



PROCENA STANJA, REVITALIZACIJA I ENERGETSKA SANACIJA ZGRADE
ŽELEZNIČKE STANICE U NAUMOVIĆEVU

CONDITION ASSESSMENT, REVITALIZATION AND ENERGY REHABILITATION
OF THE RAILWAY STATION BUILDING IN NAUMOVIĆEVO

Tijana Trninić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, naučno-istraživačkog i praktičnog dela. U naučno-istraživačkom delu su najpre opisani istorijski prozori i njihov predlog mera za rekonstrukciju i sanaciju, radi unapređenja energetske efikasnosti. U praktičnom delu rada izvršena je procena stanja železničke stanice u Naumovićevu na osnovu vizuelnog pregleda kao i proračun energetske efikasnosti. U cilju povećanja trajnosti i unapređenja energetske efikasnosti objekta na osnovu analize uočenih oštećenja i proračuna energetske efikasnosti dat je predlog sanacionih mera. Prilikom ponovljenog proračuna energetske efikasnosti na saniranom objektu, on je svrstan u energetski razred E.

Ključne riječi: *Prozori, procena stanja, železnička stanica, energetska efikasnost, sanacija*

Abstract – This paper consists of two parts, a scientific, research part, and a practical part. In the scientific-research part, the historical windows and their proposed measures for reconstruction and rehabilitation, to improve energy efficiency, are described. In the practical part of the work, an assessment of the condition of the railway station building in Naumovićevo was carried out based on a visual inspection, as well as an energy efficiency calculation. In order to increase the durability and improve the energy efficiency of the building, the set of remedial measures were proposed based on the analysis of the observed damage and energy efficiency calculation. Based on the repeated calculation of the energy efficiency of the renovated building, it was classified into energy class E.

Keywords: *Windows, condition assessment, railway station, energy efficiency, rehabilitation*

1. PROZORI

Prozor je otvor u zidu, krovu ili vratima, a njegova osnovna funkcija je da na prirodan način omogući prodor vazduha, svetlosti i zvuka ukoliko je otvoren i da spreči prodor vazduha, prašine, kiše, vetra, snega, pa i zvuka u unutrašnjost prostorije kada je zatvoren.

Prozori, su stari koliko i kuće. Čak su i praistorijski narodi pravili rupe na krovovima svojih koliba kako bi obezbedili ventilaciju i svetlost.

NAPOMENA:

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

Sam pojam prozor se prvi put spominje u ranom 13. veku p.n.e. Oni su u to doba bili otvori na krovu kako bi mogli primiti što više svetlosti tokom dana i bili su prekriveni tkaninom, životinjskom kožom ili drvetom. Stakleni prozori su se prvi put pojavili u Aleksandriji za vreme vladavine Rimljana i imali su loše optičke karakteristike. Rimljani su kasnije uspeali da razviju tehniku duvanja stakla, tako da su sa tom tehnikom uspeali da dobiju prozirna i uglačana stakla. U Engleskoj je tek od 17. veka počela masovna primena staklenih prozora u stambenim objektima [1].

Pošto prozori značajno utiču na karakter i stil postojećeg objekta, neophodno je novi prozor prilagoditi zahtevima koje nameće energetska efikasnost objekata, tako da ne dolazi do njegove velike promene dizajna u odnosu na projektovani. Kada su u pitanju gubici toplote, u okviru energetske efikasnosti objekata, transparentne površine predstavljaju najslabiju tačku u celokupnom termičkom omotaču zgrade i zbog toga je potrebno uskladiti dizajn prozora da, pored njegovih osnovnih zahteva u ispunjenju energetske efikasnosti, očuvaju i osnovne istorijske karakteristike. U osnovne karakteristike se ubrajaju: veličina, oblik, proporcije, raspored okana i profili prozora, kao i materijal od koga su izrađeni prozorski elementi. Postoje tri glavne vrste materijala od kojih se proizvode prozorski okviri, a to su: drveni, metalni i PVC okviri.

