



**PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA STAMBENE ZGRADE PREMA
ZAHTEVIMA BEZBEDNOSTI OD POŽARA SPOLJNIH ZIDOVA ZGRADA**

**ASSESSMENT AND ENERGY RENEWAL OF RESIDENTIAL BUILDING ACCORDING
TO REQUIREMENTS FOR FIRE SAFETY OF EXTERNAL BUILDING WALLS**

Miljana Stojković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Tema rada je višespratna stambena zgrada u Zrenjaninu. Izvršen je vizuelni makroskopski pregled zgrade, u cilju utvrđivanja postojećeg stanja. Za objekat je urađen proračun energetske efikasnosti. Na osnovu ovog proračuna i vizuelnog pregleda konstrukcije, date su sanacione mere koje povećavaju trajnost objekta, energetska efikasnost, kao i njegovu usaglašenost sa Pravilnikom o energetske efikasnosti i Pravilnikom o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada.

Ključne reči: Procena stanja, energetska efikasnost, sanacione mere, termoizolacioni materijali

Abstract – The topic of the paper is a multi-storey residential building in Zrenjanin. A visual macroscopic survey of the building was conducted. Energy efficiency calculation was performed for the building. Based on this calculation and visual inspection of the structure, the repair measures have been given that increase the durability of the facility, its energy efficiency, as well as its compliance with the Energy efficiency regulations and regulation on technical requirements for fire safety of external building walls.

Keywords: condition assessment, energy efficiency, repair measures, thermal insulation materials

1. UVOD

Rad se sastoji iz dve celine: teorijsko-istraživačkog dela i stručnog dela. U prvom delu rada analizirana je energetska efikasnost u zgradarstvu i pravilnici koji se odnose na istu, materijali koji se koriste za povećanje energetske efikasnosti i otpornost fasada na dejstvo požara.

Data su osnovna načela domaćeg standarda Pravilnika o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada (*Sl. glasnik RS br. 59/16*). Drugi, stručni deo rada, sačinjava vizuelni pregled konstrukcije i njegova procena stanja. Dat je detaljan proračun energetske efikasnosti i priložene su sanacione mere za povećanje trajnosti objekta i energetske efikasnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

2. ENERGETSKA EFIKASNOST OBJEKTA

Energetska efikasnost podrazumeva niz mera koje preduzimamo u cilju smanjenja potrošnje energije, a koje pri tome ne narušavaju uslove rada i života.

Pojam energetska efikasnost ima dva značenja, od kojih se jedno odnosi na tehničke uređaje, a drugo na određene mere i ponašanja. Pod energetske efikasnim uređajem smatra se onaj koji ima veliki stepen korisnog dejstva, tj. ima male gubitke prilikom transformacije jednog vida energije u drugi. Kada se govori o merama, energetske efikasne mere su one koje smanjuju potrošnju energije, tehničkim ili netehničkim merama.

2.1. Energetska efikasnost u Srbiji

Srbija danas ima najniži stepen energetske efikasnosti u Evropi i nalazi se na samom dnu lestvice među zemljama koje racionalno koriste energiju. Zgrade u Srbiji troše čak 60% ukupne potrošene energije, dok taj procenat u Evropi iznosi 40%. Čak 60% te energije se odnosi na grejanje prostora, a ostatak na hlađenje, ventilaciju, rasvetu i ostale električne uređaje u domaćinstvu.

Tu činjenicu ilustruje i podatak da u Srbiji preko 300-400 hiljada kuća nema termoizolaciju, što ih svrstava u energetske neefikasne kuće sa potrošnjom od 220kWh/m²/god energije, dok je evropski prosek potrošnje energije 70 kWh/m².

2.1. Pravilnik o energetske efikasnosti

Ovim pravilnikom bliže se propisuju energetska svojstva i način izračunavanja toplotnih svojstava objekata visokogradnje, kao i energetske zahtevi za nove i postojeće objekte. Paralelno sa ovim Pravilnikom usvojen je i Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetske svojstvima zgrada. Pravilnikom se propisuju uslovi, sadržina i način izdavanja sertifikata o energetske svojstvima zgrada.

Energetski razred za stambene zgrade određuje se na osnovu maksimalne dozvoljene godišnje potrebne finalne energije za grejanje [kWh/(m²a)], koja je definisana propisom kojim se uređuju energetska svojstva zgrada i to posebno za nove i postojeće zgrade.

