

**PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE
U ULICI DRAGIŠE BRAŠOVANA U NOVOM SADU****ASSESSMENT AND ENERGY REHABILITATION OF A MULTI-STOREY
RESIDENTIAL BUILDING IN DRAGIŠE BRAŠOVANA STREET IN NOVI SAD**

Sonja Čančar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, teorijsko-istraživačkog i praktičnog dela. U teorijsko-istraživačkom delu su obrađeni malteri i detaljnije termoizolacioni malteri. U praktičnom delu urađena je procena stanja višespratne stambene zgrade u Novom Sadu. Zatim je urađen proračun energetske efikasnosti za postojeće stanje objekta. Nakon predloženih mera energetske sanacije, ponovo je urađen proračun energetske efikasnosti zgrade. Na kraju, upoređeni su dobijeni rezultati ova dva proračuna i predložene mere nekonstrukcijske sanacije celog objekta.

Ključne reči: Procena stanja, energetska efikasnost, termički omotač, građevinska fizika, gubici toplote, sanacija, termoizolacioni malteri

Abstract – The paper consists of two parts, theoretical research and professional. In the theoretical research part, tailed thermal insulation mortars are described. In the professional part, the assessment of the condition of a multi-storey residential building in Novi Sad was done. Then, an energy efficiency calculation was made for the existing condition of the building. After the energy rehabilitation measures had been suggested, the new calculation of the energy efficiency was done. Finally, the obtained results of these two calculations are compared. The proposed measures of non-structural rehabilitation of the entire facility are suggested, also.

Keywords: Condition assessment, energetic efficiency, thermal envelope, building physics, heat loss, repair, thermal insulation mortar

1. TERMOIZOLACIONI MALTERI

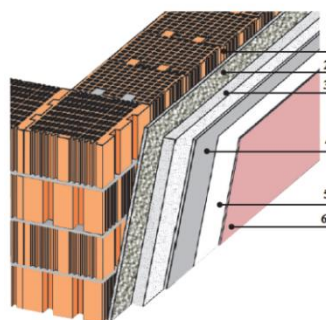
Savremeno građevinarstvo neprestano nameće nove zahteve u vezi sa smanjenjem težine konstrukcijskih elemenata, poboljšanjem energetske efikasnosti i protivpožarne sigurnosti. Jedno od rešenja za ove zahteve je primena termoizolacionih maltera. Njih karakteriše mala težina, niska toplotna provodljivost i time dobra toplotna izolacija. Smanjenje zapreminske mase maltera postiže se korišćenjem "lakog" agregata (punioca) i/ili povećanjem poroznosti unutar matrice. Osim odgovarajućih toplotnih karakteristika, termoizolacioni malteri se često projektuju od dostupnih i pristupačnih sirovina primarnog ili sekun-

NAPOMENA:

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

darnog porekla (npr. ekspanzirana glina ili vermikulit, perlit, pepeo uglja itd.). Spoljašnji toplotno izolacioni sistemi od termoizolacionih maltera se sastoje od sledećih komponenti (Sl. 1.):

1. Zidani ili betonski zid,
2. Podloga od cementnog mleka,
3. Termoizolacioni malter,
4. Armaturni sloj (staklena mrežica),
5. Predpremaz i
6. Završni malter u željenoj boji



Slika 1. Spoljašnji toplotno izolacioni sistemi od termoizolacionog maltera[1]

Kod termoizolacionih maltera, kao punioci najčešće se koriste: perlit, vermikulit, ekspanzirani polistiren, ekspanzirana glina, industrijski otpadni materijali, aerogel, pluta (Slika 2.) i ekspanzirano staklo.



