the valuable cultural heritage that such areas constitute or contain. There are numerous factors associated with an increased risk of fire that may spread in these areas: densely built areas; narrow, irregular, and uneven streets; shared walls of neighboring buildings; shared roofs; lack of facility sectorization; uninhabited or neglected buildings; overhead electricity lines; unrenovated or unmaintained electrical installations; heating or cooking; flammable materials inside and outside the buildings; numerous chimneys; lack of fire detection system; lack of preventive firefighting equipment; numerous catering establishments and adapted kitchens; facilities restoration (renovation) time, and risky human behavior.

A typical example of such an environment is the historical center of the city of Trogir, which has been on the UNESCO World Heritage List since 1997. Inside the historic core, apart from residential buildings, there are buildings of cultural and historical significance, sacred buildings, local government departments, a school, a kindergarten, a courthouse, catering facilities, shops, and small businesses.

The ARICA method is the method for buildings' fire safety assessment that was developed in Portugal in 2004 enabling the fire safety index calculation of an individual building or its part. The method was created for urban historical centers assuming that their degree of risk should not be higher than recently constructed buildings. The calculation compares the existing condition with the prescribed conditions for buildings in Portugal indicating three main risk factors and an efficiency factor as the four stages of fire spread in closed spaces. Each factor is further divided into several sub-factors.

By applying the ARICA method in the historical center of Trogir, a numerical assessment of the fire risk was calculated, showing a moderate fire risk for the observed object (1.193).

The author's conclusion is that the ARICA method is equally effective and applicable both in Trogir and in Portugal and that fire risk maps can be created from the obtained results to identify areas with greater concentration of vulnerability and increased risk of fire outbreaks.

Furthermore, since the Republic of Croatia does not possess a method for estimating fire risks in cities, the adapted ARICA method can successfully compensate for the shortcomings of the legal framework for fire risk assessments in Croatian historic cities. It can be applied to historic city centers taking into account risk and efficiency factors while processing the fire cycle from its outbreak and spread, to evacuation and extinguishing.

Keywords: historical center, fire, risk, endangerment, ARICA method

UVOD

Povijesna urbana središta gradova su, gotovo po definiciji, područja sklona povećanom riziku (Ferreira i Ramírez Eudave, 2022). Ona mogu obuhvaćati različite građevinske elemente (jednostavne građevine, veće zgrade, komplekse zgrada, urbane sredine itd.) koji su tijekom proteka vremena doživjeli promjene u obliku, materijalu i upotrebi, odražavajući promjene u društvenim ili političkim uređenjima. Zajedničko tim mjestima je da su posebno osjetljiva na rizike od uništenja koji proizlaze iz njihove prirode, konstrukcije, sadržaja, smještaja u prostoru ili različitih namjena, ali i da predstavljaju nezamjenjivo povijesno naslijeđe društvene i kulturne vrijednosti, kako njihovim vlasnicima tako i široj društvenoj zajednici (Quinlan i Kelly, 2020). Osim toga, nagla ekspanzija svjetskog turizma dovela je do značajnog porasta broja ljudi koji u njima rade ili koji posjećuju ova područja što, povezano s negativnim učincima devastacije zemljišta i klimatskim promjenama, čini povijesna središta posebno izloženim područjima na kojima svaki izvanredni događaji može imati niz pogubnih posljedica, ljudskih i ekonomskih gubitaka te uništavanje nezamjenjive graditeljske i kulturne baštine (Ferreira i Ramírez Eudave, 2022). Jedan od najčešćih i najekspoziranijih rizika urbanih središta je povećana opasnost od izbijanja požara (Quinlan i Kelly, 2020). Gotovo da nema grada kojeg kroz povijest nije poharao barem jedan katastrofalan požar uništavajući, u pravilu, čitava gradska naselja ili predgrađa. Najpoznatiji su: veliki požar u Rimu 64. godine (Walsh, 2019), požar u Londonu 1666. godine (Hanson, 1989), Chicagu 1871. godine (Skarbek, 2014) ili u Republici Hrvatskoj razorni požari u Dubrovniku 1296. godine (Lonza i sur., 2002) i Varaždinu 1776. godine (Petrić, 2009).

Iako su u novije vrijeme takvi urbani požari rijetki, jedan od novijih primjera, požar katedrale Notre Dame 2019. godine, pokazuje kako se oni ipak događaju i da pri

tome uništavaju neprocjenjivu kulturnu baštinu (Ferreira, 2019).

Sve navedeno dovoljan je razlog da odgovorne osobe u povijesnim središtima sustavno jačaju strategije prevencije, ublažavanja i kriznog planiranja, čija će praktična primjena jamčiti ograničavanje neželjenih štetnih posljedica za ljude i kulturnu baštinu (Ferreira i sur., 2016) prevention and mitigation of urban risks are assumed as priority actions within the framework of any rehabilitation and requalification process at the urban scale, particularly in the case of the rehabilitation and refurbishment of old city centres. In the most specific domain of urban safety, seismic and fire risk, which can cause serious consequences, are part of the collective memory of several communities and must be inevitably highlighted. The severity of the resulting damages is a more than valid reason to strongly value prevention, planning and mitigation strategies, limiting their consequences and guaranteeing permanent improvement actions. In the view of the abovementioned, and in the scope of a research project carried out, a new urban fire risk assessment methodology was developed and applied to the old city centre of Seixal. This simplified methodology is based on a preestablished method designated ARICA. Over 500 buildings were assessed using this methodology, and the results were spatially analysed using an integrated geographical information system tool (GIS).

Požarni rizici povijesnih gradskih sredina te čimbenici nastanka i širenja požara

Od brojnih rizika povezanih s povijesnim gradovima kao posebno značajni ističu se opasnost od potresa, urbanog požara i poplave. Rizik od izbijanja požara, u usporedbi s modernim gradovima, povećan je iz mnogo razloga. Kao prvo, ono je rezultat ubrzanog procesa urbanizacije i povećanja stanovništva praćenog postupnim smanjenjem vegetacijskog pokrova i promjenama u korištenju zemljišta. Osim toga, rizik od izbijanja požara ističe se zbog dva inherentna razloga: visokog stupnja ugroženosti koji proizlazi iz lošeg građevinskog stanja te vrijedne kulturne baštine koju ta područja čine ili sadržavaju povezane s njihovom povijesnom važnošću, gospodarskom ulogom i društvenom simbolikom (Granda i Ferreira, 2019).

