



**PROCENA STANJA, SANACIJA KROVNE KONSTRUKCIJE I ENERGETSKA  
SANACIJA PORODIČNE STAMBENE ZGRADE**

**CONDITION ASSESSMENT, REPAIR OF ROOF STRUCTURE AND ENERGY  
EFFICIENCY RENEWAL OF A FAMILY RESIDENTIAL BUILDING**

Sanja Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Tema rada jeste stambena zgrada Su+Pr+Po u Ubu. Radi utvrđivanja stepena oštećenja kao i vrste sanacionih radova sproveden je makroskopski pregled dostupnih elemenata zgrade. 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, oštećenja, sanacija, termoizolacioni materijali

**Abstract** – The topic of the paper is the apartment building in Ub. To determine the extent of damage and the type of repair work, a macroscopic inspection of the available elements was performed. Energy efficiency calculation was done for the facility. Based on this calculation and visual inspection of the structure, specific measures have been selected that increase the durability of the building, its energy efficiency, as well as its compliance with the Rulebook on energy efficiency and the Rulebook on technical requirements for fire safety of the exterior walls of buildings.

**Keywords:** Condition assessment, energy efficiency, damage, rehabilitation, thermal insulation materials

**1. UVOD**

Rad se sastoji iz dve celine: teorijsko-istraživačkog dela i stručnog dela. U prvom delu rada, koji je teorijsko-istraživačkog karaktera, analizirani su ETICS sistemi – Kontaktne fasade. Prikazani su sastavni delovi kao i materijali koji se koriste za izradu izolacije.

Dat je detaljan postupak ugradnje, kao i oštećenja koja se mogu javiti tokom ugradnje. Drugi, stručni deo rada, obuhvata vizuelni pregled konstrukcije i njeno procena stanja. Dat je detaljan proračun energetske efikasnosti objekta pre i nakon izvršene energetske sanacije, kao i sanacija drvenih elemenata krova.

**NAPOMENA:**

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

**2. ETICS SISTEMI – KONTAKTNE FASADE**

Kontaktne fasade ili ETICS fasade (External Thermal Insulation Composite Systems / Fasadni termo izolacioni sistem) su najčešći tip među različitim sistemima toplotne zaštite, gde je izolacija pričvršćena direktno na zid objekta sa spoljne strane.

Fasadni termoizolacioni sistemi izvode se kako na objektima novogradnje, tako i na postojećim objektima. Oblaganje fasadnih površina ovim sistemom dozvoljeno je na svim horizontalnim i površinama pod uglom na kojima nije predviđeno zadržavanje vode.

Ove vrste fasada nisu konstruktivne i ne doprinose stabilnosti zidova na koje se postavljaju, već samo mogu da doprinesu trajnosti zida, obezbeđujući zaštitu od uticaja atmosferilija (kiše, snega, vetra...), a na prvom mestu obezbeđujući dobru termičku izolaciju objekta.

Kontaktnu fasadu možemo izvesti na bilo kojoj konstrukciji, tj. na zidu od cigle, betonskom zidu, na zidu od porobetona, kao i na podlogama montažnih kuća i namenjena je izolaciji tankih spoljašnjih zidova debljine 20-25cm.

U primeni ove vrste fasadnog termoizolacionog sistema najčešće se upotrebljava stiropor kao izolacioni materijal, a u zavisnosti od potreba objekta odnosno od uslova koje treba da zadovolji termoizolacioni sistem (termičkih i protivpožarnih) još se mogu upotrebljavati, stirodur, neopor ili tvrdo presovana kamena vuna.

Prilikom odlučivanja o izolacionom materijalu treba uzeti u obzir sledeće činjenice:

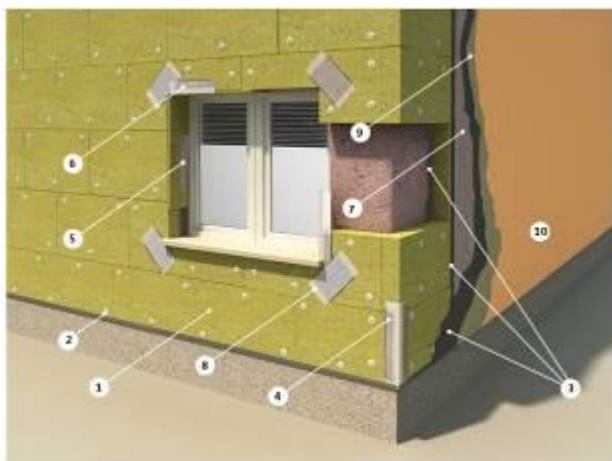
- Kontaktnu fasadu radimo jednom u životnom veku objekta, pa treba izabrati dugovečne materijale koji to omogućavaju.
- Pored termičke izolacije zimi, treba razmisliti i o termičkoj zaštiti leti, zvučnoj izolaciji, kao i o zaštiti objekta od požara.
- Poželjno je da posle ugradnje izolacije zidovi „dišu“ - nesmetan protok vazduha iz unutrašnjosti u spoljašnjost, kako se ne bi stvarala buđ i plesan.