Najveći deo gubitaka toplote kod starih prozora usko je povezan sa lošom zaptivenošću, koja je posledica neodržavanja, ali i stepena razvoja i važećih pravila u doba građenja objekta. Najbolje i najsplativije rešenje kada su u pitanju mere za očuvanje energije kod većine istorijskih prozora jeste popravka/zamena drvenih okvira, zamena stakla i ugradnja izolacije u prozorske profile. Ovakvo rešenje će povoljno uticati na uštedu energije i sačuvati istorijske karakteristike, a ujedno će i poboljšati i akustičan komfor korisnika.

Kada je reč o popravci istorijskih prozora, u većini slučajeva je lakše i ekonomičnije popraviti postojeći prozor nego ga zameniti potpuno novim. Pored toga, originalni materijali od koga je izrađen doprinose autentičnosti i karakteru građevine.

Ukoliko je neophodna zamena istorijskih prozora, potrebno je obratiti pažnju na sledeće stavke:

- Usklađivanje odnosa prozorskih otvora i masivnog zida na primarnoj fasadi,

- Zadržavanje veličine i proporcija prozorskog otvora,
- Usklađivanje zamenskog prozora sa originalno projektovanim,
- Usklađivanje profila krila i njegovih komponenti,
- Korišćenje istih ili sličnih materijala prilikom izrade novih.

Prilikom zamene starog prozora koji ima kulturno-istorijsku vrednost, veoma je bitno da se sačuva originalni okvir kad god postoji mogućnost za to. Ovaj ukrasni element je često veza za prenos tipične stilske karakteristike koja određuje stil zgrade.

2. PROCENA STANJA OBJEKTA

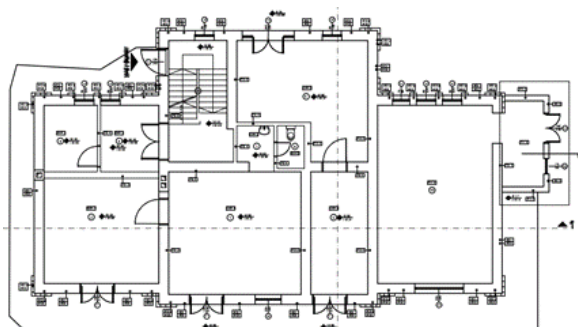
2.1. Tehnički opis

Železnička stanica u Naumovićevu (nekadašnji Šomčićev salaš) nalazi se na stacionaži na km 166+487, na katastarskoj parceli broj 972 koja pripada Opštini Bikovo. Izgrađena je 1910. godine i predstavlja nepokretno kulturno dobro kao spomenik kulture (Slika 1).



Slika 1. Izgled železničke stanice iz arhive [3]

Železnička stanica je spratnosti Po+P+1 i ukupne bruto površine cca 655 m². Osnova objekta je u obliku dva ukrštena pravougaonika koji imaju okvirne dimenzije 22x9 m i 10x12,5 m, (Slika 2).



Slika 2. Osnova prizemlja

Visina objekta koja je merena od kote gotovog poda na prizemlju do vrha slemena iznosi 14,05 m. Objekat je fundiran na trakastim temeljima od pune opeke. Jedna polovina objekta nema podrum. Konstruktivni sistem je masivni sistem gradnje u kome zidovi od pune opeke nose u poprečnom i podužnom pravcu. Zidovi su izgrađeni bez ukrućenja u vidu horizontalnih i vertikalnih serklaža. Noseći zidovi koji su debljine 45 cm su građeni od starog formata opeke koja ima dimenzije 15/30/7,5 cm. Međuspratna konstrukcija na svim etažama je pruski svod

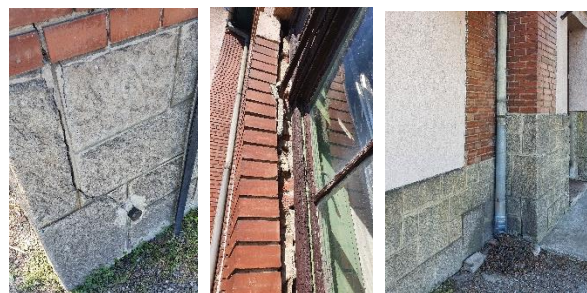
od pune opeke. Krovna konstrukcija je rešena u vidu dvostruko prave vešaljke, a krovni pokrivač je mediteran crep [2]. Zidovi objekta su obostrano malterisani produžnim malterom bez termoizolacije. Stolarija je izrađena od punog drveta prvoklasne čamove građe i zastakljena jednostrukim staklom. Fasada objekta je na pojedinim mestima ukrašena fasadnom opekam, kamenom oblogom i raznim ukrasnim motivima i ornamentima od gipsane plastike i vučenih profila.