Slika 2. Termoizolacioni malter na bazi plute [2]

1.1 Spravljanje i ugradivanje termoizolacionih maltera

Na prethodno očišćenu podlogu nanosi se špric malter po celoj površine koja se malteriše. Vreme sušenja ovog sloja je oko jedan dan. Zatim se nanosi termoizolacioni malter u debljini najčešće 3cm. Nakon sušenja termoizolacionog maltera, nanosi se podloga za obezbeđenje dovoljne čvrstoća površine maltera i vrši se armiranje, takođe zbog postizanja čvrste površine, bez

pukotina i prslina. Površina se armira specijalnim malterom za armiranje u debljini nanosa od 3 do 5 mm i staklenom mrežicom koja se utapa u malter. Vreme sušenja ovog sloja, pre nanošenja završnog maltera, iznosi najmanje 3 dana.

Završni malter treba da bude paropropustan, granulacije ne veće od 1,5 mm, toplotne provodljivosti 0,054 W/mK, prionljivosti 0,08 N/mm². U završni malter može da se doda boja po želji, ili da se nakon nanošenja završnog maltera, površina obradi željenom mineralnom bojom.

2. PROCENA STANJA OBJEKTA

2.1 Tehnički opis

Predmetni objekat (Slika 3.) jeste kula čija je adresa Dragiše Brašovana 8 u Novom Sadu i izgrađena je 1967. godine. Ukupna neto površina zgrade je 2600 m² (suteran + prizemlje + 7 spratova), a bruto površina zgrade iznosi 3190 m².

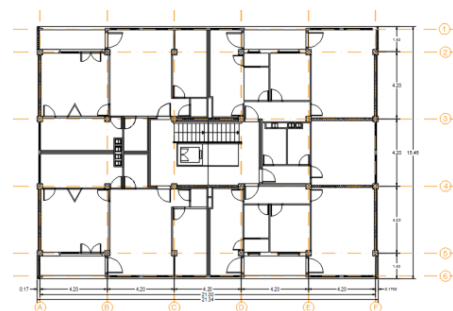


Slika 3. Stambeni objekat

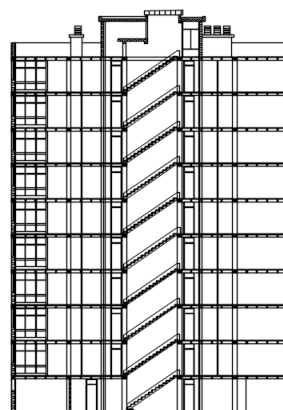
Strukturu objekta čine suteran (ekonomska etaža), prizemlje, sedam tipskih spratova, prohodan ravan krov i jedan ulaz sa stepeništem. Vertikalna komunikacija u celom objektu, između svih etaža, ostvarena je tipskim stepeništem, kao i liftom (Slike 4 i 5). U zgradi postoji šesnaest dvoiposobnih stanova, na svakoj etaži po dva, šesnaest jednoiposobnih stanova i osam garsonjera.

Čista visina suterana je 2,4m i njega čine prostor za toplotnu podstanicu, prostor za hidrofor, ostave za svaku etažu, ostava za smeće i vešerajnica. Svih osam stambenih etaža (prizemlje + 7 etaža) rešene su isto (Slika 4.), na svakoj etaži dva dvoiposobna stana (P=64,35m²), dva jednoiposobna (P= 51,85 m²) i jedna garsonjera (P= 25,25 m²). Svaka etaža broji po pet tipskih stanova čija ukupna bruto površina po etaži iznosi P= 324,16 m².

Konstruktivni sistem je skeletni, sastavljen od montažnih stubova i tavančnih ploča. Spajanje ova dva elementa u skeletnu konstrukciju izvršeno je prednapretnjem na trenje. Vertikalni noseći elementi su armiranobetonski montažni stubovi poprečnog preseka 34/34cm, na osovinskom rastojanju 4,2m u oba pravca. IMS međuspratna konstrukcija je kasetirana tavanica, čija rebra su prednapregnuta. Debljina IMS međuspratne tavanice je 25 cm (ploča 4 cm i rebra 21 cm). Ivične grede tavanice obrazuju rigle sistema. Na sistem kasete ugrađen je plafon.



