

**PROCENA STANJA, ENERGETSKA SANACIJA I REVITALIZACIJA GLAVNE ZGRADE KOTEKOVOG DVORCA U FUTOGU****ASSESSMENT, ENERGY RENEWAL AND REVITALIZATION OF THE MAIN BUILDING OF KOTEK'S MANSION IN FUTOG**

Strahinja Kojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – Rad se sastoji od dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo rada predstavlja teorijsko-istraživački deo sa temom „Prozori“, gde su detaljno pobrojani oblici i opisan njihov značaj u toplotnoj i zvučnoj izolaciji. U drugom delu izvršen je vizuelni makroskopski pregled objekta, u cilju utvrđivanja postojećeg stanja. 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.

**Ključne reči:** Procena stanja, energetska efikasnost, sanacione mere, zidana konstrukcija

**Abstract** – This work consists of two independent parts. The first part is theoretical & research part related to „Windows“, in which the forms of windows are described in detail as well as their importance in thermal and sound insulation. The second part consists of visual macroscopic assessment of condition of the building in order to determine the type and extension of registered damages. Energy efficiency calculation was done for the object. Based on this calculation and visual inspection, the adequate measures for energy renewal and revitalization of this building are given.

**Keywords:** condition assessment, energy efficiency, repair measures, masonry structure

**1. UVOD**

Kako je u objektu najveći problem energetska gubitak, a pri tome su date stroge mere tehničke zaštite iz Zavoda za zaštitu spomenika, jedino rešenje za poboljšanje kvaliteta boravka u ovoj obrazovnoj ustanovi je zamena prozora.

U prvom delu rada je opisan značaj toplotne i zvučne izolacije prozora, dok drugi deo sadrži vizuelni pregled konstrukcije i njenu procenu stanja.

Dat je detaljan proračun energetske efikasnosti i priložene su sanacione mere za povećanje trajnosti objekta i energetske efikasnosti.

**NAPOMENA:**

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

**2. PROZORI**

Klimatski uslovi su naterali čoveka da sagradi svoje sklonište, u kome će se odvijati život. Želja za kontaktom sa okolinom, prirodom, vazduhom, suncem kao izvorom života, dovodi do otvaranja fasada. Vrsta ovih otvora, njihova veličina i konstrukcija u direktnoj su zavisnosti od klimatskih uslova.

Prozori na zgradi jednako su značajni kao i drugi arhitektonski elementi, koji doprinose ukupnom arhitektonskom izrazu nekog objekta. Oblik, veličina i konstrukcija prozora menjali su se u skladu sa različitim stilovima arhitekture i njihovim stalno novim zahtevima. Namena objekta kao i organizacija unutrašnjeg prostora direktno utiču na izbor prozora.

**2.1. Materijali i oblici prozora**

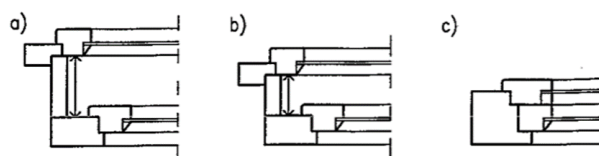
Materijal za izradu okvira i krila može biti drvo, plastika (obično PVC) ili metal (obično aluminijum ili čelik), a da bi se zadovoljili savremeni zahtevi građevinske fizike i arhitektonskog oblikovanja, prave se i od kompozitnih profila (npr. kombinacije metala i drveta).

U zavisnosti od toga kakav izgled objekta i funkcionalnost želimo da postignemo, postoje razni oblici prozora: kružni, polukružni, pravougaoni, kvadratni, trapezni itd.

**2.2. Podela prozora**

Prozori se prema sklopu mogu podeliti na:

- jednostruke prozore
- dvostruke prozore (slika 1).



Slika 1. Dvostuki prozori

Prema sastavu prozori mogu biti: jednodelni, dvodelni, trodelni, četvorodelni i spojeni prozori (kada se spoji više prozora).

