

PROCENA STANJA I ENERGETSKA SANACIJA VIŠEPORODIČNE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU, U ULICI KALMANA LANGA

ASSESSMENT OF THE CONDITION AND ENERGY RENOVATION OF THE MULTI-FAMILY RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD IN KALMAN LANG STREET

Stefan Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz teorijsko-istraživačkog i praktičnog dela. U prvom delu rada opisana je primena obnovljivih izvora energije u zgradarstvu. Procena stanja za stambeni objekat na Detelinari, je odrađena u praktičnom delu rada, koji obuhvata i proračun energetske efikasnosti za pomenuti objekat. Proračun energetske efikasnosti je ponovljen nakon primene predloženih mera energetske sanacije objekta. Prvobitnim proračunom objekat je svrstan u energetski razred E, a nakon energetske sanacije svrstan je u energetski razred C.

Ključne reči: Obnovljivi izvori energije, Procena stanja, Energetska efikasnost, Sanacija

Abstract – The paper consists of a theoretical research and a practical part. In the first part of the paper, the application of renewable energy sources in civil engineering was described. The practical part of the paper comprises the assessment of the condition of a residential building located in Detelinara including the calculation of energy efficiency of the mentioned building. After the implementation of the proposed energy rehabilitation measures of the building, the energy efficiency was calculated again. According to the original calculation, the building was classified into energy class E, and after the energy rehabilitation, it was classified into energy class C.

Keywords: Renewable energy, Condition assessment, Energetic efficiency, Sanitation

1. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U ZGRADARSTVU

1.1. Opšte o obnovljivim izvorima energije

Odnos čoveka prema okolini pre industrijske i tehnološke revolucije i njenog daljeg prosperiteta bio je usmeren prilagođavanju čoveka prirodi i životu u skladu sa njom. Energetski resursi su se smatrali nedostupnim za široku primenu. Razvoj industrije sa nemilosrdnim iscrpljivanjem prirodnih resursa kao i sa neodgovarajućim načinom gradnje objekata doveo je do alarmatnog epiloga. Narušeno je i zagađeno prirodno okruženje do te mere da se dovodi u pitanje opstanak čoveka na Zemlji.

Svet mora da prestane neracionalno da koristi energiju iz fosilnih goriva i počne da se oslanja na obnovljive i čiste izvore, kao i da počne racionalno da proizvodi i troši

NAPOMENA:

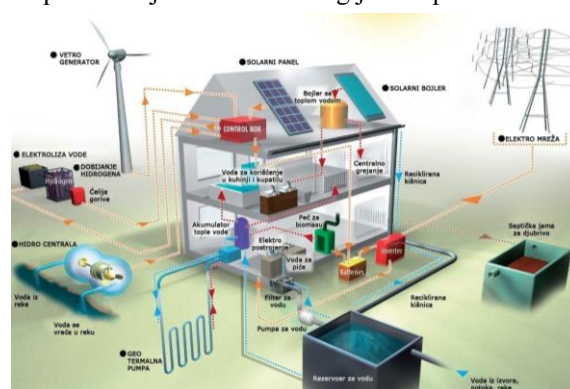
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

energiju u svojim domenima. Za razliku od energije iz fosilnih goriva, obnovljivi izvori energije su dosledni i ekološki su prihvatljiviji. Njihova obnovljivost ne zavisi od potrošnje resursa već od razvoja tehnoloških kapaciteta, kao što su turbine, fotonaponske ćelije, termički senzori, mehanička klatna i propeleri.

U obnovljive izvore energije (OIE) u zgradarstvu se ubraja:

- 1) Solarna energija
- 2) Energija vetra
- 3) Biomasa
- 4) Geotermalna energija
- 5) Hidroenergija

Na slici 1. prikazana je povezanost različitih oblika obnovljive energije na osnovu kojih zgrada može da podmiri toplotne potrebe za zagrevanje vode i prostorija, kao i proizvodnju električne energije iz sopstvenih izvora.



Slika 1. Prikaz različitih oblika OIE u zgradarstvu

1.2. Primena OIE u zgradarstvu

Energija koja se dobija od sunca je potpuno čist oblik energije koja nema štetan uticaj na okolinu. Najčešće se u zgradarstvu sunčeva energija koristi pomoću solarinih panela, koji stvaraju toplotnu energiju za zagrevanje vode ili predmeta. Takođe se solarna energija može pretvoriti u električnu energiju korišćenjem fotonaponskih (solarnih) ćelija. Nedostatak solarne energije je u dnevnom ili sezonskom oscilovanju vremenskih uslova.