2.2. Vizuelni pregled objekta i analiza uočenih oštećenja

Vizuelnim pregledom je ustanovljeno da se vremenom odstupilo od glavnog projekta, ali da nije napravljena nijedna konstrukcijska izmena. Pregledom su obuhvaćeni fasadni zidani zidovi sa spoljašnje strane, unutrašnji zidovi ka stepenišnom prostoru, međuspratna konstrukcija u prizemlju, međuspratna konstrukcija na tavanu, prozori i spoljašnja vrata, stepenište i krovna konstrukcija.

2.2.1. Spoljašnji fasadni zidovi

Na osnovu vizuelnog pregleda spoljašnjih fasadnih zidova, uočen je sledeći defekt: neadekvatan odvod atmosfere vode oko objekta i oštećenja: 1) trošnost maltera između fasadnih opeka i između kamene obloge: krunjenje i otpadanje maltera usled dejstva vlage, soli ili mraza na svim stranama fasade objekta, 2) mehanička oštećenja na fasadnim zidovima usled naknadno postavljenog repera za praćenje sleganja objekta, naknadno postavljanja električnih instalacija i ljudskog vandalizma, 3) mehaničko oštećenje zbog nekvalitetne zidarske veze međuprozorskog stubca sa nosećim zidom, 4) biološka korozija usled neadekvatnog odvoda atmosfere i neodržavanja objekta, 5) pukotina na fasadnom zidu usled naknadno ugrađivanih elektroinstalacija na objektu, slika 3.



Slika 3. a) Mehaničko oštećenje usled naknadno ugrađenog repera, b) Mehaničko oštećenje usled loše zidarske veze međuprozorskog stubca sa nosećim zidom, c) Biološka korozija usled neadekvatnog postavljanja olučne vertikale i odvoda atmosfere sa i oko objekta

Vizuelnim pregledom je ustanovljeno da su fasadni prozori u lošem stanju usled atmosferskih uticaja i neodržavanja, oljuštena boja i ispucao kit oko prozorskog rama, slika 4.

2.3. Zaključak o stanju objekta

Na osnovu analize dostupne projektno-tehničke dokumentacije, detaljnog vizuelnog pregleda dostupnih delova konstrukcije, izvedeni su zaključci o stanju objekta



Slika 4. Izgled oštećenog prozora usled neodržavanja

po pitanju nosivosti, stabilnosti, trajnosti i upotrebljivosti odnosno njene funkcionalnosti:

- Pored toga što je objekat star više od 112 godina i što su neki delovi zamenjeni i sanirani u toku vremena, on je još uvek generalno u dobrom stanju,
- Nisu registrovana ozbiljnija oštećenja materijala od koga je izvedena noseća konstrukcija,
- Prilikom posmatranja konstrukcije u celosti, može se na osnovu toga zaključiti da nosivost i stabilnost objekta nisu ugroženi, ali da je delimično narušena trajnost pojedinih elemenata i funkcionalnost objekta.

3. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKASNOSTI – POSTOJEĆE STANJE

3.1. Građevinska fizika

Elaborat energetske efikasnosti objekta je izrađen u skladu sa važećim Pravilnikom o energetskoj efikasnosti zgrada „Sl. Glasnik RS“ br. 061/2011 koji je objavljen 19.08.2021. godine. Na početku su elementi konstrukcije podeljeni na transparentne i netransparentne u zavisnosti od slojeva i položaja ovih elemenata gde se nalaze u konstrukciji. Za svaku poziciju je odrađen proračun građevinske fizike koji podrazumeva određivanje koeficijenata prolaza toplote, a za netransparentne sklopove dodatno određeni su: minimalna otpornost sklopa, raspored temperatura, difuzija vodene pare i parametri letnje stabilnosti. U toku proračuna dobijene su e većih vrednosti koeficijenata prolaza toplote od propisane vrednosti pravilnikom. Zatim se za svaku poziciju posebno, pristupilo proračunu toplotnih gubitaka i dobitaka objekta kao celine, u cilju određivanja potrebne energije za obezbeđenje osnovnih uslova komfora. Na Slici 5. su prikazani gubici toplote za postojeće stanje objekta.



Slika 5. Gubici toplote za postojeće stanje

Ukupna potrebna energija za grejanje železničke stanice je proračunata na godišnjem nivou, a na osnovu koje je stanica svrstana u energetski razred "G" sa najnižom ocenom energetskog razreda (Tabela 1).

$Q_{H,nd} = 70.134,41 \text{ kWh/a}$
$q_{H,nd} = 207,90 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
$Q_{H,nd,rel} = 297 \%$
Razred: G

Tabela 1. Ocena energetskog razreda za postojeće stanje

4. ENERGETSKA SANACIJA I MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Iz priloženog proračuna zaključeno je da je neophodno poboljšati termički omotač objekta. Za unapređenje energetske efikasnosti objekta kako bi se poboljšao energetski razred, s obzirom da je reč o objektu koji je spomenik kulture pod zaštitom, predložene su sledeće mere:

- Zamena svih transparentnih površina, prozora i spoljašnjih vrata, tako da se spoljašnje krilo ostavi po uzoru na originalni dizajn, a da se drugo krilo unutrašnje izradi od dvostruko niskoemisionog stakla 4-12-4 mm ispunjenim helijumom u drvenom okviru od prvoklasne čamove građe;
- Na međuspratnoj konstrukciji koja se nalazi iznad negrejanog prostora - podruma, da se doda termoizolacija u vidu "Multipor" ploča sa spoljašnje strane (plafon);
- Na međuspratnoj konstrukciji koja se nalazi ispod negrejanog prostora - tavana, da se doda termoizolacija u vidu staklene mineralne vune i gipsanih ploča sa unutrašnje strane (plafon);
- Na unutrašnjim zidovima koji se nalaze ka negrejanom stepenišnom prostoru, da se doda sa spoljašnje strane izolaciju u vidu termoizolacionih "Multipor" ploča.

Nakon ponovljenog proračuna energetske efikasnosti na saniranom objektu, sračunata je ukupna potrebna energija za grejanje objekta, koja je proračunata na godišnjem nivou, a na osnovu koje se objekat svrstava viši energetski razred sa ocenom "E", (Tabela 2).

$Q_{H,nd} = 32.560,25 \text{ kWh/a}$
$q_{H,nd} = 96,52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
$Q_{H,nd,rel} = 138 \%$
Razred: E

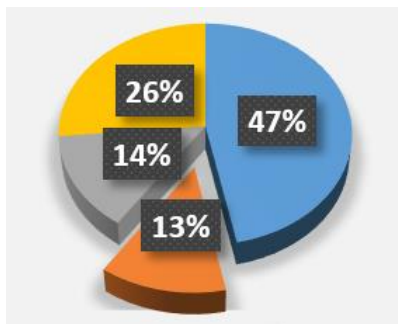
Tabela 2. Ocena energetskog razreda za sanirano stanje

Na Slici 6. su prikazani transmisioni, ventilacioni i linijski gubici toplote za stanje zgrade nakon primenjenih mera za energetsku sanaciju.