Gradska naselja, nastala na grčkim ili rimskim temeljima, guste su izgrađenosti što je dovelo do nepravilnih i uskih ulica, zajedničkih razdvojenih zidova i krovnih konstrukcija (Markotić, 1980). Iako je glavni građevni materijal kamen, gotovo cijela unutrašnjost (podovi, stropovi,

pregrade i stubišta) građena su od drva. Mnoge zgrade sadržavaju veću količinu drvenog namještaja kao i kolekcije knjiga, predmeta, razne arhivske građe itd. (Jović Gazić, 2011). Tradicionalna izgradnja i tehnike gradnje pretpostavljaju izostanak primjene građevinskih aktivnih i pasivnih preventivnih mjera zaštite od požara, kao npr. ugradnje požarnih sektora ili sustava za rano otkrivanje i gašenje požara. Unutarnja hidrantska mreža gotovo pa i ne postoji, dok je za vanjsku često upitna pristupačnost, ispravnost i dovoljna količina vode (Quinlan i Kelly, 2020).

Jedan od vodećih uzročnika požara su stare električne instalacije koje lako postanu preopterećene, a kako starija izolacija često propada, može doći do izlaganja golih žica, često u skrivenim podnim ili tavanjskim prostorima. U velikom broju slučajeva instalacije su samo djelomično obnovljene, što može dovesti do preopterećenja u njezinim starijim dijelovima. Razvodne kutije, ako nisu smještene na vatrootpornoj površini, u uvjetima preopterećenja također mogu biti uzročnikom požara. Kako je cijela elektro-distribucijska mreža, u pravilu, zastarjela i preopterećena, korisnici objekata često su skloni pretjeranom korištenju produžnih kablova, čije preopterećenje ili loša kvaliteta povećavaju rizik od pregrijavanja (Quinlan i Kelly, 2020).

Što se tiče grijanja na kruta goriva, starija konstrukcija dimnjaka bez primjerenog brtvljenja ili nakupljanje naslaga čađe zbog neredovitog čišćenja, pogodni su za izbijanje požara (Quinlan i Kelly 2020). Ekspanzija turizma dovela je do naglog povećanja broja raznih ugostiteljskih objekata i restorana s adaptiranim kuhinjama i roštiljima koji znatno povećavaju rizik od izbijanja požara. Kuhinje pretpostavljaju uporabu plinskih plamenika, štednjaka, vrućih ulja, masti itd., koji često prate i montažne dimovodne konstrukcije (Alfa Atest d.o.o., 2018).

Unutar stare jezgre pojedinačni objekti ili veći kompleksi često su u postupku renovacije što uključuje izvođenje radova s otvorenim plamenom ili postavljanje privremene električne instalacije (Alfa Atest d.o.o., 2018). Ne može se zanemariti ni antropogeni rizik, nepažnja pri rukovanju sa zapaljivim izvorima požara (svijeće, cigarete, razni električni uređaji itd.), ali i vandalizam te palež (Quinlan i Kelly, 2020). Iz svega navedenog, može se identificirati niz čimbenika povezanih s povećanim rizikom od nastanka i širenja požara u tim specifičnim cjelinama: velika gustoća izgrađenosti; uske, nepravilne i nejednolike ulice; zajednički razdvojni zidovi susjednih objekata; zajednička krovšta; nedostatak sektorizacije objekata; postojanje nenaseljenih ili zapuštenih zgrada; nadzemna distribucija

električne energije; nerenovirane ili neodržavane električne instalacije; grijanje ili kuhanje; prisutni zapaljivi materijali unutar i izvan objekata; veliki broj dimovodnih konstrukcija; nedostatak sustava detekcije požara; nedostatak preventivne vatrogasne opreme; veliki broj ugostiteljskih objekata i adaptiranih kuhinja; vrijeme restauracije (obnove) objekata; rizično ponašanje čovjeka (Buble, 2023).

Povijesna jezgra grada Trogira

Povijesna jezgra grada Trogira tipičan je primjer povijesnog gradskog središta s izrazito dugom kontinuiranom urbanističkom tradicijom, još od vremena grčke kolonizacije Jadrana (Jović Gazić, 2011). Prostor grada je, u usporedbi s ostalim jedinicama lokalne samouprave Splitsko-dalmatinske županije, jedno od najmanjih i najgušće naseljenih područja (Alfa Atest d.o.o., 2018).

Kulturno-povijesna cjelina grada Trogira je zaštićeno kulturno dobro (Ministarstvo kulture i medija Republike Hrvatske, 2011) dok je stara jezgra Trogira od 1997. godine uvrštena na UNESCO-ov popis svjetske baštine (UNESCO, 1997). Unutar povijesne jezgre, osim stambenih zgrada, nalaze se građevine kulturno-povijesnog značaja, sakralni objekti, lokalna samouprava, škola, vrtić, zgrada suda, ugostiteljski objekti, trgovine i objekti male privrede. Najveći broj građevina visine je do tri kata (etaža više s tavanom), kamene gradnje, drvenim međukatnim i tavanskim konstrukcijama te prozorima zaštićenim drvenim zatvorima. Građevine su zajedničkih razdvojenih zidova i međusobno spojenih krovnih konstrukcija. Veliki broj građevina je, radi starosti, lošijeg građevinskog stanja. U nekim objektima provedene su tehničke mjere zaštite od požara (građevinske, organizacijske, hidranti, vatrogasni aparati, vatrododajni sustav itd.). Građevine su raznolike vatrootpornosti i većinom srednjeg požarnog opterećenja. Visoka gustoća izgrađenosti na malom prostoru pretpostavlja mogućnost brzog širenja požara, a ujedno predstavlja i problem interventnog pristupa uobičajenim vatrogasnim vozilima, ne samo radi nemogućnosti prilaza, već i radi nedostatka površina za operativni rad vatrogasne tehnike. Stoga se može konstatirati kako je opasnost od izbijanja i širenja požara povećana (Alfa Atest d.o.o. 2018).