Energija vetra je jedan od najzastupljenijih obnovljivih izvora energije u svetu. Predstavlja kinetičku energiju kretanja vazdušne mase, koja se uz određena tehnička rešenja može pretvoriti u druge oblike energije, pogodne za praktične potrebe čoveka. Korišćenje energije vetra je moguće uz sistematsko praćenje atlasta sa karakteristikama, brzinom vetra, visinom na kojoj ima zadovoljavajuću jačinu, intenzitetom vetra i pritiskom.

Biomasa takođe klasifikujemo u obnovljiv izvor energije obzirom da se biljna i životinjska materija u prirodi stalno obnavlja. Biomasa može poslužiti kao energent za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije primenom Organskog Rankinovog Ciklusa (ORC).

Geotermalna energija je energija koja nastaje u unutrašnjosti zemlje pri raspadanju radioaktivnih elemenata. Za stambene potrebe u individualnim i kolektivnim stambenim zgradama, geotermalna energija je najjednostavniji način za zagrevanje i hlađenje vode pomoću toplotnih pumpi.

Hidroenergija predstavlja energiju koja potiče od snage vode. Rečni tokovi se koriste za pokretanje generatora pomoću kojih se dobija električna energija. U slučaju zgrada, hidroenergija može biti zanimljiva za zagrevanje ili sušenje zgrada preko toplotnih pumpi.

2. TEHNIČKI OPIS

2.1. Lokacija objekta

Predmetni objekat se nalazi u Novom Sadu na Detelinari, u ulici Kalmana Langa 1, na katarstarskoj parceli 5427, K.O. Novi Sad I. Prilaz parceli i objektu je obezbeđen iz postojeće ulice u naselju.

2.2. Funkcionalnost objekta

Predmetni objekat je stambena zgrada koja je spratnosti Su+P+5 (suteran, prizemlje i 5 spratova). Objekat je približno pravougaone osnove, 17,2x14,7m spoljašnje dimenzije. U suteranu objekta se nalaze tehničke prostorije, dok se u prizemlju i svim ostalim etažama nalaze po četiri stambene jedinice. Objekat ima ukupno 24 stambene jedinice.

Ulaz u objekat je sa istočne strane. Vertikalna komunikacija u objektu je obezbeđena sa jednokrakim stepeništem. Svetla visina etaža iznosi 2,76m.

2.3. Konstrukcija objekta

Postojeći objekat građen je u klasičnom sistemu, sa nosećim zidovima od pune opeke. Osnovni konstruktivni sistem objekta su poprečni i spoljni obimni zidovi od pune opeke zidani u produžnom cementnom malteru. Debljina nosećih zidova je 25cm i 38cm, dok si pregradni zidovi u stanovima debljine 12cm.

Međuspratna konstrukcija je sitnorebrasta ukružena sa horizontalnim serklažima po obodu.

Objekat je fundiran na temeljnim trakama koje se nalaze ispod nosećih zidova.

Vertikalna komunikacija u objektu je obezbeđena sa jednokrakim stepeništem ukupne širine 1,2m.

Za konstrukciju objekta primenjeni su sledeći materijali: Čelik za armiranje: RA 400/500, MA 500/600 (B500B, B500A)

Marka betona: MB30(C25/30) - za sve betonske elemente konstrukcije.

3. PROCENA STANJA OBJEKTA

3.1. Vizuelni pregled objekta

Cilj vizuelnog pregleda jeste proveravanje geometrije objekta i dimenzija konstruktivnih elemenata, registrovanje i klasifikacija vidljivih oštećenja, ucertavanje u pripremljene podloge i fotografisanje karakterističnih defekata i oštećenja, odnosno, glavni cilj jeste - dobijanje što više relevantnih informacija potrebnih za formiranje zaključka o stanju konstrukcije.

Defekti predstavljaju posledicu grešaka u fazi projektovanja, izvođenja ili usled izbora neodgovarajućih materijala. Manifestuju se u vidu betonskih gnijezda, zona segregacije, nedovoljne debljine zaštitnog sloja betona, geometrijskih imperfekcija, itd.

Oštećenja su posledica incidentnih dejstava, mehaničkih uticaja, hemijske agresije i fizičkih uticaja (npr. Zemljotres, eksplozija, bombardovanje, požar, preopterećenje, korozija, mraz, trenje, itd.). Manifestuje se u obliku prslina, pukotina, raslojavanja, ljuštenja, otpadanja površinskih delova, udubljenja, rupa, mrlja, itd.

