

PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE „14. OKTOBAR“ U DRAGINCU**CONDITION ASSESSMENT AND ENERGY RENOVATION OF THE „14 OCTOBER“ PRIMARY SCHOOL BUILDING IN DRAGINAC**

Aleksandar Tadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz teorijskog i praktičnog dela. U teorijskom delu se obrađuje tema bezbednosti od požara fasadnih zidova zgrada. U praktičnom delu je prikazan kratak tehnički opis objekta, osnovne škole 14. Oktobar u selu Draginac kraj Loznice. Izvršen je makroskopski vizuelni pregled zgrade sa spoljašnje i unutrašnje strane, kako bi se registrovala oštećenja i defekti i ocenilo stanje zgrade sa aspekta nosivosti i trajnosti. Urađen je proračun energetske efikasnosti i dobijen je energetski razred objekta. Predložene su mere za energetsku sanaciju i urađen je novi proračun energetske efikasnosti. Upoređeni su rezultati postojećeg i energetski saniranog objekta.

Ključne reči: Oštećenja, Konstrukcija, Energetska efikasnost, Sanacija.

Abstract – The paper consists of a theoretical and a practical part. The theoretical part deals with the topic of fire safety of the perimeter walls of buildings. In the practical part a brief technical description of the facility of the elementary school "14. October" located in Draginac near Loznica, is presented. A macroscopic visual inspection of the building from its outer and inner sides was performed to register damage and defects, based on which the bearing capacity and durability were assessed. An energy efficiency calculation was made and the building's energy class was obtained. Measures for energy rehabilitation were proposed and energy efficiency was recalculated. The results of the origin and the energy renovated building were compared.

Keywords: Damages, Construction, Energy efficiency, Rehabilitation.

1. BEZBEDNOST OD POŽARA SPOLJAŠNJIH ZIDOVA ZGRADA

U savremenom građevinarstvu dosta se vodi računa o merama za zaštitu od incidentnih dejstava, posebna se obraća pažnja na incidentna dejstva požara. Građevinski proizvodi koji se koristi u zgradarstvu moraju da imaju performanse u vezi sa njegovim bitnim karakteristikama koje imaju uticajna performanse objekta tokom uobičajenog održavanja.

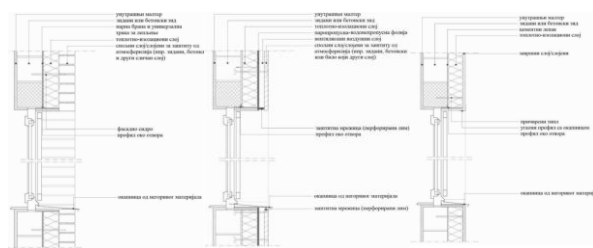
NAPOMENA:

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

U odnosu na reakciju na požarno dejstvo materijali se mogu klasifikovati prema: gorivosti, odavanju toplote, bočnom širenju plamena, stvaranju gorivih kapi, stvaranju dim i slično.

Prema pravilniku o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova [1] postoje tri vrste spoljnih zidova (koji su respektivno prikazani na Slici 1.):

1. Zidani ili betonski zidovi sa toplotno izolacionim slojem i spoljnim zidanim, betonskim i drugim sličnim slojem za zaštitu od dejstva atmosferilija, bez ventilisanog vazdušnog sloja (međuprostora),
2. Zidani ili betonski zidovi sa toplotno izolacionim slojem i spoljnim zidanim, betonskim i drugim sličnim slojem za zaštitu od dejstva atmosferilija sa uključenim ventilisanim vazdušnim slojem (međuprostorom) i
3. Zidani ili betonski zidovi sa kontaktim toplotno-izolacionim sistemom



Slika 1 – Vrste spoljašnjih zidova

Prema Pravilniku o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova [1] u zavisnosti od vrste zgrade, bruto građevinske površine, visine objekta, udaljenosti od susednih objekata i kapaciteta definisana je kategorija zgrade sa aspekta bezbednosti od požara. U našem slučaju objekat je kategorije V2 kao zgrada javne namene sa visinom od 15-22 m. U zavisnosti od kategorije zgrade i odabrane vrste spoljnog zida, propisuju se najmanje karakteristike reakcije materijala na požar. Zaštita od požara je obuhvata aktivnu zaštitu od požara (detekcija i suzbijanje) i pasivnu zaštitu od požara (zasniva se na zaštita konstrukcije od požara i podelu na požarne sektore i omogućava bezbednu evakuaciju svih osoba iz objekta i ulazak vatrogasnih ekipa)