ARICA metoda ili metoda procjene sigurnosti od požara građevina (portugalski: Método de avaliação da segurança ao incêndio em edifícios existentes) koja omogućuje izračun indeksa razine sigurnosti objekta ili njegova dijela od požarne opasnosti. Metodu je razvio Nacionalni laboratorij za građevinarstvo u Portugalu 2004. godine, a ovo

se istraživanje koristilo s prilagođenom i jednostavnijom metodom iz 2019. godine primijenjenom u gradovima Leiriji, Guimaraesu i Coimbri (Bento, 2019; Granda i Ferreira, 2019; Santos i sur., 2017). ARICA metoda napravljena je za urbane povijesne centre, a temelji se na hipotezi da zgrade koje se nalaze u starim urbanim središtima ne bi trebale imati veći stupanj rizika od novijih zgrada. Izračunava se uspoređujući postojeće stanje s propisanim uvjetima za građevine u Portugalu (Bento, 2019).

Cilj ovog rada je u povijesnoj jezgri grada Trogira istražiti primjenu ARICA metode indeksa ugroženosti zgrada od požarne opasnosti.

MATERIJALI I METODE

Odabir stambene zgrade na kojoj će se testirati metoda odabrana je prema sljedećim kriterijima: - autorovo poznavanje objekta i informacija relevantnim za primjenu metode,

- predstavlja tipičnu starogradsku zgradu (samostojeći objekt sa zasebnim jedinicama),
- u sastavu zgrade nalazi se nekoliko stambenih jedinica, ugostiteljski objekt i više poslovnih prostora.

Objekt je detaljno pregledan te su utvrđene sljedeće relevantne karakteristike:

- lokacija: sjeveroistočni rub stare gradske jezgre, anagramska oznaka Blaža Jurjeva-Trogiranina 6,
- broj etaža: prizemlje i 3 kata,
- stanje očuvanosti građevine: dobro,
- pristup objektu: pristupni put do ulaza objekta je ravan, širine više od 3,50 m, bez prepreka, ispod pročelja se nalaze stolovi ugostiteljskog objekta,
- dostupnost vode za gašenje: podzemni hidrant je udaljen oko 20 m od ulaznih vrata zgrade, unutrašnja hidrantska mreža ne postoji,
- elektroinstalacije: djelomično renovirane,
- plinske instalacije: zgrada nema plinsku instalaciju, većina kućanstva za kuhanje koriste boce propan-butana,
- protupožarna pregrađenost: posebni požarni sektori ne postoje iako su stambene i poslovne jedinice međusobno odvojene stubištem i mogu se smatrati zasebnim sektorima, zgrada je djelomično renovirana te ima betonske i drvene podove,
- uređaji sredstva za otkrivanje, uzbunjivanje i alarmiranje: ne postoje,

- ostala sredstva za gašenje: aparati za početno gašenje požara prahom u stambenim i poslovnim jedinicama,
- požarno opterećenje: drvo (namještaj, drveni podovi...), tekstil (odjeća u trgovini odjećom, stanovima...), papir (arhiva ureda).

Odabir najprimjerenije metode

Istraživano je više metoda izrade procjene ugroženosti od požara starih gradskih jezgri te je kao najprikladnija odabrana primjena tzv. ARICA metoda, odnosno njena prilagođena i jednostavnija metoda iz 2019. godine, koja se primjenila u gradovima Leiriji, Guimaraesu i Coimbri (Bento, 2019; Granda i Ferreira, 2019; Santos i sur., 2017).

Metodom se određuju tri glavna čimbenika rizika i čimbenik učinkovitosti koji predstavljaju četiri faze širenja požara u zatvorenim prostorima. Svaki čimbenik je dalje podijeljen na nekoliko podčimbenika kako je prikazano u Tablici 1. (Bento, 2019).

Tablica 1. Čimbenici ARICA metoda procjene sigurnosti od požara (Bento, 2019)

Rizik (FR)	Početak požara (FRA)	A1	Stanje konstrukcije objekta
		A2	Električne instalacije
		A3	Plinske instalacije
		A4	Požarno opterećenje
	Širenje požara (FRB)	B1	Razmak između otvora
		B2	Sigurnosni timovi
		B3	Otkrivanje požara, dojava i alarm
		B4	Požarna pregrađenost
		B5	Požarno opterećenje
	Evakuacija (FRC)	C1	Evakuacijski putevi
		C2	Obilježja građevine
		C3	Faktor korekcije
Učinkovitost (FU)	Gašenje požara (FRD)	D1	Vanjski čimbenici gašenja požara
		D2	Unutarnji čimbenici gašenja požara
		D3	Sigurnosni timovi

Čimbenik početka požara

Ovaj čimbenik dobiva se tako da se izračuna aritmetička sredina četiri podčimbenika kojima se izražava stanje konstrukcije objekta (A1 – Tablica 2.), električnih instalacija (A2 – Tablica 3.), plinskih instalacija (A3 – Tablica 4.) i požarnog opterećenja (A4 – Tablica 5.) prema jednadžbi (Bento, 2019):

$$\text{Početak požara } (FRA) = \frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4}$$

Tablica 2. Podčimbenik stanja konstrukcije objekta (Bento, 2019)

A1 Stanje konstrukcije objekta	
Čimbenici za izračun faktora očuvanosti konstrukcije objekta	
Opis stanja	Vrijednost faktora procjene
Loše stanje očuvanosti	1,20
Srednje stanje očuvanosti	1,10
Dobro stanje očuvanosti	1,00

Za ocjenu ovog podčimbenika potrebno je ocijeniti ukupno stanje očuvanosti građevine (krov, fasada, podovi itd.), donja granica faktora je 1 i odgovara objektu u dobrom stanju očuvanosti, dok je gornja granica 1,20 i odgovara lošem stanju očuvanosti građevine (Bento, 2019).

Tablica 3. Podčimbenik električnih instalacija (Bento, 2019)

A2 Električne instalacije		
Čimbenici za izračun faktora stanja električnih instalacija		
Stanje	Opis	Vrijednost faktora procjene
Potpuno renovirano	Zamijenjene i zaštićene instalacije, korišteni noviji prekidači, brojači i osigurači, izvedeno od strane stručnjaka	1,00
Djelomično renovirano	Djelomično zamijenjene instalacije, zadržano nekoliko originalnih sklopova	1,25
Nije renovirano	Instalacije s originalnim krugovima i sklopovima, lošom zaštitom i nedostatkom prekidača	1,50

Za izračun podčimbenika električnih instalacija koriste se tri stupnja vrednovanja (potpuno, djelomično, nije renovirano) i odgovarajući faktori vrijednosti procjene (Bento, 2019).