Prilikom procene stanja obavljen je vizuelni pregled glavne fasade objekta. Tokom pregleda, provjereni su dostupni elementi konstrukcije i njihova usaglašenost sa projektovanim stanjem (dimenzije i dispozicije). Takođe, su registrovana sva vidljiva oštećenja i defekti, kao i uzroci njihovog nastanka.

3.2. Vizuelni pregled fasada objekta

Tokom pregleda zidova istočne fasade objekta primjećena su ivična oštećenja fasada u obliku otpadanja ivica maltera.

Na južnoj fasadi objekta mogu se primjetiti mrlje usled slivanja atmosferske vode. Na fasadi postoje i lokalni krateri u malteru fasade, kao i mehanička oštećenja ivica. Dodatno je narušen i estetski izgled fasade sa grafitima.

Na zapadnoj fasadi objekta mogu se uočiti mehanička oštećenja fasade usled provođenja instalacija. Takođe kao i kod južne fasade i na ovoj fasadi je narušen estetski izgled fasade grafitima.

Sjeverna fasada objekta je ujedno i najoštećenija fasada. Pri pregledu fasade uočena su oštećenja u obliku otpadanja površinskog djela fasade, mehanička oštećenja, mrlje usled slivanja atmosferske vode kao i oštećenja ivičnih djelova fasade.

3.3. Analiza uočenih oštećenja

Nakon obavljenog vizuelnog pregleda koji je obuhvatao pregled fasada objekta, dokumentovanja i definisanja uzroka registrovanih oštećenja, formirana je grafička dokumentacija o lokacijama i zastupljenosti uočenih oštećenja. Najčešća uočena oštećenja su:

- mrlje usled slivanje atmosferske vode,
- otpadanje djelova fasade,
- mehaničko oštećenje ivica fasade
- mehanička oštećenja fasade usled provođenja instalacija
- estetsko narušavanje fasade grafitima

3.4. Zaključak o proceni stanja konstrukcije

Iz priložene analize oštećenja i njihovih uzroka zaključuje se:

Na osnovu vizuelnog pregleda objekta utvrđeno je da su oštećenja lokalnog karaktera i da iz tog razloga ne utiču na nosivost, stabilnost i funkcionalnost objekta.

4. PRORAČUN ENERGETSKE EFIKSNOSTI POSTOJEĆEG STANJA OBJEKTA

Elaborat energetske efikasnosti objekta odnosno proračun energetske efikasnosti je izrađen prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada, „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011, objavljen 19.08.2011. godine.

Termički omotač zgrade čine: podna ploča prizemlja, deo ploče iznad ulaznog hodnika, spoljašnji fasadni zidovi, zidovi prema negrejanom prostoru, međuspratna kon-

strukcija prema negrijanom krovnom prostoru, kao i sve transparentne površine, odnosno prozori i balkonska vrata. Za sve navedene pozicije odrađen je proračun građevinske fizike (prolaz toplote, difuzija vodene pare, proračun ljetne stabilnosti). Pri prolazu toplote kroz elemente upoređivana je najveća dozvoljena vrednost koeficijenta prolaska toplote U_{max} sa proračunatim koeficijentom prolaza toplote za svaki element U . Ni jedan od elemenata termičkog omotača nije zadovoljio ovaj uslov. U tabeli 1. su date vrednosti koeficijenata prolaska toplote za sve elemente termičkog omotača.