Prozori se prema načinu pokretanja krila mogu podeliti: obrtni prozori (oko krajnje horizontalne ili vertikalne ose, oko srednje horizontalne i vertikalne ose), klizni prozori (horizontalno ili vertikalno klizni), otklopni prozori, kombinovani prozori (obrotno-otklopni, klizno otklopni..), prozori koji se ne otvaraju.

### 2.3. Zvučna zaštita prozora

Pored ostalih funkcija koje treba da zadovolji dobar prozor, postavlja se i problem zvučne zaštite prostorija u kojima boravimo. Prozori kao sastavni delovi fasade nekog objekta predstavljaju slaba mesta za prodor buke spolja. U savremenim gradovima to se postavlja kao problem kako u stambenim zgradama, tako i u ostalim objektima u kojima boravimo: radna mesta, škole, bioskopi, pozorišta, čitaonice, bolnice i druge ustanove.

Na prenošenje zvuka kroz prozor utiču sledeći faktori:

vrsta i debljina stakla, veličina i broj krila, debljina i površina doprozornika, spojnica između doprozornika i zida, spojnica između krila i doprozornika, razmak između stakala i vrsta zastora.

Doprozornik mora biti čvrsto ugrađen u zid, bez mogućnosti pomeranja. Spojnica između doprozornika i zida mora biti dobro zaptivena prigušujućim materijalima, kombinovano mineralna vuna i trajnoelastični kit.

Poseban problem predstavlja ugradnja prozora u zidove bez zuba. Zato se preporučuje da se prozori ugrađuju u otvore sa zubom, radi bolje termičke i zvučne izolacije.

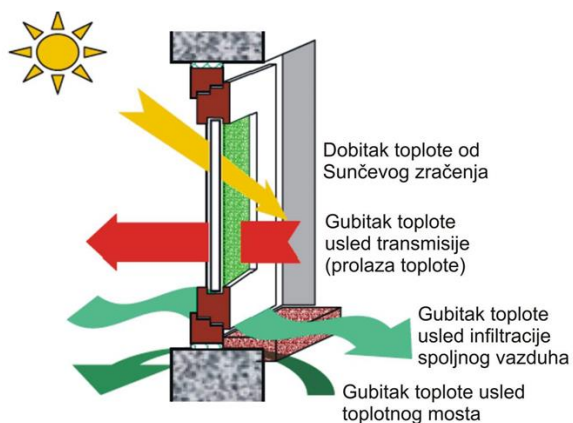
Od preciznosti izrade doprozornika i krila sa odgovarajućim spojnica u koje se stavljaju zaptivne trake, zavisi stepen propustljivosti vazduha, a time i propustljivost zvuka. Materijal koji se upotrebljava za zaptivanje spojnica treba što duže da zadrži svoju elastičnost.

Zvučno izolaciona moć prozora je u direktnoj zavisnosti od razmaka između dva stakla. Deblji vazdušni sloj između stakala poboljšava izolaciju od zvuka. Kod prozora sa termoizolacionim staklom povoljno je kombinovati različite debljine međuprostotra i različite debljine stakla.

Prostor između dva stakla može se ispuniti raznim gasovima, što poboljšava izolacionu moć za 2 – 4 dB. Postavljanjem zastora ispred prozora i to na razmaku od 14 cm poboljšava se efekat zvučne zaštite, kao kod prozora sa razdvojenim krilima.

### 2.4. Toplotna zaštita prozora

Prozori kao sastavni delovi omotača zgrade, predstavljaju mesta velikih toplotnih gubitaka u zimskom periodu, a u letnjem periodu zavisno od orijentacije i mesta toplotnih dobitaka (slika 2).