Tablica 4. Podčimbenik plinskih instalacija (Bento, 2019)

A3 Plinske instalacije			
Čimbenici za izračun faktora stanja plinskih instalacija			
Vrsta opskrbe			Vrijednost faktora procjene
Putem instalacija			1,00
Spremnik			1,10
Boca	Držanje na otvorenom		1,20
	Držanje u zatvorenom	prozračno mjesto	1,50
		neproзраčno mjesto	1,80

Procjena plinskih instalacija temelji se na vrsti isporuke, mjestu skladištenja i ventiliranosti prostora (Bento, 2019).

Tablica 5. Podčimbenik požarnog opterećenja (Bento, 2019)

A4 Požarno opterećenje					
Čimbenici za izračun faktora stanja požarnog opterećenja					
			Koeficijent aktivacije		
			Nisko	Srednje	Visoko
			1,00	1,50	3,00
Koeficijent zapaljivosti	Nisko	1,00	1,00	1,50	3,00
	Srednje	1,30	1,30	1,95	3,90
	Visoko	1,60	1,60	2,40	4,80

Da bi se odredila vrijednost ovog podčimbenika potrebno je definirati umnožak koeficijenta zapaljivosti i koeficijenta aktivacije dominantnog materijala koji predstavlja najveću požarnu opasnost u objektu. Koeficijent zapaljivosti procjenjuje zapaljivost i brzinu izgaranja zapaljivih materijala dok koeficijent aktivacije procjenjuje vjerojatnost pojave požara na temelju mogućnosti aktiviranja procesa izgaranja što ovisi o vrsti djelatnosti i ljudskom djelovanju (Bento, 2019). Ti koeficijenti nalaze se u člancima 6. i 7. Naredbe br. 2074/2009 od 15. siječnja 2009. godine koja određuje tehničke kriterije za određivanje gustoće požarnog opterećenja (Ministério da Administração Interna i Secretária-Geral, 2009).

Čimbenik širenja požara

Za dobivanje vrijednosti ovog čimbenika potrebno je izračunati aritmetičku sredinu sljedećih pet podčimbenika: razmak između otvora (B1 – Tablica 6.), sigurnosnih timova (B2 – Tablica 7.), otkrivanja požara (B3 – Tablica 8.), dojave i alarma (B4 – Tablica 9.) i protupožarnog odjeljivanja (B5). Dakle, izračunava se prema jednadžbi (Bento, 2019):

$$\text{Širenje požara (FRB)} = \frac{B1 + B2 + B3 + B4 + B5}{5}$$

Tablica 6. Podčimbenik razmaka između otvora (Bento, 2019)

B1 Razmak između otvora	
Čimbenici za izračun faktora razmaka između susjednih otvora istog pročelja	
Broj otvora s razmakom manjim od 1,10 m	Vrijednost faktora procjene
0	1,00
1	1,25
2	1,50

Procjena ovog podčimbenika povezana je sa širenjem požara s vanjske strane objekta između katova preko otvora koji se nalaze na objektu (Bento, 2019).

Tablica 7. Podčimbenik sigurnosnih timova (Bento, 2019)

B2 Sigurnosni timovi		
Čimbenici za izračun faktora sigurnosnih timova		
Regulatorni zahtjevi	Sigurnosni timovi	Vrijednost faktora procjene
Ne zahtijevaju	Postoje	0,50
Zahtijevaju	Postoje	1,00
	Ne postoje	2,00

Ovaj podčimbenik uzima u obzir postojanje sigurnosnih timova (zaposlenika ili trećih osoba) u objektu (Bento, 2019). Obveza njihova postojanja utvrđena je člankom 200. Pravilnika br. 1532/2008 od 29. prosinca 2008. godine (Ministério da Administração Interna, 2008).

Tablica 8. Podčimbenik otkrivanja požara, dojave i alarma (Bento, 2019)

B3 Otkrivanje požara, dojave i alarm		
Čimbenici za izračun faktora otkrivanja požara, dojave i alarma		
Regulatorni zahtjevi	Vrsta opreme	Vrijednost faktora procjene
Ne zahtijevaju	Postoji automatski sustav za dojavu požara	0,50
	Postoji ručni sustav za dojavu požara	0,90
Zahtijevaju	Postojeća oprema je u skladu s propisom	1,00
	Ne postoji ručni sustav za dojavu požara	1,20
	Postoji samo ručni sustav za dojavu požara, a trebao bi biti i automatski sustav za dojavu požara	1,80
	Ne postoji automatski sustav za dojavu požara	2,00

Ovaj podčimbenik uzima u obzir postojanje sustava detekcije požara (ručni ili automatski sustav) u objektu čija je obveza postojanja također utvrđena Pravilnikom br. 1532/2008 od 29. prosinca 2008. godine (Ministério da Administração Interna, 2008). U slučaju da se navedenim propisom ne zahtijeva postojanje ovih sustava, vrijednost faktora procjene koji će se dodijeliti bit će 1,00 (Bento, 2019).

Tablica 9. Podčimbenik požarne pregrađenosti (Bento, 2019)

B4 Požarna pregrađenost		
Čimbenici za izračun podfaktora požarne pregrađenosti		
Konstruktivni element	Materijal	Vrijednost podfaktora procjene
Vanjski zidovi	Tradicionalna kamena gradnja u visokom stupnju degradacije	0,10
Pregradni zidovi	Drvena pregrada ili knauf	0,30
Podovi	Drvo	0,30
Otvori (prozori)	Drvo	0,30

Procjena podčimbenika požarne pregrađenosti temelji se na otpornosti elemenata konstrukcije i njezine nepropusnosti u odnosu na vatru, požarne plinove i toplinsku izolaciju. U tom kontekstu, metoda procjenjuje vrstu materijala koji se nalazi na vanjskim zidovima, pregradnim zidovima, podovima i otvorima objekta. Faktor procjene počinje s referentnom vrijednošću od 1,00 na koji se dodaju podfaktori iz Tablice 9., ali ne prelazeći maksimalnu granicu vrijednosti od 2,00 (Bento, 2019).