Isppravna ugradnja izolacije je veoma važna, jer loše postavljena izolacija znači da garancije izolacionog proizvoda ne mogu biti ispunjene, plus estetika fasade može biti narušena i može doći do dodatnih troškova usled popravljanja oštećenja u budućnosti.

## 2.1. Sastavni delovi kontaktne fasade sa kamenom mineralnom vunom

Potrebno je da i svi materijali u sistemu kontaktne fasade budu kompatibilni i kvalitetni, kako bi se obezbedila dugovečnost celog sistema.

Na slici 1. pored kamene mineralne vune (1), sistem kontaktne fasade čine lepkovi za lepljenje, armiranje i gletovanje (3), tiplovi za pričvršćivanje vune (2), ugaona lajsna (4), kontaktna lajsna (5), okapna lajsna (6), staklena mrežica za armiranje (7), staklena mrežica za ugaono armiranje (8), podloga (prajmer) (9) i završni dekorativni sloj (10).



Slika 1. Sastavni delovi kontaktne fasade sa kamenom mineralnom vunom

## 2.2. Ugradnja fasade sa kamenom mineralnom vunom

Kod novih objekata, situacija je prilično jednostavna i sa radovima se može početi odmah dok kod renoviranja tj. postojećih objekata, pre početka radova je neophodno izvršiti proveru stanja postojeće fasade.

Osnovni koraci za ugradnju sistema kontakte fasade sa kamenom vunom:

### - Kontrola podloge

Pregled okom, kuckanjem, metoda grebanja i paranja, proba kvašenja, ispitivanje ravnosti podloge ravnjačom...

### - Postavljanje početnog profila

Postavljaju se aluminijumski profili u širini jednako debljini kamene mineralne vune.

### - Lepljenje ploča

Između ploče i podloge ne sme da cirkuliše vazduh, zato je neophodno da se sloj lepka nanese po obodu cele ploče (tzv. ivična traka širine 5 cm), kao i po sredini, u vidu tzv. pogača, na 2-3 mesta, svaka prečnika oko 15cm. Ukupna pokrivenost lepkom bi trebalo da bude oko 40%. Samo ovako lepljenje osigurava postojanost fasade. Izostanak obodnog lepljenja je najčešći razlog otpadanja fasada pri snažnim udarima vetra.

### - Tiplovanje ploča

Preporučuje se min. 6 tiplova po m<sup>2</sup>, tj. 3 po ploči, a u ivičnim zonama min 8 kom/m<sup>2</sup> zbog jačeg strujanja vetra.

### - Ugaono armiranje

Obavezna je upotreba ugaonih profila sa integrisanom mrežicom na svim uglovima i otvorima, koji dodatno štite izolaciju na ovim osetljivim mestima.

### - Nanošenje lepka i staklene mrežice

### - Gletovanje

Kada se prethodno naneti lepak osušio, pristupa se nanošenju završnog sloja lepka za gletovanje. Na ovaj način dobijamo ravnu podlogu za završni sloj fasade. Ukupna debljina lepka za staklenu mrežicu i lepka za gletovanje treba da bude min. 5mm.

### - Završni/dekorativni sloj fasade

Pre nanošenja završnog sloja, treba naneti osnovni premaz (prajmer), nakon što se lepak za armiranje i gletovanje potpuno osušio; on obezbeđuje dobru adheziju armiranog i dekorativnog sloja fasade.

Idealno vreme za ugradnju fasade je proleće i jesen kada je temperatura od 16 do 22 °C.

## 3. PROCENA STANJA STAMBENE ZGRADE

### 3.1. Tehnički opis

Predmetni objekat je porodična stambena zgrada, spratnosti Su+Pr+Po (suteran, prizemlje i potkrovlje). Objekat je pravougaone osnove, spoljašnjih dimenzija 10 x 8 m. Ukupna bruto površina celog objekta je 231.102 m<sup>2</sup>, a ukupna neto površina iznosi 187.916 m<sup>2</sup>.