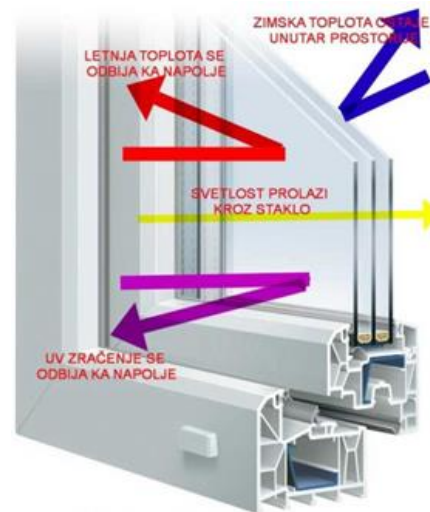


Slika 2. Dobici i gubici toplote kroz prozor

Gubitkom toplote transmisijom smatra se ona količina toplote koja usled različite temperature spolja – unutra prolazi preko rama i stakla u spoljašnji prostor. Koeficijent prolaza toplote U je merilo prolaza toplote. Vrednost U pokazuje koliko vati (W) u svakom satu na 1 m<sup>2</sup> površine, kod razlike temperature spolja – unutra od 1°K, prelazi iz unutrašnjeg u spoljašnji prostor. Ukoliko je vrednost U niža, konstrukcija prozora u odnosu na toplotne gubitke je bolja.

### 2.5. Prozorsko staklo

Prozori mogu imati jedan, dva ili tri panela, a što se samog stakla tiče, postoji nekoliko najpoznatijih vrsta: flot staklo, mat staklo, sigurnosno staklo, niskiemisiono staklo (Slika 3).



Slika 3. Niskoemisiono staklo

Niskoemisiona stakla prvenstveno služe da štede energiju. Ona su obložena tankim metalnim slojem koji reflektuje energiju nazad u prostoriju, ali, u isto vreme, i propuštaju sunčevu energiju. Ovim se značajno smanjuje gubitak toplotne energije zimi i poboljšava energetska efikasnost objekta.

## 3. PROCENA STANJA

### 3.1 Tehnički opis

Objekat je spratni, slobodnostojeći objekat, pravougaone osnove dimenzija 39,9m x 20,2m, građen na prostranoj parceli, duboko uvučen u odnosu na uličnu regulaciju i okružen parkom. Na sredini glavne fasade je reprezentativni ulaz sa pristupnim stepeništem i zakrivljenim pristupnim rampama, a iznad velika terasa sa krivolinijskom ornamentisanom ogradom od kovanog gvožđa. Na objektu postoje još dva ulaza, na levoj, bočnoj fasadi, uz koju je istovremeno izgrađen aneks sa identičnom ogradom kao na velikom balkonu, i na dvorišnoj podužnoj fasadi ispred koje je prostrana pravougaona terasa sa barokno oblikovanim stepeništem. Još jedan parterni aneks pravougaone osnove sa četiri prozora, izgrađen je i uz desnu bočnu fasadu (Slika 4).

Organizacija prostora izvedena je dugačkim hodnikom po sredini objekta i prostorijama postavljenim u nizu. Na

njegovom kraju je poprečno krilo u koje je smešteno monumentalno, široko stepenište sa kamenim gazištima i bogato ornamentisanom ogradom od kovanog gvožđa.

Zidovi od opeke predstavljaju masivni deo konstruktivnog sistema, koji nose u poprečnom i podužnom pravcu. Izgrađeni su bez ukrucenja horizontalnim i vertikalnim serklažima. Debljina spoljašnjih zidova je 120 cm, a unutrašnjih zidova 60 cm ili 70 cm, dok je debljina zidova u suterenu 150 cm.

Međuspratne tavanice u većem delu objekta su drvene MK, dok su u suterenu i u pojedinim prostorijama prizemlja krstasti zidani svodovi.

Krovna konstrukcija u višem delu objekta je drvena vešaljka u kombinaciji sa dvostrukom stolicom. U objektu manje visine krov je dvovodan, pokriven trapeznom limom.



Slika 4. Izgled objekta

### 3.2 Procena stanja objekta

Provera geometrije objekta je urađena merenjem visine i dimenzija u osnovi, kao i utvrđivanjem dimenzija svih elemenata (nosećih i nenosećih zidova, otvora itd). Urađen je detaljan vizuelni pregled, gde je uključeno snimanje položaja i veličine oštećenja. Oštećenja su zabeležena fotografijama.