Slika 4. Osnova prizemlja i tipičnih spratova



Slika 5. Podužni presek

Kasetirane tavanice omogućavaju provlačenje odgovarajućih vertikalnih instalacija i kanala, sa druge strane prenos opterećenja je u oba pravca. Rešenje krovne konstrukcije jeste ravan prohodan krov koji se ne predviđa za korišćenje.

2.2 Vizuelni pregled objekta i analiza uočenih oštećenja

Radi procene stanja konstrukcije objekta, izvršen je detaljan vizuelni pregled svih dostupnih delova i elemenata predmetnog objekta, odnosno spoljašnjosti i unutrašnjosti objekta. Prethodno je obavljeno merenje osnovnih konstrukcijskih elemenata, te je upoređeno zatečeno stanje sa projektno-tehničkom dokumentacijom. Izvršeno je merenje visine i dimenzija u osnovi zgrade, otvora i debljine dostupnih nosećih elemenata.

Kako je objekat u upotrebi, dosta elemenata ima svoju završnu obradu i nisu svi stanovi bili dostupni za vizuelni pregled, pa su vizuelnim pregledom obuhvaćeni sledeći delovi: kompletna fasada objekta i prilaz objektu, ravna krovna terasa, hodnici i stepenišni prostor, svetlarnik, tehničke prostorije i stanovi 40,39,38, 16, 11, 8 i 3.

2.2.1 Spoljašnjost objekta

Prilikom vizuelnog pregleda staze oko objekta i prilaza samom objektu uočena su mehanička oštećenja prefabrikovanih betonskih ploča i stepenika, izdilatirane betonske ploče, neravnomerno ulegle i/ili izdignute ploče, kao i biološko rastinje između ploča i na samim stepenicima. Na prilaznoj stazi uočeno je otpadanje površinskog sloja betona čiji je uzrok, dejstvo mraza. Deo staze koji je urađen u asfaltu ima izražene mehurove na određenim delovima, što je posledica zarobljene vode i vazduha u toku asfaltiranja.

Pri vizuelnom pregledu zidnih panela suterena (ekonomske etaže) uočeno je bubrenje i otpadanje završnog sloja fasade i maltera (Slika 6.).



Slika 6. Bubrenje i otpadanje maltera i završnog sloja fasade

Vizuelnim pregledom ravnog krova uočena su oštećenja hidroizolacije, potklobučavanje i pokušaji sanacije iste, kao i lokalno izdizanje sloja hidoroizolacije nastalo kao posledica nedozvoljene difuzije vodene pare. Uočena je i dotrajalost i starenje hidroizolacije koja, zbog ugljovodoničnih veziva u svojoj strukturi, nije otporna na dugogodišnja UV zračenja. Uočene su i prsline na spoju atike i venca tj. odvajanje venca od atike, pa je zaključeno da presek nije dobro ili dovoljno izarmiran, te da na mestu promene geometrije dolazi do pojave prslina. Opisano oštećenje je posledica grešaka u projektovanju i/ili građenju ovog detalja. Atike u osama 1 i 6 su armiranobetonске i na njima se prsline javljaju usled korozije šipki armature. Na dva zida na severnoj fasadi ne postoje keramičke pločice. U razgovoru sa stanarima dobijena je informacija da je keramika krenula da otpada, te da su, zbog bezbednosti prolaznika, uklonili svu keramiku sa ova 2 panela.

3. ENERGETSKA EFIKASNOST - POSTOJEĆE STANJE

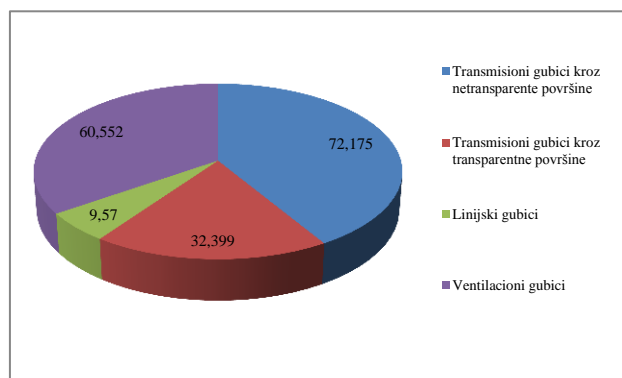
Proračun je sproveden u svemu prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011. Sklopovi termičkog omotača su, najpre, podeljeni na transparentne i netransparentne u zavisnosti od slojeva i položaja ovih elemenata.