Čimbenik B5 – požarnog opterećenja kvantificira gustoću dominantnog materijala koji predstavlja najveću opasnost od požara za objekt. Dobiva se preko kvocijenta gustoće požarnog opterećenja, pri čemu je utvrđena minimalna donja granica od 0,10 i maksimalna, gornja od 5,00, kao što je prikazano sljedećim izrazom (Bento, 2019):

$$0,10 \geq \frac{\text{gustoća materijala}}{1000} \leq 5,00$$

Sukladno Naredbi br. 2074/2009 od 15. siječnja 2009. godine za navedene najčešće materijale utvrđena je gustoća materijala iz Tablice 10. (Ministério da Administração Interna i Secretária-Geral, 2009):

Tablica 10. Gustoća materijala sukladno Naredbi br. 2074/2009 od 15. siječnja 2009. godine (Ministério da Administração Interna i Secretária-Geral, 2009)

Rb.	Materijal	Gustoća
1.	Drvo	4200
2.	Papir	10000
3.	Tekstil	1000

Čimbenici evakuacije

Evakuacijski putevi (C1 – Tablica 11.), obilježja građevine (C2) i faktor korekcije (C3 – Tablica 13.) potrebni su podčimbenici za dobivanje ukupnog čimbenika evakuacije (Bento, 2019).

Tablica 11. Podčimbenik evakuacijskih puteva (Bento, 2019)

C1 Evakuacijski putevi	
Čimbenici za izračun podfaktora evakuacijskih puteva	
Uvjeti evakuacijskih puteva	Vrijednost podfaktora procjene
Visina i širina puta manja od 0,90 m	0,25
Broj putova manji od propisanog broja	0,25
Nagib puta veći od 45°	0,25
Nedostatak evakuacijskih znakova i rasvjete kada je to propisano	0,25

Procjena ovog podčimbenika povezana je s uvjetima evakuacijskih puteva zgrade. Faktor procjene počinje s referentnom vrijednošću od 1,00 na koji se dodaju podfaktori iz Tablice 11., ali ne prelazeći maksimalnu granicu od 2,00 (Bento, 2019). Uvjeti za evakuacijske puteve propisani su Naredbom br. 2074/2009 od 15. siječnja 2009. godine (Ministério da Administração Interna i Secretária-Geral, 2009).

Podčimbenik C2 – obilježja građevine izračunava se aritmetičkom sredinom tri podčimbenika od kojih su dva već prethodno izračunata i to vrijednosni faktor koji se odnosi na sigurnosne timove (B2) i vrijednosni faktor otkrivanja požara, dojave i alarma (B3) sukladno sljedećoj jednadžbi (Bento, 2019):

$$C2 = \frac{C2.1(B2) + C2.2(B3) + C2.3}{3}$$

Posljednji podčimbenik (C2.3 – Tablica 12.) odnosi se na izvođenje vježbi evakuacije sukladno namjeni zgrade iz propisa br. 1532/2008 od 29. prosinca 2008. godine (Ministério da Administração Interna, 2008):

Tablica 12. Podčimbenik vježbi evakuacije (Bento, 2019)

C2.3 Vježbe evakuacije		
Čimbenici za izračun podfaktora vježbi evakuacije		
Regulatorni zahtjevi	Provođenje vježbi	Vrijednost podfaktora procjene
Ne zahtijevaju	Provedene su najmanje dvije vježbe evakuacije	0,50
	Nisu provedene vježbe evakuacije	1,00
Zahtijevaju	Vježbe evakuacije provode se u skladu s propisom	1,00
	Vježbe evakuacije nisu se provodile u skladu s propisom	1,50

Podčimbenik faktora korekcije (C3) ima za cilj povećati vrijednosti prethodno izračunatih faktora (C1 i C2) samo kada oni nisu u skladu s regulatornim zahtjevima, a određen je katnošću zgrade (Bento, 2019).

Tablica 13. Podčimbenik faktora korekcije (Bento, 2019)

C3 Faktor korekcije	
Čimbenici za izračun faktora korekcije	
Broj katova	Vrijednost faktora procjene
≤ 3	1,10
≤ 7	1,20
>7	1,30

Dakle, ukupni čimbenik evakuacije objekta (C) može se izračunati koristeći se dvjema mogućnostima (Bento, 2019):

1) ako su ispunjeni svi regulatorni zahtjevi:

$$Evakuacija (FRC) = \frac{C1 + C2}{2}$$

2) kada regulatorni zahtjevi nisu ispunjeni:

$$Evakuacija (FRC) = \frac{C1 + C2}{2} \times C3$$

Čimbenik gašenja požara

Čimbenik gašenja požara utvrđuje se kao aritmetička sredina vanjskih i unutarnjih čimbenika gašenja požara (D1 i D2) te postojanja sigurnosnih timova u objektu (D3) po sljedećoj jednadžbi (Bento, 2019):

Gašenje požara (FRD)= $\frac{D1 + D2 + D3}{3}$

Vanjski čimbenici gašenja požara (D1) ovise o tri pod-čimbenika: prilaza građevini (D1.1 – Tablica 14.), postojanja vanjskih hidranata (D1.2 – Tablica 15.) i pouzdanosti vodoopskrbne mreže (D1.3) sukladno jednadžbi (Bento, 2019):

D1= $\frac{D1.1 + D2.2}{2} \times D1.3$

Tablica 14. Podčimbenik prilaza građevini (Bento, 2019)

D1.1 Prilaz građevini				
Čimbenici za izračun podfaktora prilaza građevini				
Uvjeti				Vrijednost podfaktora procjene
Visina zgrade (m)	Širina prilaza (m)	Slobodna visina objekta (m)	Nagib prilaza (m)	
≤ 9,00	≥ 3,50	≥ 4,00	≤ 15,00	1,00
	≥ 3,50	≥ 4,00	> 15,00	1,50
>9,00	≥ 6,00	≥ 5,00	≤ 10,00	1,00
	≥ 6,00	≥ 5,00	> 10,00	1,50

Podčimbenik prilaza građevini uzima u obzir pristupačnost objekta vatrogasnim snagama. U slučaju da je širina prilaza ili slobodna visina objekta manja od vrijednosti iz Tablice 14. primjenjuje se vrijednost podfaktora procjene 2,00 (Bento, 2019).

Tablica 15. Podčimbenik postojanja vanjskih hidranata (Bento, 2019)

D1.2 Postojanje vanjskih hidranata		
Čimbenici za izračun podfaktora postojanja vanjskih hidranata		
Uvjeti		Vrijednost podfaktora procjene
Udaljenost do vanjskog hidranta	Postojanje opreme za gašenje na hidrantu	
≤ 100,00 m	Ne	1,00
> 100,00 m	Da	1,50
	Ne	2,00

U odnosu na postojanje vanjskih hidranata za nadopunu vatrogasnih vozila vodom, metoda utvrđuje maksimalnu graničnu udaljenost od 100 metara između analizirane zgrade i mjesta opskrbe vodom (Bento, 2019).