Vizuelnim pregledom ustanovljeno je da je objekat u vrlo lošem stanju sa aspekta trajnosti, gledano sa spoljašnosti i iz unutrašnjosti. Najveća oštećenja su uočena na fasadama objekta, na kojima je došlo do otpadanja maltera, usled kapilarnog penjanja podzemnih voda (Slika 5). Krovna konstrukcija je obnovljena 2007. godine, tako da je u dobrom stanju.



Slika 5. Otpadanje maltera sa fasade

Na osnovu obavljenog vizuelnog pregleda dostupnih elemenata objekta i njihovom analizom, može se zaključiti da nije narušena stabilnost, nosivost i funkcionalnost ove konstrukcije. Trajnost objekta je ugrožena.

Za sanaciju zidova od kapilarne vlage koristiće se tehnike presecanja zidova pod nazivom HIO-tehnologija. Ova tehnika je metoda trajne zaštite kapilarne vlage, koja ne ugrožava stabilnost zidova.

Potrebno je ukloniti trošan i kontaminiran malter, očistiti malterske spojnice 2cm, isušiti zidove i zameniti novim malterom. Na delovima fasade na kojima je očuvan malter, ali je dekorativni premaz oštećen potrebno je ukloniti premaz i pripremiti za nanošenje novog premaza.

## 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. Ovim proračunom je zaključeno da je postojeći objekat trenutno energetskog razreda F i da ne zadovoljava energetske zahteve za postojeće objekte prema Pravilniku o energetske efikasnosti zgrada.

U Tabeli 1 dat je pregled koeficijenata prolaza toplote kroz termički omotač objekta pre energetske sanacije.

Tabela 1. Koeficijent prolaza toplote

ELEMENT	POZICIJA	U(W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	USLOV ZADOVOLJEN
Spoljašnji zidovi	SZ1	0,493	0,4	NE
	SZ2	0,975	0,4	NE
	SZ3	1,615	0,4	NE
MK ka negrejanom prostoru	MKS1	0,73	0,4	NE
	MKS2	0,684	0,4	NE
	PNT	0,393	0,4	DA
Prozori	PR1	3,5	1,5	NE
	PR2	3,5	1,5	NE
	PR3	3,5	1,5	NE
	PR4	3,5	1,5	NE
	PR5	3,5	1,5	NE
	PR6	5,822	1,5	NE
Vrata	POS B1	3,5	1,5	NE
	POS B2	3,5	1,5	NE
	POS V1	4,413	1,5	NE
	POS V2	3,737	1,5	NE

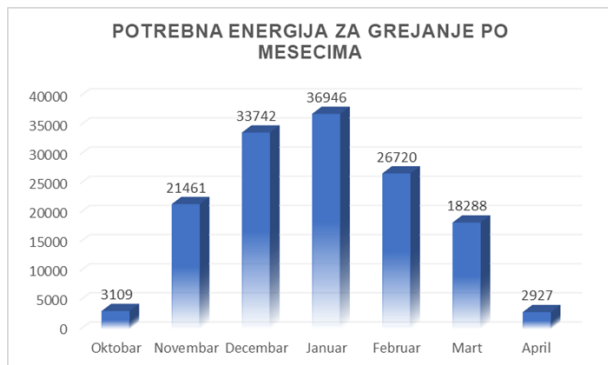
### 4.2. Mere za unapređenje energetske efikasnosti

Proračunom energetske efikasnosti predmetnog objekta, prema odredbama Pravilnika o energetske efikasnosti, zaključeno je da pripada razredu F. U cilju poboljšanja energetske svojstava objekta predviđena je energetska sanacija.