Objekat je projektovan i izveden u masivnom zidanom konstruktivnom sistemu sa vertikalnim i horizontalnim serklažima i krutom tavanicom. Noseći zidovi su postavljeni u poprečnom pravcu. Svi noseći zidovi su debljine 25cm. Zidovi su u međusobnom sklopu sa armirano betonskim vertikalnim serklažima i horizontalnim serklažima, radi odgovarajućeg seizmičkog obezbeđenja, čime je postignuta seizmička stabilnost objekta za VII seizmičku zonu. Temelji su trakasti širine od 25 do 65cm i visine 50cm u zavisnosti od plana pozicija. Na delu garažnog otvora se nalazi temeljna kontra greda.

### 3.2. Vizuelni pregled konstrukcije

U okviru procene stanja konstrukcije zgrade, obavljen je vizuelni pregled spoljašnje i unutrašnje konstrukcije objekta.

Vizuelnim pregledom elemenata konstrukcije koji su dostupni za pregled, uočeni su defekti i oštećenja:

- Linijska segregacija na mestu spoja dasaka, oslikavanje oplata, neravne ivice elementa, prirodna mešavina agregata, nedovoljno zbijen beton, biološka korozija, mrlje od vode (slika 2.)
- Površinska oštećenja usled mraza, biološka korozija (pojava mahovine), na bočnim stranama delimično otpao završni malter (slika 3.)
- Ozbiljne pukotine duž velikog dela roga, raslojavanje, pojava belih mrlja (slika 4.) Uočena oštećenja su posledica upotrebe neklasirane drvene građe sa velikim brojem čvorova kao i rasušivanja drvene građe. Bele mrlje su posledica procurivanja vode. Na crepovima su vidljivi tragovi iscvetavanja soli i tragovi procurivanja vode.



Slika 2. Konzolna ploča



Slika 3. Konzolna ploča, gornja zona



Slika 4. Drvena krovna konstrukcija

### 3.2. Zaključak

Na osnovu obavljenog vizuelnog pregleda i analize veličine i intenziteta registrovanih defekata i oštećenja, zaključeno je da nije ugrožena **stabilnost i nosivost** zidanih zidova, međuspratnih konstrukcija, konzolnih ploča (terase, strehe i šiše) dok je **trajnost** najviše dovedena u pitanje kod konzolnih ploča i ulaznog platoa i stepeništa. Što se tiče krovne konstrukcije, smanjena je **nosivost** rogova, rožnjače i određenog broja letvi. Takođe je i značajno smanjena **trajnost** nabrojanih elemenata korovne konstrukcije. Upotrebljivost objekta nije smanjena.

Najoštećeniji elementi su: konzolne poloče – terase i drveni rogovi.

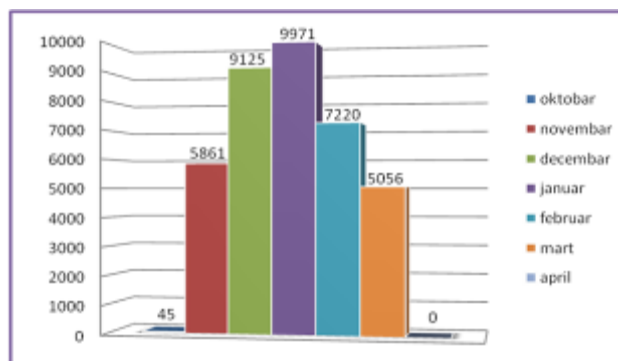
Drveni rogovi su oštećeni do tog stepena da je njihova zamena neophodna.

Za ostale oštećene elemente predlaže se popravka radi produženja **trajnosti**.

## 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. Na (slici 5.) prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima. Ukupna godišnja potrebna energija za grejanje iznosi 37278 kWh/a, dok je specifična potrebna godišnja energija 219 kWh/m<sup>2</sup>a. Ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetskog razreda G i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetskej efikasnosti zgrada.



Slika 5. Dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima

## 5. MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

U cilju poboljšanja energetske svojstava zgrade predviđena je energetska sanacija:

- spoljašnjih zidova zgrade zamenom produžnog i fasadnog maltera sa građevinskim lepkom i mrežicom, kamenom vunom i pigmentnim fasadnim malterom
- međuspratne krovne konstrukcije iznad negrejanog prostora postavljanjem Multipor termoizolacionih ploča
- Predviđena je zamena prozirnog stakla 4+12+4mm sa dvostrukim niskoemisionim staklom 4+12+4mm (Xe) na svim prozorima i balkonskim vratima

Debljina sloja kamene vune, odnosno Multipor termoizolacionih ploča, određena je iz uslova zadovoljenja maksimalnog dozvoljenog koeficijenta prolaza toplote.