Budući da na području provođenja istraživanja nije bilo moguće dobiti pouzdane podatke vezane za opskrbu vodom iz javne vodovodne mreže, prihvaćena vrijednost za izračun podfaktora pouzdanost vodoopskrbne mreže (D1.3) je 1,00 (Bento, 2019).

Čimbenik unutarnjeg gašenja požara (D2) izračunava se kao aritmetička sredina unutarnjih čimbenika objekta (D2.1 – Tablica 16.) i pouzdanosti vodoopskrbne mreže (D2.2) po sljedećoj jednadžbi (Bento, 2019):

$$D2 \frac{D2.1 + D2.2}{2}$$

Podčimbenik unutarnjih čimbenika objekta (D2.1 – Tablica 16.) uzima u obzir postojanje aparata za početno gašenje požara, mokre ili suhe hidrantske mreže objekta ili postojanje stabilnog sustava za gašenje požara unutar objekta (Bento, 2019).

Tablica 16. Podčimbenik unutarnjih čimbenika objekta (Bento, 2019)

D2.1 Unutarnji čimbenici objekta					
Čimbenici za izračun podfaktora unutarnjih čimbenika objekta					
Uvjeti					Vrijednost podfaktora procjene
Vrsta objekta	Aparati za gašenje požara	Mokra hidrantska mreža s cijevima za gašenje požara	Mokra ili suhahidrantska mreža (cjevovod)	Automatski sustav za gašenje požara	
Stambeni	Postoji najmanje jedan aparat za gašenje požara	-	-	-	0,90
	Ne postoje aparati za gašenje požara	-	-	-	1,00
Arhivi, poslovni, komercijalni...	Broj aparata za gašenje požara odgovara broju katova objekta	-	-	-	1,00
	Broj aparata za gašenje požara manji je od broja katova objekta	-	-	-	1,75
	Broj aparata za gašenje požara manji je od broja katova objekta	-0,25	-0,25	-0,25	1,75
	Ne postoje aparati za gašenje požara	-	-	-	2,00

Ako u objektu postoje aparati za gašenje požara, ali je njihov broj manji od broja katova objekta, postojanje drugih uvjeta za gašenje požara iz tablice za svaku vrstu opreme oduzima se 0,25 s početnom vrijednošću 1,75 do minimalne vrijednost podfaktora od 1,00 (Bento, 2019).

Podčimbenik D2.2 ponovno se odnosi na pouzdanost vodoopskrbne mreže za koju se, kao i u slučaju vanjskih čimbenika, zbog nedostatka podataka vezanih uz javnu vodovodnu mrežu uzima vrijednost od 1,00 (Bento, 2019).

Podčimbenik sigurnosnih timova (D3) odgovara ranije izračunatom podčimbeniku B2 (Bento, 2019).

Ukupni čimbenik rizika i učinkovitosti objekta (UFRU) odgovara aritmetičkoj sredini četiri ranije izračunata čimbenika vezana za početak, razvoj i širenje požara, evakuaciju iz zgrade i gašenje požara, koje treba povećati za zadani faktor rizika (ZFR) uzimajući u obzir njihovu relativnu

važnost u proračunu rizika od požara, kao što je prikazano u Tablici 17. (Bento, 2019).

Tablica 17. Vrijednosti zadanog faktora rizika (Bento, 2019)

			Zadani faktor rizika
Rizik (FR)	Početak požara (FRA)	A1	FRA x 1,20
		A2	
		A3	
		A4	
	Širenje požara (FRB)	B1	FRB x 1,10
		B2	
		B3	
		B4	
		B5	
	Evakuacija (FRC)	C1	1,00
		C2	
		C3	
Učinkovitost (FU)	Gašenje požara (FRD)	D1	1,00
		D2	
		D3	

Ukupni rizik faktora rizika i učinkovitosti (UFRU)=

$$\frac{FRA \times 1,20 + FRB \times 1,10 + FRC + FRD}{4}$$

Na kraju, moramo izračunati i **Referentni faktor rizika (RFR)** koji ovisi o namjeni građevine sukladno Tablici 18. (Bento, 2019).

Tablica 18. Referentni faktor rizika (Bento, 2019)

Referentni faktor rizika		
Čimbenici za izračun faktora referentnog faktora rizika		
	Vrsta objekta	
	Stambeni	Poslovni ili industrijski, skladišta, knjižnice, arhivi...
Čimbenik izračuna	$0,915 + 0,25 \times C3$	$1,11 + 0,25 \times C3$

Konačno, **ukupni faktor rizika za objekt (UFR)** izračunat ćemo kada podijelimo ukupni faktor rizika i učinkovitosti (UFRU) s referentnim faktorom rizika (RFR) kako je prikazano sljedećom jednadžbom (Bento, 2019):

$$\text{Ukupni faktor rizika za objekt (UFR)} = \frac{\text{Ukupni faktor rizika i učinkovitosti (UFRU)}}{\text{Referentni faktor rizika (RFR)}}$$

Ovisno o dobivenom rezultatu određeni objekt se može svrstati u jednu od sljedećih kategorija procjene ugroženosti rizika od izbijanja požara (Bento, 2019):

Tablica 19. Kategorije ugroženosti od požara za objekt (Bento, 2019)

PROCJENA UGROŽENOSTI OD POŽARA ZA OBJEKT	
Mala	0,60 – 1
Umjerena	1 – 1,30
Velika	1,30 – 1,65
Ekstremna	1,65 – 2,00

REZULTATI

Za dobivanje izračuna procjene ugroženosti za promatranu zgradu anagramske oznake Blaža Jurjeva-Trogirani na 6 odabrani su vrijednosni faktori prikazani Tablicom 20.

Tablica 20. Vrijednosni faktori za promatranu zgradu

Podčimbenik		Vrijednosni faktor	Opis stanja	Obrazloženje
A1	Stanje konstrukcije objekta	1,00	Dobro stanje očuvanosti	Zgrada je konstruktivno stabilna, građevinski dobro izgrađena i nekoliko puta renovirana.
				Građena je na kamenim temeljima, vanjski i nosivi zidovi građeni su od kamena, pregradni od cigle. Međukatne konstrukcije su od betona i drva. Krovšte je renovirano i u dobrom stanju.
A2	Električne instalacije	1,25	Djelomično renovirano	Električne instalacije su u većem dijelu zgrade renovirane.