Pošto su prozori dotrajali, potrebna je njihova zamena. Merama tehničke zaštite objekta se zahteva na očuvanju izvornog izgleda, spoljašnje arhitekture i enterijera. Kako bismo postigli bolju energetske efikasnost, prozore ćemo zameniti novim drvenim prozorima (prozor krilo na krilo) indentičnog rama, s tim da staklo na spoljašnjem krilu ostaje jednostruko, dok staklo na unutrašnjem krilu uzimamo kao dvostruko.

Nakon urađene sanacije energetske efikasnosti, potreba za energijom na godišnjem nivou se značajno smanjila.

Energetski razred se popravio i sada objekat pripada E razredu (Slika 6). Objekat sada zadovoljava sve uslove po pitanju energetske efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetskej efikasnosti (Sl. glasnik RS br.061/2011).



Slika 6. Potrebna energija za grejanje po mesecima nakon izvršene sanacije

#### 4.2. Mere za revitalizaciju dvorca

Nakon detaljne procene stanja i uvida u mere tehničke zaštite, predložene su mere sanacije objekta, koje obuhvataju postupak konzervacije. Predložene mere sanacije objekta Kotekov dvor:

- *Sanacija nosećih zidova:* Izrada horizontalne hidroizolacije, Uklanjanje trošnog i kontaminiranog maltera sa spoljašnjih površina zidova i zamena novim, pri čemu sastav maltera se određuje u dogovoru sa predstavnicima nadležnog Zavoda za zaštitu spomenika kulture. Struganje oštećenog dekorativnog premaza sa spoljašnjih i unutrašnjih površina zidova i nanošenje nove boje u dogovoru sa predstavnicima nadležnog Zavoda za zaštitu spomenika kulture.
- *Sanacija krovne konstrukcije:* Sanacija pukotina i zaštita drvene građe.
- Seizmičko ukrućenje objekta
- Čišćenje i bojenje metalnih delova (ograde, stubovi, ramovi)
- Zamena opšivki
- Izvođenje novih podova na terasama
- Zamena spoljnog glavnog stepeništa
- Popravka unutrašnjeg kamenog stepeništa
- Popravka unutrašnjeg drvenog tavanjskog stepeništa
- Dodatni istražni radovi radi određivanja sastava kasetirane tavanice i njena sanacija
- Dodatni istražni radovi radi određivanja vrste i sastava tavanice iznad zbornice i njena eventualna sanacija.
- Lokalna popravka i/ili zamena daščica mozaik parketa u učionicama, struganje i izvođenje novog odgovarajućeg zaštitnog sloja „laka“
- Zamena odvojenog i ispucalog štukatura (maltera na trščanoj podlozi) u pojedinim prostorijama i izrada novog prema detaljima urađenim u dogovoru sa predstavnicima nadležnog Zavoda za zaštitu spomenika kulture

#### 5. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, "Sl.glasnik RS", br. 61/2011, Beograd
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] V. Radonjanin, M. Malešev, T. Kočetov-Mišulić, R. Lekić: Materijal sa predavanja iz predmeta Oštećenja i sanacije drvenih, čeličnih i zidanih konstrukcija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Amir Čaušević, Neriman Rustempašić: Rekonstrukcije zidanih objekata visokogradnje, Sarajevo
- [5] Zgradarstvo, skripta, prof. dr Slavka Stankovića, Arhitektonsko- građevinski fakultet u Banja Luci
- [6] „Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 71/94
- [7] Opštinski Zavod za zaštitu spomenika kulture Novi Sad
- [8] Petar K. Krstić: Arhitektonske konstrukcije 2

#### Kratka biografija:



**Strahinja Kojić** rođen je u Novom Sadu, 1994. godine. Osnovne akademske studije završio je na fakultetu tehničkih nauka 2018. godine, iz oblasti građevinarstvo – konstruktivni smer. Diplomski rad je radio iz predmeta Tehnologija i organizacija građenja. Master akademske studije smer - konstrukcije upisao je iste godine. Master rad iz oblasti Sanacija drvenih, čeličnih i zidanih konstrukcija uradio je i odbranio u 2019. godini.