2. TEHNIČKI OPIS OBJEKTA

Osnovna škola (8 odeljenja nižih i 16 odeljenja viših razreda) „14. Oktobar“ u selu Dragincu, opština Loznica, predmeta istraživanja u ovom radu. Zgrada ima memorijalni karakter i zbog toga je dobio monumentalne karakteristike. Objekat ima pet nivoa (etaža):

- Nivo 1 sadrži kancelarije uprave i administracije, hol za učenike i prostorije za pomoćne radnike;
- Nivoi 2, 3 i 4 sadrže učionice u kojima se odvija nastava i kabinete nastavnika;
- Nivo 5 predstavlja salu za fizičko vaspitanje sa odgovarajućim svlačionicama.

Predmet ovog rada su nivoi 1 i 2 koji imaju ukupnu neto površinu od 1.361,84 m².

Noseća konstrukcija objekta je okvirnog sistema, bez zidnih platana za ukrucenje. Okviri su postavljeni u oba ortogonalna pravca na rastojanju od 7,2 m i 3,0 m u X-pravcu i 7,5 m i 2,4 m u Y-pravcu.

Noseći elementi su AB stubovi, AB grede, AB pune međuspratne ploče za veće raspone i AB sitnorebraste tavanice - tipa TM za manje raspone, dok su kose krovne površine izrađene od običnog ili lepljenog-lameliranog drveta.

3. MAKROSKOPSKI VIZUELNI PREGLED (NIVOI 1 I 2)

3.1. Vizuelni pregled spoljašnjeg dela objekta

Vizuelnim preglednom obuhvaćene su sva četiri spoljašnja zida objekta, kao i krov (kos krov i ravan krov).

Vizuelnim pregledom uočena su oštećenja: mrlje od vlage na površini plafona i zidova; ljuskanje i otpadanje završnog dekorativnog premaza na plafonima i zidovima; krunjenje površinskog sloja maltera sa zidova; mehanička oštećenja betona, opeke i crepova usled prodora instalacija i vandalizma, otpadanje cementnog kamena i ogoljavanje zrna agregata usled dejstva mraza; korozija armature, pucanje, odvajanje i otpadanje zaštitnog sloja betona zbog korozije armature; pukotine na spoju različitih materijala; lišajevi, mahovina i biljke (biološka korozija).

Najveći broj oštećenja uočen je na zapadnoj fasadi. Korozija armature i pucanje, odvajanje i otpadanje zaštitnog sloja betona usled korozije armature su karakteristična oštećenja zapadne fasade (Slika 2).



Slika 2 - Korozija armature; Pucanje, odvajanje i otpadanje zaštitnog sloja betona usled korozije armature

Vizuelnim pregledom krova uočen je veliki broj mehaničkih oštećenja crepova, kao i biološka korozija oluka.

3.2. Vizuelni pregled unutrašnjeg dela objekta

U unutrašnjosti objekta zabeležen je veći broj oštećenja koja su uglavnom posledica:

1. procurivanja vode: mrlje od vlage na površini plafona i zidova, ljuskanje i otpadanje završnog dekorativnog premaza na plafonima i zidovima i krunjenje površinskog sloja maltera sa plafona i zidova (Slika 3).



Slika 3 - Ljuskanje i otpadanje završnog dekorativnog premaza i maltera sa plafona usled procurivanja vode

2. mehaničkih dejstava; mehanička oštećenja zidova, stubova i ploča su posledica postavljanja i prodora instalacija, vandalizma i korišćenja objekta.

3.3. Zaključak

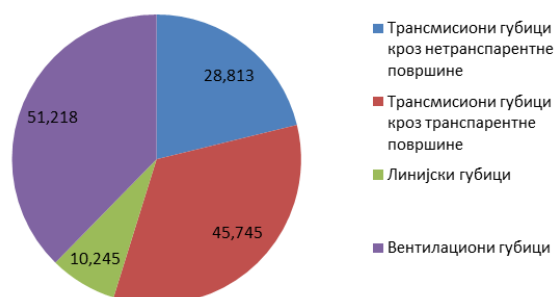
Na osnovu rezultata detaljnog vizuelnog pregleda zaključeno je da registrovana oštećenja i defekti ne utiču na stabilnost i nosivost noseće konstrukcije, dok su trajnost i upotrebljivost objekta smanjeni.

4. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKASNOSTI (NIVOI 1 I 2)

Elaborat energetske efikasnosti zgrade osnovne škole je urađen prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada, „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011. U okviru Elaborata energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun provođenja toplote građevinskih elemenata koji čine termički omotač zgrade. Termički omotač objekta je sačinjen od netransparentnih i transparentnih površina podeljenih na više pozicija. U okviru netransparentnih sklopova definisano je pet pozicija spoljašnjih zidova, pet pozicija podova na tlu i dve pozicije krova (jedan kos krov i jedan ravan krov), dok je u okviru transparentnih površina definisano šesnaest pozicija prozora i pet pozicija vrata. U Tabeli 1 date su vrednosti koeficijenta prolaza toplote U, nezavisno za svaku poziciju, maksimalno dozvoljena vrednost koeficijenta prolaza toplote U_{max}, kao i komentar da li je koeficijent prolaza toplote manji od odgovarajuće dozvoljene vrednosti.

Elementi termičkog omotača su, pored uslova za prolaz toplote, morali da zadovolje i uslove vezane za difuziju vodene pare, isušenje konstrukcije, tačku rose i letnju stabilnost (faktor prigušenja amplitude oscilacija temperature v i kašnjenje oscilacije temperature η).

Proračunom su obuhvaćeni i toplotni gubici koji su prikazani na Slici 4.



Slika 4 - Ukupni toplotni gubici

Položaj	Oznaka	U (W/m ² K)	U (W/m ² K)	Uslov
Spoljašnji zid	SZ-1	0,564	0,400	NE
	SZ-2	0,560	0,400	NE
	SZ-3	0,606	0,400	NE
	SZ-4	0,356	0,500	DA
	SZ-5	0,354	0,500	DA
Pod na tlu	P-1	0,332	0,400	DA
	P-2	0,763	0,400	NE
	P-3	0,892	0,400	NE
	P-4	0,376	0,400	DA
	P-5	0,354	0,400	DA
Krov	RK	0,706	0,200	NE
	KK	0,490	0,200	NE
Prozori	PR-1	3,001	1,500	NE
	PR-2	1,872	1,500	NE
	PR-3	3,018	1,500	NE
	PR-4	2,959	1,500	NE
	PR-5	3,041	1,500	NE
	PR-6	3,055	1,500	NE
	PR-7	2,738	1,500	NE
	PR-8	2,795	1,500	NE
	PR-9	2,760	1,500	NE
	PR-10	2,577	1,500	NE
	PR-11	2,927	1,500	NE
	PR-12	3,053	1,500	NE
	PR-13	3,052	1,500	NE
	PR-14	3,074	1,500	NE
	PR-15	2,893	1,500	NE
	PR-16	2,678	1,500	NE
Spoljašnja vrata	VR-1	1,828	1,600	NE
	VR-2	1,837	1,600	NE
	VR-3	2,831	1,600	NE
	VR-4	2,805	1,600	NE
	VR-5	2,885	1,600	NE

Tabela 1 – Pregled koeficijena prolaza toplote kroz termički omotač

Na osnovu dijagrama sa slike 4 zaključeno je da se najveći deo gubitaka ostvaruje kroz transparentne i netransparentne površine. Za objekat su izračunati i toplotni dobitci, na osnovu kojih se određena ukupna potrebna energije za grejanje za sistem koji radi bez prekida, kao i po mesecima. Objekat je ovim proračunom svrstan u energetske razred: E

5. MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKANOSTI I PRORAČUN ENERGETSKE EFIKANOSTI SANIRANOG STANJA OBJEKTA (NIVOI 1 I 2)