Tabela 1. Pregled koeficijenata prolaska toplote U

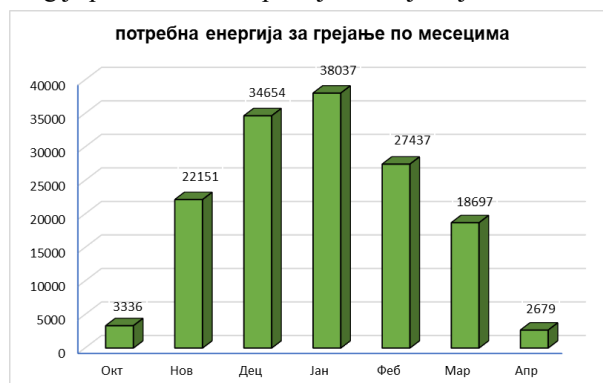
Elementi termičkog omotača	Pozicija	U [W/m ² K]	U_{max} [W/m ² K]	Ispunjeno DA / NE
Spoljašnji zidovi	POS Z1	1,356	0,40	NE
	POS Z2	1,765	0,40	NE
	POS Z3	1,381	0,40	NE
Unutrašnji zidovi ka negrejanom prostoru	POS Z4	1,537	0,55	NE
	POS Z5	2,085	0,55	NE
	POS Z6	1,456	0,55	NE
Međuspratna konstrukcija iznad negrejanog prostora	POS MK1	1,576	0,40	NE
	POS MK2	1,678	0,40	NE
Međuspratna konstrukcija ka negrejanom krovnom prostoru	POS KK1	2,224	0,20	NE
	POS KK2	0,275	0,20	NE
Prozori	POS PR1	3,50	1,50	NE
	POS PR2	3,50	1,50	NE
	POS PR3	3,50	1,50	NE
	POS PR4	3,50	1,50	NE
	POS PR5	3,50	1,50	NE
	POS PR6	3,50	1,50	NE
Vrata (ka negrejanom prostoru)	POS V1	2,00	-	-

Nakon proračuna građevinske fizike za transparentne i ne-transparentne elemente, određeni su toplotni gubici objekta. Izračunati su transmisioni gubici toplote kroz transparentne i netransparentne površine, kao i ventilacioni i linijski gubici. Na osnovu proračuna utvrđeno je da su najveći gubici usled transmisionih gubitaka kroz netransparentne površine, 50% (51,02 kW), zatim transmisioni gubici kroz transparentne površine, 26% (26,10 kW), ventilacioni gubici, 19% (19,10 kW), dok su najmanji linijski gubici, 5% (5,64 kW). Na grafiku 1. prikazani su gubici toplote.



Grafik 1. Prikaz gubitka toplote

Na osnovu energetske potrebe zgrade određena je potrebna energija za grejanje po mesecima. Prema Pravilniku o uslovima, sadržaju i postupku izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrade, razmatrani objekat je svrstan u E energetske razred. Na grafiku 2. prikazana je potrebna energija po mesecima za postojeće stanje objekta.



Grafik 2. Potrebna energija za grejanje

5. MERE ENERGETSKE SANACIJE I PRORAČUN ENERGETSKE EFIKSNOSTI SANIRANOG OBJEKTA

Energetska sanacija zgrade predstavlja izvođenje građevinskih i drugih radova na postojećoj zgradi, kao i popravka ili zamjena uređaja, postojenja, opreme i instalacija, a kojima se ne utiče na stabilnost i sigurnost objekta, ne mjenjaju konstruktivni elementi, ne utiče na bezbednost susjednih objekata, saobraćaja, ne utiče na zaštitu od požara i zaštitu životne sredine ali kojima se mjenja spoljašnji izgled uz potrebne saglasnosti, u cilju povećanja njene energetske efikasnosti.

Energetska sanacija se sprovodi prema najvećim gubicima toplote. Na analiziranom objektu neophodno je sanirati spoljašnje zidove (POS Z1; POS Z2; POS Z3), zid ka negrejanom prostoru (POS Z6), međuspratnu konstrukciju iznad negrejanog prostora (POS MK1, POS MK2), kao i zamjeniti sve transparentne pozicije (prozore).

Na osnovu zahteva, kao izolacioni materijal za sve spoljašnje zivode usvojena je kamena mineralna vuna oznake „FKD-S Thermal“ koju proizvodi „Knauf Insulation d.o.o.“. Za sanaciju zida ka negrejanom prostoru POS Z6 usvaju se "Drvolit" ploče od vlakana drvene vune.

Za sanaciju međuspratnih konstrukcija iznad negrejanog prostora (POS MK1; POS MK2) usvaju se "Drvolit" ploče od vlakana drvene vune.

Svi prozori i balkonska vrata, koji se nalaze u termičkom omotaču zgrade, biće zamenjeni sa PVC stolarijom. Pri energetskoj sanaciji objekta biće korišćen petokomorni PVC profil (REHAU EURO 70 DESIGN) sa dvostrukim staklom (d=4-12-4mm) punjenim ksenonom.

Nakon predloženim mera ponovljen je proračun energetske efikasnosti za sve nove sklopove. Na grafiku 3. Prikazani su gubici toplote energetski saniranog objekta.