Podčimbenik		Vrijednosni faktor	Opis stanja	Obrazloženje
A3	Plinske instalacije	1,50	Boce	Skladište se u zatvorenim, uglavnom neprozračnim prostorima.
A4	Požarno opterećenje	1,95	Srednje	Koeficijent zapaljivosti i koeficijent aktivacije dominantnog zapaljivog materijala (drvo) unutar objekta ocijenjen je kao srednji.
B1	Razmak između otvora	1,00	Broj otvora 0	Na zgradi nema otvora s međusobnim razmakom manjim od 1,10 m.
B2	Sigurnosni timovi	1,00	Ne postoji	U zgradi ne postoje sigurnosni timovi niti se to zahtijeva posebnim propisom.
B3	Otkrivanje požara, dojava i alarm	1,00	Ne postoji	Zgrada ne posjeduje sustav detekcije požara (ručni ili automatski) u objektu niti postoji regulatorna obveza njihova postojanja.
B4	Požarna pregrađenost	1,30	Podovi	Na početnu vrijednost 1,00 dodan je faktor 0,30 za postojanje drvenih podova u objektu.
B5	Požarno opterećenje	4,2	Drvo	Kao najzastupljeniji materijal požarnog opterećenja zgrade uzeto je drvo.
C1	Evakuacijski putovi	1,00	Bez opterećenja	Nema otežavajućih okolnosti u smislu broja, visine, širine ili posebnih zahtjeva.
C2	Obilježja građevine	1,00	Stambeni	Nema posebnih zahtjeva za sigurnosne timove, detekciju požara ili vježbi evakuacije.
C3	Faktor korekcije	1,10	≤ 3	Broj katova prizemlje i tri kata.
D1	Vanjski čimbenici gašenja požara	1,00	$> 9,00$ m $\leq 100,00$ m Nema podataka	Visina zgrade je veća od 9 m, dovoljna širina, slobodna visina i bez nagiba prilaza. Vanjski hidrant se nalazi na udaljenosti manjoj od 100 m. Vodovodna mreža bez podataka.
D2	Unutarnji čimbenici gašenja požara	0,95	Stambeni	Postoji najmanje jedan aparat za početno gašenje požara.
D3	Sigurnosni timovi (B2)	1,00	Ne postoji	U zgradi ne postoje sigurnosni timovi niti se to zahtijeva posebnim propisom.

Izračun i procjena ugroženosti za promatranu zgradu prikazani su Tablicama 21. do 24.

Tablica 21. Vrijednosti za izračun ukupnog faktora rizika i učinkovitosti za zgradu (Bento, 2019)

Objekt: Zgrada oznake Blaža Jurjeva-Trogirani- na 6		Vrijednosni podfaktor	Vrijed- nosni faktor	Faktor rizika (FR)	Zadani faktor rizika (ZFR)	Ukupni faktor (FR x ZFR)	Ukupni faktor rizika i učinko- vitosti (UFRU)	
Vrsta: Stambeni (P+3)								
Napomena: U prizemlju se nalaze dvije trgovine s odjećom i ugostiteljski objekt, na drugom katu poslovni ured.								
A – Početak požara (FRA)								
A1	Stanje konstrukcije objekta		1,00	1,52	1,20	1,82	1,42	
A2	Električne instalacije		1,25					
A3	Plinske instalacije		1,90					
A4	Požarno opterećenje		1,95					
B – Širenje požara (FRB)								
B1	Razmak između otvora		1,00	1,70	1,10	1,87		
B2	Sigurnosni timovi		1,00					
B3	Otkrivanje požara, dojava i alarm		1,00					
B4	Požarna pregrađenost		1,30					
B5	Požarno opterećenje		4,2					
C – Evakuacija (FRC)								
C1	Evakuacijski putovi		1,00	1,09	1,00	1,03		
C2	Obilježja građevine		1,00					
C2.1	Sigurnosni timo- vi (B2)	1,00						
C2.2	Otkrivanje požara, dojava i alarm (B3)	1,00						
C2.3	Vježbe evakuaci- je	1,00						
C3	Faktor korekcije		1,10					
D – Gašenje požara (FRD)								
D1	Vanjski čimbenici gašenja požara		1,00	0,98	1,00	0,98		
D1.1	Prilaz građevini	1,00						
D1.2	Postojanje van- jskih hidranata	1,00						
D1.3	Pouzdanost vodoopskrbne mreže	1,00						
D2	Unutarnji čimbenici gašenja požara		0,95					
D2.1	Unutarnji čimbenici ob- jekta	0,90						
D2.2	Pouzdanost vodoopskrbne mreže (D1.3)	1,00						
D3	Sigurnosni timovi (B2)		1,00					

Tablica 22. Izračun referentnog faktora rizika za zgradu (Bento, 2019)

Referentni faktor rizika (RFR)			
Vrsta objekta		Čimbenik izračuna	Referentni faktor rizika
x	Stambeni	$0,915 + 0,25 \times C3$	1,19
	Poslovni ili industrijski, skladišta, knjižnice, arhivi...	$1,11 + 0,25 \times C3$	

Tablica 23. Izračun ukupnog faktora rizika za objekt (Bento, 2019)

UKUPNI FAKTOR RIZIKA ZA OBJEKT (UFR)	
Ukupni faktor rizika i učinkovitosti (UFRU)	1,193
Referentni faktor rizika (RFR)	

Tablica 24. Procijenjena ugroženost od požara za promatranu zgradu (Bento, 2019)

PROCJENA UGROŽENOSTI OD POŽARA ZA OBJEKT		
Mala	0,60 – 1	
Umjerena	1 – 1,30	1,193
Velika	1,30 – 1,65	
Ekstremna	1,65 – 2,00	

Budući da je promatrani objekt konstrukcijski dobro izveden, djelomično renoviran te se nalazi na rubnom području jezgre s nesmetanim pristupom u slučaju požara, blizinom hidranta za nadopunu vatrogasnih vozila i bez posebnog požarnog opterećenja, mišljenje je autora kako rezultat iz izračuna odgovara realnom stanju.