5.1. Mere za unapređenje energetske efikasnosti objekta

Da bi se prilikom sanacije postojećeg objekta poboljšale energetske performanse i zadovoljili uslovi određeni važećim standardima iz domena energetske efikasnosti zgrada, na postojećem objektu se predviđaju određene mere. Na spoljašnjim zidovima, sa spoljašnje strane (negrejana strana), se skida dekorativni premaz i sloj maltera, a zid se oblaže "Ytong" pločama na bazi gas betona (po licenci Xella firme) potrebne debljine da bi se zadovoljili

termički uslovi. Termičkom sanacijom je predviđena i zamena stare termoizolacije kosog krova i postavljenje nove termoizolacije na bazi mineralne vune, gde bi tvrdo presovana kamena vuna u potpunosti popunila prostor između rogova, a meko presovana staklena vuna bi ispunila prostor ispod rogova, ka grejanom prostoru, u potrebnoj debljini da se zadovolje termomehanički uslovi. Takođe se, prema grejanom prostoru, u cilju sprečavanja prodora vodene pare u mineralnu vunu postavlja se parna brana, dok se sa gornje strane (ka negrejanom strani) vune postavlja paropropusna-vodonepropusna folija, kako bi se sprečio prodor vlage.

Na ravnom krovu se predviđa skidanje površinskih slojeva zaključno sa termoizolacijom i postavljanje nove termoizolacije na bazi ekstrudiranog polistirena (stirodur). Kao završna obrada krova usvajena je krovna membrana koja se lepi na sloj cementne košuljice.

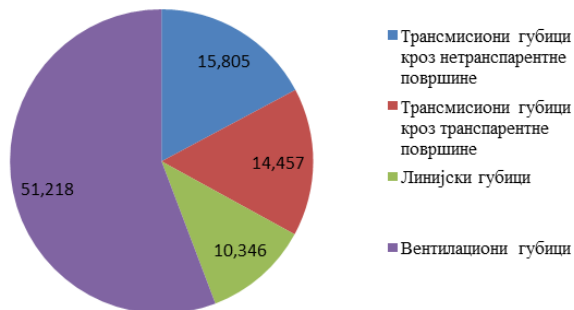
Sva stara spoljašnja stolarija sa drvenim ramovima je zamenjena novom stolarijom sa PVC ramovima i dvostrukim niskoemisioni staklom 4+12+4 mm sa ksenonom.

Ponovo je sproveden proračun energetske efikasnosti prema [2], za novoprojektovane sklopove (Tabela 2)

Položaj	Oznaka	U (W/m ² K)	U (W/m ² K)	Uslov
Spoljašnji zid	SZ-1	0,379	0,400	DA
	SZ-2	0,378	0,400	DA
	SZ-3	0,399	0,400	DA
	SZ-4	0,356	0,500	DA
	SZ-5	0,354	0,500	DA
Pod na tlu	P-1	0,332	0,400	DA
	P-2	0,763	0,400	NE
	P-3	0,892	0,400	NE
	P-4	0,376	0,400	DA
	P-5	0,354	0,400	DA
Krov	RK	0,188	0,200	DA
	KK	0,189	0,200	DA
Prozori	PR-1	0,146	1,500	DA
	PR-2	1,872	1,500	NE
	PR-3	1,117	1,500	DA
	PR-4	1,104	1,500	DA
	PR-5	1,121	1,500	DA
	PR-6	1,092	1,500	DA
	PR-7	1,238	1,500	DA
	PR-8	1,253	1,500	DA
	PR-9	1,249	1,500	DA
	PR-10	1,253	1,500	DA
	PR-11	1,188	1,500	DA
	PR-12	1,112	1,500	DA
	PR-13	1,104	1,500	DA
	PR-14	1,138	1,500	DA
	PR-15	1,102	1,500	DA
	PR-16	1,186	1,500	DA
Spoljašnja vrata	VR-1	1,828	1,600	NE
	VR-2	1,837	1,600	NE
	VR-3	1,164	1,600	DA
	VR-4	1,176	1,600	DA
	VR-5	1,228	1,600	DA

Tabela 2 – Pregled koeficijena prolaza toplote kroz termički omotač saniranog objekta

Proračun građevinske fizike saniranog objekta je ekvivalentan proračunu stvarnog stanja objekta. Dobijeni parametri za sanirani objekat su dosta povoljniji što se najbolje ilustruje kroz prikaz toplotnih gubitaka sanirane zgrade, gde je uočljivo smanjenje transmisionih gubitaka i kroz netransparentne površine i kroz transparentne površine (slika 5).