Za svaku od pozicija termičkog omotača urađen je proračun građevinske fizike, koji podrazumeva određivanje koeficijentata prolaza toplote, a za netransparentne sklopove određeni su i raspored temperatura, minimalna otpornost sklopa, difuzija vodene pare i parametri letnje stabilnosti. Definisano je 11 netransparentnih i 6 transparentnih pozicija.

Svi analizirani sklopovi su imali veći koeficijent prolaza toplote od pravilnikom propisane vrednosti.

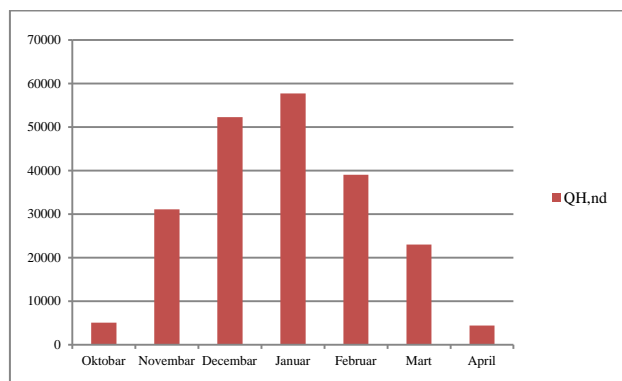
Nakon izvršenog proračuna za svaku poziciju posebno, pristupilo se proračunu toplotnih gubitaka (Grafik 1.) i

dobitaka zgrade, nakon čega je određena potrebna energija za obezbeđenje osnovnih uslova toplotnog komfora (Grafik 2.).



Grafik 1. Gubici toplote, postojeće stanje

Na kraju, proračunata je ukupna potrebna energija za grejanje stambenog objekta na godišnjem nivou i ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat energetskog razreda E i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte.



Grafik 2. Potrebna energija za grejanje po mesecima

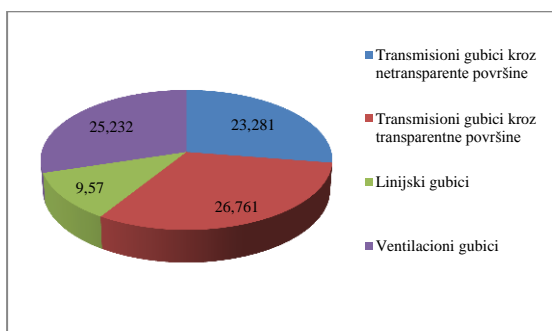
4. ENERGETSKA SANACIJA I ENERGETSKI RAZRED SANIRANOG OBJEKTA

U cilju poboljšanja energetske svojstava zgrade predviđena je sanacija pojedinih zidova, ravnog krova i fasadne stolarije. Potrebne debljine termoizolacionih materijala poračunate su iz uslova da najkritičniji sklop ispuni uslov za najveći dozvoljeni koeficijent prolaza toplote. Stolarija je potpuno zamenjena dvostrukim niskoemisionim staklom 4-12-4 mm punjenim kriptonom sa 6-komornim PVC okvirima. Za unapređenje energetske efikasnosti objekta predložene su sledeće mere:

- Za termoizolaciju spoljašnjih zidova izabran je termoizolacioni malter na bazi aerogela u debljini od 6cm.
- Kao mera sanacije ravnog krova predloženo je uklanjanje svih slojeva do armiranobetonске konstrukcije, a zatim postavljanje PVC folije, kamene vune debljine d=20 cm i bitumske hidroizolacije
- Unutrašnji zid UZ5 sa strane negrejanog prostora saniran je jednim slojem termoizolacionog maltera na bazi perlita u debljini od d=4 cm.
- Pored zidova i ravnog krova predložena je zamena svih