Transmisioni gubici kroz netransparentne površine, 32% (15,66 kW), zatim transmisioni gubici kroz transparentne površine, 24% (11,69 kW), ventilacioni gubici, 32% (15,94 kW), dok su najmanji linijski gubici, 12% (5,67 kW). Zgrada se svrstava u energetske razred C, čime se može konstatovati uspešnost energetske sanacije.



График 3. Prikaz gubitka toplote saniranog objekta

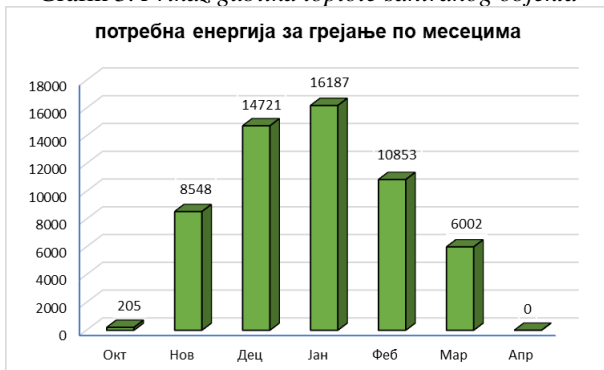


График 4. Потребна енергија за грејање санiranog objekta

6. ZAKLJUČAK

U prvom delu rada koji je teorijsko-istraživačkog karaktera opisana je primena obnovljivih izvora energije u zgradarstvu. Solarna energija, energija vetra, biomasa, geotermalna energija i hidroenergija su energije koje treba eksploatisati za razliku od fosilnih goriva, nafte i uglja.

U drugom delu rada, koji je praktičnog karaktera, prikazana je procena stanja stambenog objekta na Detelinari. Na osnovu vizuelnog pregleda objekta utvrđeno je da su oštećenja lokalnog karaktera i iz tog razloga ne utiču na nosivost, stabilnost i funkcionalnost objekta.

Nakon procene stanja objekta pristupilo se proračunu energetske efikasnosti zgrade prema važećem Pravilniku o energetske efikasnosti zgrade. Proračunom postojećeg stanja objekta utvrđeno da se zgrada ispunjava uslove za energetski razred E. U cilju smanjenja količine energije potrebne za zagrevanje, poboljšane su karakteristike elemenata: spoljašnji zidovi (POS Z01; POS Z02; POS Z03) izolovani kamenom vunom; zid ka negrejanom prostoru (POS Z06) i međuspratne konstrukcije ka negrejanom prostoru (POS MK1; POS MK2) izolovani „Drvolit“ pločama; prozori i balkonska vrata zamenjeni sa PVC profilima.

Nakon primene sanacionih mera za poboljšanje energetske efikasnosti objekta, novim elaboratom energetske efikasnosti dokazano da se zgrada nalazi u energetskom razredu C i samim tim zadovoljava energetske zahteve za postojeće zgrade prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrade.

7. LITERATURA

- [1] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: Oštećenja i sanacija zidanih, čeličnih i drvenih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] Inženjerska komora Srbije: Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada, Beograd, 2012.
- [4] Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja se sertifikata o energetske svojstvima zgrada (Sl. glasnik RS", br. 69/2012 i 44/2018)
- [5] Pravilnik o tehničkim zahtevima bezbednosti od požara spoljnih zidova zgrada, (Službeni glasnik RS", br. 59 od 28. juna 2016, 36 od 13. aprila 2017, 6 od 1. februara 2019)
- [6] Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada, „Službeni glasnik RS“ br. 061/2011, objavljen 19.08.2011. godine.
- [7] Nj. Dragović, M. Vuković and I. Urošević, "Primena obnovljivih izvora energije u zgradarstvu," 2020.
- [8] Energetska efikasnost: <https://energetskiportal.rs/>
- [9] Energetska efikasnost građevinskih objekata: <http://www.designn2.com/home/energetska-efikasnost-građevinskih-objekata>
- [10] Obnovljivi izvori energije: <http://www.zelenaenergija.pks.rs/>
- [11] Obnovljivi izvori energije: <https://www.esco.rs/>
- [12] PVC stolarija: <https://www.profiplast.rs/rehau-prozori/rehau-brillant/>
- [13] Izolacioni materijali: <https://www.knaufinsulation.rs/>

Kratka biografija:



Stefan Mitrović rođen je u Loznici 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije, trajnost, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija, odbranio je 2023. godine. Kontakt: mitrovics998@gmail.com