Slika 5 – Ukupni toplotni gubici saniranog objekta

Za sanirani objekat izračunati su toplotni dobici na osnovu čega se računa ukupna potrebna energije za grejanje za sistem koji radi bez prekida, kao i po mesecima.

Sanirana zgrada je ovim proračunom svrstana u energetske razred: D.

5.2. Ostale mere sanacije koje je potrebno izvršiti nakon mera za unapređenje energetske efikasnosti

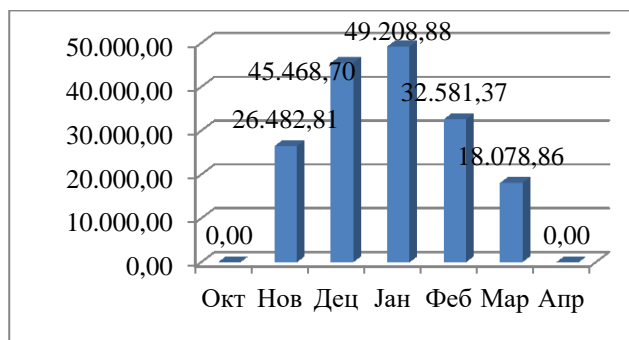
Osim nabrojanih mera za unapređenje energetske efikasnosti potrebno je izvršiti i dodatne mere sanacije:

- (1) reparacija delova sa vidljivom armaturom,
- (2) uklanjanje biološke korozije koja se sanira peskarenjem i fungicidima,
- (3) kompletna zamena crepa na kosim krovovima.

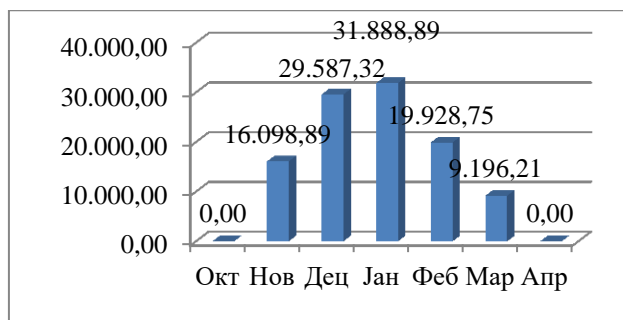
Unutrašnjost objekta zahteva intervenciju malteraških i molersko-farbarskih radova kako bi se sanirala mehanička oštećenja i tragovi procurivanja, lamperija se zamenjuje gips-kartonskim pločama.

6. ZAKLJUČAK

Jedan objekat se smatra da je uspešno saniran ako mu se energetske razred podigne za jedan nivo. Navedene mere su pozitivno uticale i energetske razred je podignut za jedan razred. Zaključujemo da je sanacija uspešno izvršena, dok je godišnja potrošnja energije za grejanje znatno smanjena nakon sanacije. Na slikama (Slika 7 i Slika 8) prikazane su potrebne količine energije za zagrevanje postojećeg i saniranog objekta po mesecima.



Slika 6. – Dijagram potrebne energije za grejanje po mesecima postojećeg objekta



Slika 7. – Dijagram potrebne energije za grejanje po mesecima saniranog objekta

Narednom tabelom (Tabela 3) se prikazuju godišnje potrebe energije za grejanje pri i nakon sanacije objekta

Sanacija	GP kWh/a	SGPE kWh/m ² a	RGPE %	Razred
pre	171.820,63	137,640	183,520	E
posle	106.700,07	85,474	113,965	D

Tabela 3. Pregled potrebne energije za grejanje objekta pre i posle sanacije

6. LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova, "Sl.glasnik RS", br. 59/2016, 36/2017, 6/2019 Beograd
- [2] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 61/2011, 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

Kratka biografija:



Aleksandar Tadić rođen u Novom Sadu 10.03. 1995. godine. Osnovne akademske studije završio na Fakultetu tehničkih nauka 2019. Godine iz oblasti Građevinarstvo (Konstrukivni smer). Nakon čega je upisao master akademske studije, smer konstrukcije, Diplomirao je radom iz oblasti Procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija Master rad je obranjen u 2023. godini.
kontakt: tadica95@gmail.com