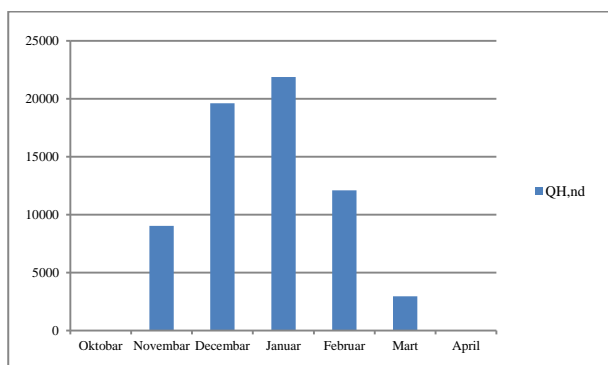
transparentnih elemenata. Usvojeni su šestokomorni PVC profili sa dvoslojnim staklom (d= 4-15-4 mm) punjeni argonom.

Nakon ponovljenog proračuna saniranih sklopova termičkih omotača, dobijeni su rezultati prikazani na Grafiku 3.



Grafik 3. Gubici toplote, novoprojektovano stanje

Na Grafiku 4 prikazana je potrebna energija za grejanje objekta po mesecima, nakon što je urađena energetska sanacija. Nakon uvođenja predloženih mera za energetske sanaciju i ponovnog proračuna energetske efikasnosti, objekat je svrstan u energetske razred C.



Grafik 4. Potrebna energija za grejanje po mesecima - novoprojektovano stanje

5. ZAKLJUČAK

U praktičnom delu rada urađena je procena stanja stambenog objekta. Analizom uočenih defekata i oštećenja, kao i njihovim uzrocima i zastupljenosti na objektu, zaključeno je da nije narušena nosivost i stabilnost objekta, dok su trajnost i funkcionalnost narušene, što su posledice stepena održavanja.

Nakon procene stanja pristupilo je proračunu energetske efikasnosti prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011., objavljenim 19.08.2011. godine. Objekat je kategorizovan u energetske razred E. Kako bi se poboljšala energetska efikasnost objekta, urađena je energetska sanacija pojedinih elemenata. Mere za unapređenje energetske efikasnosti objekta su sledeće:

- Spoljašnji zidovi SZ1, SZ2, SZ3, SZ4 obrađeni su sa spoljašnje strane termoizolacionim malterom na bazi aerogela u debljini 6cm, koji ispunjava zahteve protivpožarne zaštite za predmetni objekat.
- Unutrašnji zid UZ5 saniran je termoizolacionim malterom na bazi perlita u debljini 5 cm.
- Krov je urađen kao ravan neprohodan krov sa parnom branom, mineralnom vunom debljine 20 cm i hidroizolacionom membranom.
- Svi transparentni elementi zamenjeni su PVC šestokomornom stolarijom sa dvostrukim staklom punjenim argonom.

Nakon predloženih mera energetske sanacije, ponovo je urađen proračun energetske efikasnosti zgrade. Energetskom sanacijom je postignuto poboljšanje energetske svojstava objekta i novim proračunom je dobijeno da zgrada spada u C energetske razred. Time je ispunjen uslov da energetske razred za postojeće zgrade sanacijom mora biti poboljšana za najmanje jedan razred.

6. LITERATURA

- [1] Radonjanin V., Malešev M.: „Sanacija betonskih konstrukcija“, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: „Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija“, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] Malešev M., Radonjanin V.: „Materijali u građevinarstvu 2“, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Inženjerska komora Srbije: „Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada“, Beograd, www.ingkomora.org.rs
- [5] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, "Sl. glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [6] Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada (Sl. Glasnik RS br. 59/16)
- [7] Rešenja i proizvodi Rofix: www.roefix.rs

Kratka biografija:



Sonja Čančar rođena je u Somboru 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Konstrukcije, trajnost, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija odbranila je 2021.god.

Kontakt: sonjacancar@yahoo.com