Za novi objekat bitno je da rezultat klasifikacije bude minimalno razred C, što znači da nova stambena zgrada sa više stanova ne sme da troši više od 60 kWh/m² godišnje.

2.2. Bezbednost stambenih zgrada od požara

Požari se danas šire mnogo brže nego pre 50 godina, od presudne je važnosti po ličnu bezbednost i buduće korišćenje zgrada da kada nastupi požar, on bude zadržan na najmanjem mogućem prostoru, takozvanom „požarnom sektoru“. Od karakteristika građevinskih materijala koji sačinjavaju spoljne zidove objekta mnogo zavisi. Oni utiču na širenje vatre po fasadi i na prenos samog požara na susedne prostorije u objektu koji je zahvaćen požarom. Napredovanjem tehnologije, u objektima se danas nalazi više zapaljivih materijala nego što je to bio slučaj u prošlosti.

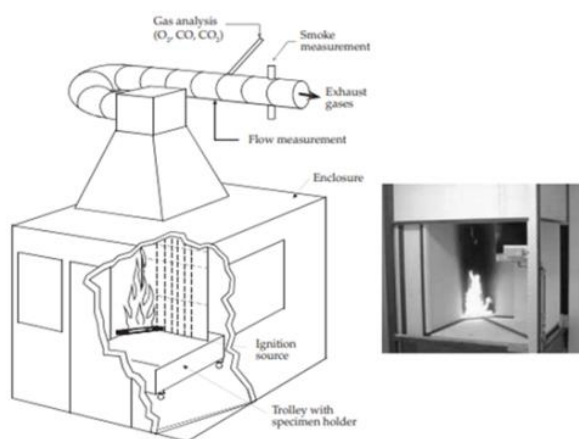
Postoji širok spektar materijala koji se mogu koristiti za izolaciju objekata od toplote, ali je mali izbor materijala koji spadaju u kategoriju negorivih materijala. Mineralna vuna, ekspanzirani agregat i celuloza su predstavnici vatrootpornog materijala za toplotnu izolaciju.

2.3. Testiranje fasadnih panela

Većina građevinskih proizvoda koji se prodaju na području Evrope, biće potrebno testirati i klasifikovati novom metodom ispitivanja koja se naziva **SBI metoda** (Single burning item, EN 13823).

Direktiva Evropske komisije o građevinskim proizvodima zahteva da sve evropske države koriste ovu metodu, umesto tradicionalnih standardnih metoda koje se koriste u svakoj zemlji za klasifikaciju većine građevinskih proizvoda. Pravilnicima su definisani kriterijumi za ocenu materijala u klase A-F. SBI metoda je namenjena za razvrstavanje svih proizvoda koji nisu pripali kategorijama A2, B, C i D u kojima se nalazi većina proizvoda, osim onih koji su uglavnom neorganski klasifikovani kao negorivi.

SBI metoda ispitivanja određuje reakciju na požar građevinskih proizvoda (isključujući podove) kada su izloženi toplotnom opterećenju jednim gorućim uređajem (plamenik sa peskom na gas propan). Uzorak se nalazi na kolicima koja se postavljaju u okvir ispod sistema za odvođenje gasova. Reakcija uzorka na plamen prati se instrumentalno i vizuelno. Razvoj toplote i oslobađanja od dima meri se instrumentalno, a fizičke karakteristike se procenjuju posmatranjem.