Sve ostale elemente konstrukcije, koji nisu obuhvaćeni proračunom energetske efikasnosti je potrebno sanirati odgovarajućim sanacionim rešenjima. Potrebno je sanirati sledeće elemente:

- 1) Saniranje pukotine na fasadnom zidu od opeke sa tehnikom "ušivanje" gde se ugrađuje moždanik na svakom drugom mestu duž pukotine kako bi se sprečilo dalje širenje pukotine,

- Трансмисиони губици кроз нетранспарентне површине
- Трансмисиони губици кроз транспарентне површине
- Линијски губици
- Вентилациони губици



Slika 6. Gubici toplote za sanirano stanje zgrade
železničke stanice u Naumovićevu

2) Sanacija fasadne opeke na mestima gde nedostaje opeka i celom visinom brušenje opeke u debljini od 2 mm kako bi se uklonile nesavršenosti na površinskom sloju,

3) Sanacija kamene obloge u vidu peskarenja na bazi silikata kako bi se očistila kamena obloga od biološke korozije i prljavštine,

4) Uklanjanje stare ETICS fasade žičanim četkama i nanošenje novog sloja produžnog maltera i sloj završne obrade fasadnih zidova po uzoru na originalno stanje objekta.

5. ZAKLJUČAK

U praktičnom delu rada urađena je procena stanja zgrade železničke stanice u Naumovićevu, koja se nalazi pod zaštitom Međuopštinskog zavoda za zaštitu kulturnog spomenika u Subotici. Usled nemara, neodržavanja i zapuštenosti objekta zaključeno je da je delimično narušena trajnost pojedinih elemenata i funkcionalnost objekta.

Nakon procene stanja, analize oštećenja i defekata i zaključka o stanju konstrukcije, urađen je proračun energetske efikasnosti objekta prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada "Službenog glasnik RS" br. 061/2011. godine. Zaključeno je da objekat pripada energetskom razredu "G". Kako bi se ponovo vratila funkcionalnost objekta i smanjila potrebna količina energije za grejanje objekta, urađena je energetska sanacija pojedinih sklopova zgrade.

Poboljšane su karakteristike sledećih sklopova:

- Međuspratna konstrukcija koja se nalazi iznad negrejanog prostora poboljšana je sa dodatim termoizolacionim "Multopor" pločama od gas betona sa spoljašnje strane, debljine 125 mm. Ovaj tip termoizolacije je odabran na osnovu uslova zadovoljenja koeficijenta prolaza toplote.
- Međuspratna konstrukcija koja se nalazi ispod negrejanog prostora poboljšana je sa dodatim termoizolacijom i to sa staklenom mineralnom vunom i gipsanim pločama sa unutrašnje strane, ukupne debljine 90 mm.

- Unutrašnji pregradni i noseći zidovi koji se nalaze ka negrejanom stepenišnom prostoru poboljšani su sa dodatim termoizolacionim "Multopor" pločama od gas betona sa spoljašnje strane, u debljinama od 75 i 100 mm u zavisnosti od vrste zida.
- Sva stolarija je kompletno zamenjena u skladu sa uslovima zavoda za zaštitu spomenika.

Ponovljenim poračunom energetske efikasnosti saniranog objekta ustanovljeno je da se energetski razred zgrade popravio za dve ocene više, odnosno da zgrada priprada energetskom razredu ocene "E".

Povećanjem energetskog razreda zaključeno je da je energetska sanacija uspešno odabrana.

6. LITERATURA

[1] Razni autori:

<https://www.solis-nekretnine.com/blog1.php?blog=Istorijat-prozora-14>

[2] Saobraćajni institut CIP: *Projekat arhitekture rekonstrukcije i sanacije fasade stanične zgrade u železničkoj stanici Naumovićevu*, Beograd

[3] Međuopštinski zavod za zaštitu spomenika kulture Subotica:

<https://www.heritage-su.org.rs/zeleznicka-stanica/>

[4] Inženjerska komora Srbije: *Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada*, "Sl. glasnik RS", br. 61/2011, Beograd

[5] Inženjerska komora Srbije: *Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada*, Beograd, 2012.

[6] M. Malešev, V. Radonjanin: *Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija*, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

[7] M. Malešev, V. Radonjanin: *Oštećenja i sanacija zidanih konstrukcija*, skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Kratka biografija:



Tijana Trninić rođena je u Novom Sadu 1996. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije: Procena stanja zidanih konstrukcija i Energetska efikasnost, odbranila je 2022. godine.
Kontakt:
tijanat232@gmail.com