RASPRAVA

Povijesna središta gradova redovito su definirana kao najugroženija područja zbog dvaju osnovnih čimbenika, specifične urbane karakteristike i vrijednog kulturno-povijesnog sadržaja. Od brojnih prisutnih rizika koji prije te njihovu uništenju, posebno se ističe rizik od izbijanja i brzog širenja požara. U ovom radu obrađena je metoda izrade procjene rizika od izbijanja požara primjenjiva u povijesnim urbanim sredinama.

Kvalitetna procjena rizika mora uzeti u obzir lokaciju, konstrukciju i opće stanje sigurnosti građevina. S obzirom na to da je svaka povijesna cjelina jedinstvena, svaka zahtijeva vlastitu individualnu procjenu i rješenja za različite opasnosti koje se mogu pojaviti (Quinlan i Kelly, 2020). Budući da Republika Hrvatska nema vlastitu metodu za izradu procjena ugroženosti od požara gradova uobičajeno se primjenjuju opće prihvaćene numeričke metode kao npr. TRVB 100, Euralarm, Gretener, DOW Index i slične (Ministarstvo unutarnjih poslova, 2010) koje se koriste isključivo za pojedine građevine ili postrojenja. Rješenje postojećeg zakonskog ograničenja izrade procjene rizika povijesnih gradova moglo bi biti korištenje prilagođene ARICA metode koju je moguće primijeniti u kontekstu povijesnih gradskih središta i koja uzima u obzir čimbenike rizika i faktor učinkovitosti te tako obrađuje ciklus od izbijanja požara, razvoja, evakuacije i gašenja. Iz primjera ovog rada (umjerena opasnost za promatrani objekt) pokazano je da je metoda jednako djelotvorna i primjenjiva u Trogiru i u Portugalu (Bento, 2019) te da se iz dobivenih rezultata mogu izrađivati karte požarnog rizika za identifikaciju područja u kojima postoji veća koncentracija ranjivosti i povećana opasnost od izbijanja požara.

ZAKLJUČAK

1. ARICA metoda izračuna indeksa ugroženosti zgrada od požarne opasnosti može se uspješno primijeniti u povijesnoj jezgri grada Trogira te može poslužiti za izradu karti požarnog rizika grada.

2. Primjenom ARICA metode mogu se uspješno nadomjestiti nedostaci postojećeg zakonskog okvira izrade procjene ugroženosti od požara povijesnih gradova.

LITERATURA

1. Alfa Atest d.o.o. (2018). *Procjena ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija za Grad Trogir*. Grad Trogir.
2. Bento, M. I. (2019). *Avaliação do Risco de Incêndio no Centro Histórico de Leiria*. (M. Sc Thesis Dept. Eng. Civil. Esc. Sup. Tecnologia e Gestão Do Instituto Politécnico de Leiria). Preuzeto s: <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/4733>
3. Buble, M. (2023). *Prevenција, spašavanje i gašenje požara u povijesnim gradovima*. XVII. Stručni skup, Zbornik radova, 43-55.
4. DVD Trogir. (bez dat.). *Izješće o vatrogasnoj intervenciji*.
5. Ferreira, T. M., i Ramírez Eudave, R. (2022). *Assessing and Managing Risk in Historic Urban Areas: Current Trends and Future Research Directions*. *Frontiers in Earth Science*, 10. doi: <https://doi.org/10.3389/feart.2022.847959>
6. Ferreira, T. M., Vicente, R., Raimundo Mendes da Silva, J. A., Varum, H., Costa, A., i Maio, R. (2016). *Urban fire risk: Evaluation*

- and emergency planning. Journal of Cultural Heritage*, 20(426), 739–745. doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.01.011>
7. Granda, S., i Ferreira, T. M. (2019). Assessing Vulnerability and Fire Risk in Old Urban Areas: Application to the Historical Centre of Guimarães. *Fire Technology*, 55(1), 105–127. doi: <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0778-z>
8. Hanson, J. (1989). Order and structure in urban design: the plans for the rebuilding of London after the Great Fire of 1666. *Ekistics*, 22–42.
9. Jović Gazić, V. (2011). Razvoj grada od kasne antike prema srednjem vijeku: Dubrovnik, Split, Trogir, Zadar – stanje istraživanja. *Archaeologia Adriatica*, 5(1).
10. JVP Grada Trogira. (bez dat.). Izvješće o vatrogasnoj intervenciji.
11. Lonza, N., Šoljić, A., Šundrica, Z., i Veselić, I. (2002). *Liber Statutorum Civitatis Ragusii*. Dubrovnik: Državni arhiv u Dubrovniku.
12. Markotić, V. (1980). Antički grad na istočnom Jadranu. In *Journal of Croatian Studies* (Vol. 21). doi: <https://doi.org/10.5840/jcroatstud1980219>
13. Ministarstvo unutarnjih poslova. (2010). Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije ("Narodne novine" br. 35/94, 110/05 i 28/10). Preuzeto s: <https://narodne-novine.nn.hr>
14. Ministério da Administração Interna. (2008). Portaria nº 1532/2008, 29 de dezembro. *Diário Da República*, 1ª série(250), 9050–9127. Preuzeto s: <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/portaria/2008-135056016>
15. Ministério da Administração Interna, i Secretária-Geral. (2009). Despacho nº 2074/2009, 15 de janeiro. *Diário Da República*, 2ª série(10), 2050–2059. Preuzeto s: <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/2074-2009-2152772>
16. Petrić, H. (2009). Fire and urban environment in early modern cities and towns of Croatian and Slavonian kingdom (Varaždin, Križevci, Koprivnica, Zagreb). *Ekonomika i ekohistorija*, 5 (1), 158–191. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/50985>
17. Quinlan, M., i Kelly, D. (2020). *A Disaster a Guide to Prevention and Preparedness in the Historic Built Environment*. Dublin: Department of Culture, Heritage and the Gaeltacht.
18. Santos, C. C. dos, Correia, J., Correia, A., Meneses, S., i Tavares, P. (2017). Fire risk assessment in old urban areas – Coimbra old town. *IFireSS 2017 - 2nd International Fire Safety Symposium*, June, 1013–1022.
19. Skarbek, E. C. (2014). The Chicago Fire of 1871: A Bottom-up Approach to Disaster Relief. *Public Choice*, 160, 155–180.
20. UNESCO, (1997) Inscription: The Historic City of Trogir. Preuzeto s: <https://whc.unesco.org/en/decisions/2874>
21. Walsh, J. J. (2019). *The Great Fire of Rome: Life and Death in the Ancient City*. Johns Hopkins University Press.