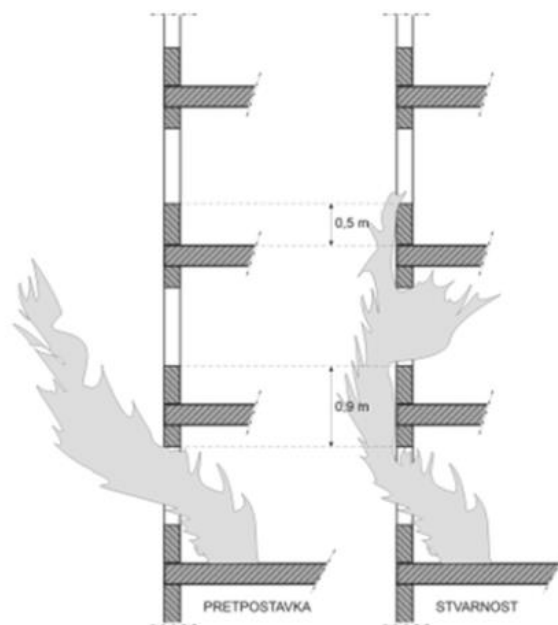


Slika 1. Izgled aparature za SBI testiranje

2.4. Uloga transparentnih površina na širenje požara

Fasade moraju odoleti: kiši, suncu, vetru, mrazu, prašini, buci i zagađenju vazduha tako da očuvaju vlažnost i toplotu unutrašnjosti objekta. Otvori na fasadi mogu biti vrata i prozori. Fasade mogu biti izgrađene kao masivne ili na posebnoj konstrukciji (zavesa).

Do danas se naučnici nisu složili koje su to optimalne dimezije koje treba primeniti da bi se sprečilo širenje požara na gornje spratove. Eksperimenti su pokazali, da je od sekundarne važnosti na širenje požara, prema gornjim spratovima, visina dela spoljnog zida od poda do prozora gornjeg sprata. Na slici 2. data su uporedna kretanja plamena po fasadama, kako se predviđalo i šta je eksperimentalno dobijeno. Deo spoljnog zida iznad prozora, prostorije u požaru, ima veliko temperaturno opterećenje i zato mora imati veliku požarnu otpornost. Zid fasade ispod prozora gornjeg sprata je u prednosti, jer je opterećenje od temperature u tom delu neuporedivo manje.



Slika 2. Pretpostavka i stvarnost kretanja plamena po fasadi

2.5. Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada

Ovim pravilnikom propisuju se tehnički zahtevi bezbednosti od požara koje građevinski proizvodi u sastavu (strukturi) spoljnih zidova moraju ispuniti prilikom projektovanja, izgradnje, rekonstrukcije, dogradnje, adaptacije, upotrebe i održavanja stambenih zgrada, poslovnih zgrada, zgrada javne namene, industrijskih zgrada i skladišta, kao i prilikom izvođenja radova na spoljnom zidu radi unapređenja energetske efikasnosti kako bi se sprečilo nastajanje požara na spoljnim zidovima zgrada i njegovo širenje po tim zidovima.

Prema ovom pravilniku zgrade se razvrstavaju u 5 kategorija A, B, V1, V2 i G. Klasifikacija zgrada je izvršena prema nameni objekta, broju lica koji u zgradi boravi, visini zgrade kao i prema bruto građevinskoj površini.

2.6. Zaključak

Uvođenjem novih Pravilnika u Evropi, teži se pooštavanju kriterijuma koji se odnosi na materijale koji se ugrađuju u konstrukcije. Danas je to od posebne važnosti jer broj požara svake godine raste u odnosu na prethodnu. Pravilnicima se uvodi kontrola i klasifikacija svih materijala koji su sastavni deo jednog objekta, kako bi se znalo kakva je otpornost objekta u globalu na požarno dejstvo i kako bi se znalo koje mere moraju da se primene, kako bi se otpornost poboljšala, ako je to potrebno. Zato se podjednako mora obratiti pažnja kako u fazama projektovanja, tako i u fazama izvođenja ili bnove i sanacije objekta. Sa novim standardima redukovaće se broj ljudskih žrtava, kao glavni prioritet, a kao sekundarni, smanjiće se materijalni gubici i zagađenje okoline.

3. PROCENA STANJA VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE

3.1 Tehnički opis

Objekat sačinjavaju dve lamele (Slika 3). Zgrada je približno pravougaone osnove dimenzija 17,60m x 44,33m. Svaka od lamela ima zaseban ulaz bočno sa dva ulazna stepeništa i rampom. Na vezi između lamela formiran je pasaż iznad kog se nalazi svetlarnik, kako bi prostorije mogle biti prirodno osvetljene. Osim jednakokrakog stepeništa, vertikalna komunikacija se vrši i liftom.

Konstruktivni sistem objekta sačinjavaju podužni i poprečni noseći zidovi od keramičkih blokova $d=29\text{cm}$, ukrućeni vertikalnim i horizontalnim serklažima koji zajedno sa punom AB tavanicom $d=16\text{cm}$ čine krut prostorni sistem. Vertikalni serklaži se nalaze u svim uglovima objekta, na mestu sučeljavanja nosećih zidova, kao i na slobodnim krajevima. Objekat je fundiran na punoj AB ploči $d=50\text{cm}$.