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

Nakon izbora materijala i sistema za energetske sanaciju 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. Objekat sada zadovoljava sve uslove po pitanju energetske efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetskej 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).



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

Položaj	Oznaka	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> ·K)	Ispunjeno DA / NE
Spoljašnji zid	Z001	0.3580	0.4	DA
	Z002	3.3546	0.5	NE
	Z003	3.3546	0.5	NE
		0.3580	0.4	DA
	Z101	0.3565	0.4	DA
	Z102	0.3572	0.4	DA
	Z103	0.2791	0.4	DA
	Z201	0.3477	0.4	DA
	Z202	0.3484	0.4	DA
	Z203	0.2737	0.4	DA
Z204	0.2737	0.4	DA	
	1.3979	0.4	NE	
Ploča na tlu	PP01	2.655	0.4	NE
	PP02	2.655	0.4	NE
Međuspratna konstrukcija ka krovnom prostoru	MK301	0.345	0.4	DA
	MK302	0.354	0.4	DA
Prozor	PR1	1.672	1.5	NE
	PR2	1.699	1.5	NE
	PR3	1.222	1.5	DA
	PR4	1.222	1.5	DA
	PR5	1.486	1.5	DA
	PR6	1.302	1.5	DA
	PR7	1.222	1.5	DA
	PR8	1.554	1.5	NE
	PR9	1.331	1.5	DA
	PR10	1.281	1.5	DA
	PR11	1.795	1.5	NE
Spoljašnja vrata	V1	5.132	1.6	NE
	V2	2.156	1.6	NE
	V3	3.290	1.6	NE
	V4	1.234	1.6	DA
	V5	1.234	1.6	DA

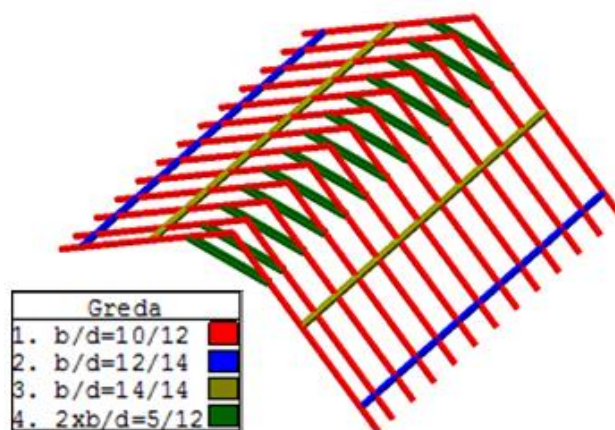
## 6. SANACIJA KROVNE KONSTRUKCIJE

### 6.1. Statički proračun

Zbog velikih oštećenja koja su se pojavila na elementima drvene građe i zbog upotreba neklasifikovane drvene građe, predložena je zamena svih elemenata drvene krovne konstrukcije. Za statički proračun krovne konstrukcije korišćen je program Tower – 3D Model Builder 6.0. Sopstvenu težinu program nanosi sam, dok će dodatno stalno opterećenje i korisno opterećenje odnosno, opterećenje od vetra i snega biti nanoseno ručno. Proračunski model je prikazan na slici 4. Postojeći krovni pokrivač falcovani crep se ne menja.

Merodavni uticaj za dimenzionisanje elemenata krovne konstrukcije je kombinacija delovanja stalnog opterećenja i snega.

Usvojeno je, masivno drvo, četinari, klasa II, vlažnost 18%



Slika 4. Šematski prikaz drvenih krovnih elemenata

## 7. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetskej 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] Rešenja i proizvodi KnaufInsulation: [www.knaufinsulation.rs](http://www.knaufinsulation.rs)
- [6] Termo Inženjering prozori i vrata: <http://www.termoing.com>

### Kratka biografija:



**Sanja Mitrović** rođena je u Valjevu, 1987. god. Visoko građevinsko - geodetsku školu iz oblasti građevinarstva je završila 2009. godine u Beogradu, a iste godine upisala je Osnovne akademske studije na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Osnovne akademske studije završila je 2017. 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.