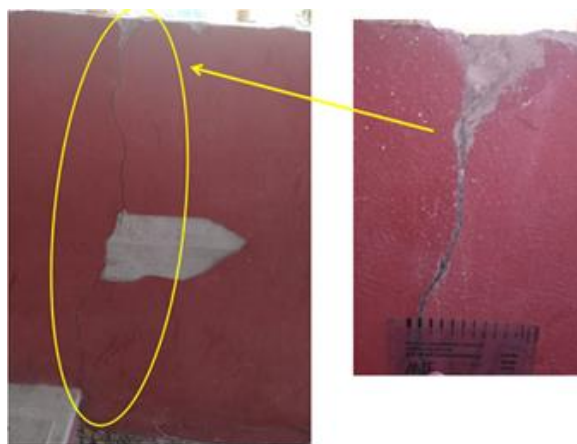
Slika 3. Izgled stambene zgrade

3.2 Procena stanja objekta

Prilikom procene stanja konstrukcije obavljen je vizuelni pregled spoljašnjosti bloka, kao i pregled unutrašnjosti zgrade C9 (suteran i hodnici svih etaža). Proverene su dimenzije dostupnih elemenata konstrukcije i njihova usklađenost sa projektom predviđenim dimenzijama (grede i stubovi u suteranu, stubovi na ulazu u objekte C8 i C9 i stubovi koji se nalaze u području svetlarnika tj. između ova dva objekta).

Vizuelnim pregledom ustanovljeno je da je objekat u vrlo dobrom stanju. Gledano sa spoljašnjosti i iz unutrašnjosti. Jedini elementi koji su više oštećeni od ostalih jesu prilazne rampe oba ulaza, na kojima se nalazi veći broj pukotina, čija širina na pojedinim mestima prelazi 2 mm

(Slika 4). Fasada zgrade je obnovljena 2003., tako da se sa spoljašnje strane ne mogu uočiti nikakva značajnija oštećenja.



Slika 4. Pukotina na prilaznoj rampi

Na osnovu obavljenog vizuelnog pregleda dostupnih elemenata objekta i njihovom analizom, može se zaključiti da nije narušena stabilnost, nosivost i funkcionalnost ove konstrukcije. Trajnost objekta je smanjena na prilaznim rampama oba ulaza C8 i C9. Potrebno je izvršiti zasecanje i zapunjavanje pukotina na prilaznim rampama trajno elastičnim materijalom, kao i reprofilisanje na mestima gde je armatura izložena na površini zida rampe. Na armaturnim šipkama je potrebno i premazivanje antikorozionim premazima, a potom, nakon izvršene reprofilacije, se vrši premazivanje polimercementnim premazima. Ovaj postupak treba primeniti na oba zida prilaznih rampi, na oba ulaza.

4. ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI

4.1. Građevinska fizika

Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun toplotne provodljivosti građevinskih elemenata koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, te proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje. Ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetske razreda D i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada.

4.2. Mere za unapređenje energetske efikasnosti

Proračunom energetske efikasnosti predmetne zgrade prema odredbama Pravilnika o energetske efikasnosti zgrada zaključeno je da zgrada pripada razredu D. U cilju poboljšanja energetske svojstava zgrade predviđena je energetska sanacija pojedinih spoljašnjih zidova i delova međuspratnih konstrukcija zgrade. Predložena je zamena postojeće kontaktne fasade od ekspaniranog polistirena novom kontaktnom fasadom koja sadrži kamenu vunu kao termoizolacioni materijal. Za termičku izolaciju međuspratne konstrukcije iznad negrejanih prostora predloženo je postavljanje ekspaniranog polistirena. Debljina sloja kamene vune, odnosno ekspaniranog polistirena, određena je iz uslova zadovoljenja maksimalnog dozvoljenog koeficijenta prolaza toplote. Za

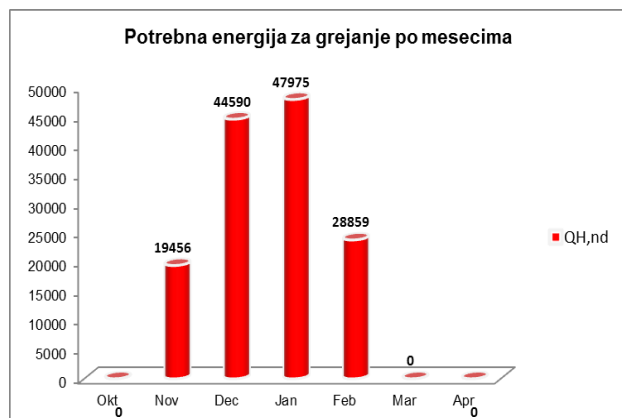
potrebe proračuna zidova i međuspratnih konstrukcija korišćene su tehničke karakteristike materijala proizvođača "Knauf Insulation".

U Tabeli 1 dat je pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta posle energetske sanacije.

Tabela 1. Pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta posle energetske sanacije

ELEMENT	POZICIJA	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	USLOV ZADOVOLJEN
Spoljašnji zidovi	SZ1	0.478	0.4	NE
	SZ2	0.518	0.4	NE
	SZ3	0.526	0.4	DA
	SZ4	0.523	0.4	DA
	SZ5	0.575	0.4	NE
Zidovi ka negrejanom prostoru	UZ1	1.260	0.55	NE
	UZ2	2.170	0.55	NE
	UZ3	2.610	0.55	NE
	UZ4	0.502	0.55	DA
	UZ5	1.854	0.55	NE
	UZ6	0.306	0.55	DA
MK ka spoljašnjoj sredini	MKS	0.535	0.3	DA
	MKS2	0.564	0.3	DA
MK ka negrejanom prostoru	MKS3	1.282	0.4	DA
	MKS4	1.451	0.4	DA
	MKS5	0.552	0.4	NE
Prozori	PR1	2.704	1.5	NE
	PR2	2.771	1.5	NE
	PR3	2.743	1.5	NE
	PR4	2.700	1.5	NE
	PR5	2.800	1.5	NE
	PR6	2.860	1.5	NE
	PR7	2.790	1.5	NE
	PVC1	1.680	1.5	NE
	PVC2	1.670	1.5	NE
	Vrata	POSV	1.700	1.5
POSB		2.780	1.5	NE

Nakon izbora materijala i sistema za energetske sanacije odabranih elemenata termičkog omotača predmetne zgrade, potreba za energijom na godišnjem nivou se značajno smanjila. Energetski razred se popravio i sada objekat pripada C razredu (Slika 5). Zamenom postojeće stolarije za PVC stolariju, potreba za energijom bi bila još manja. Objekat sada zadovoljava sve uslove po pitanju energetske efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada (Sl. glasnik RS br.061/2011), a takođe zadovoljava i odredbe iz Pravilnika o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada (Sl. glasnik RS br. 59/16).



Slika 5. Potrebna energija za grejanje po mesecima nakon izvršene sanacije

5. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [2] Zakon o zaštiti od požara "Sl. glasnik RS", br. 111/2009 i 20/2015, Beograd
- [3] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Radonjanin V., Malešev M.: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Laban M., Malešev M., Radonjanin V.: Svojstva građevinskih proizvoda i osnovni zahtevi zaštite fasada od požara pri energetske obnovi stambenih zgrada
- [6] BS EN 13501-1 Firre classification of construction products and building elements -Part 1: Classification using data from reaction to fire tests
- [7] Katarzyna Mróz, Izabela Hager, Kinga Korniejenko: Material Solutions for Passive Fire Protection of Buildings and Structures and Their Performances Testing,
- [8] Rešenja i proizvodi KnaufInsulation: www.knaufinsulation.rs
- [9] Termo Inženjering prozori i vrata: <http://www.termoing.com>
- [10] BBC News :<https://www.bbc.com/serbian/lat>
- [11] Moj enterijer: <https://www.mojenterijer.rs/gradnja/energetska-efikasnost-zid-zavese>
- [12] efikasnost-zid-zavese
- [13] Ecco cor zero energy: <https://www.ecocor.us/history/systematic-research-vagn-korsgaard-and-the-dtu-zero-energy-house>

Kratka biografija:



Miljana Stojković je rođena u Sremskoj Mitrovici, 1994. godine. Osnovne akademske studije završila je na fakultetu tehničkih nauka 2018. godine, iz oblasti građevinarstvo – konstruktivni smer. Diplomski rad je radila iz predmeta Tehnologija betona. Master akademske studije smer - konstrukcije upisala je iste godine. Master rad iz oblasti Sanacija betonskih konstrukcija uradila je i odbranila u 2019. godini.