



TRADICIONALNI MATERIJALI U SAVREMENOM KONTEKSTU: ENERGETSKA SANACIJA VOJVODANSKE KUĆE

TRADITIONAL MATERIALS IN A CONTEMPORARY CONTEXT: ENERGY PERFORMANCE IMPROVEMENT OF VOJVODINA HOUSE

Anja Pejakov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

**Kratak sadržaj** – Tema završnog rada obuhvata sanaciju i adaptaciju stare kuće od naboja u Kikindi, uz akcenat na korišćenju prirodnih materijala i tradicionalnih građevinskih metoda. U odgovoru na savremene izazove poput klimatskih promena, studija analizira energetske performanse i arhitektonske karakteristike objekta, predlažući održiva rešenja koja poštuju tradiciju. Projekat ima cilj da stvori savremen i funkcionalan stambeni prostor, istovremeno čuvajući kulturno nasleđe regiona.

**Ključne reči:** Energetska sanacija, tradicionalna gradnja, prirodni materijali, adaptacija objekta, finansijska analiza

**Abstract** – The master thesis encompasses the renovation and adaptation of an old rammed earth house in Kikinda, with an emphasis on the use of natural materials and traditional construction methods. In response to contemporary challenges such as climate change, the study analyzes the energy performance and architectural characteristics of the building, proposing sustainable solutions that respect tradition. The project aims to create a modern and functional living space while preserving the cultural heritage of the region.

**Keywords:** Energy renovation, traditional construction, natural materials, building adaptation, financial analysis

1. UVOD

Čovekova potreba za skloništem postoji od davnina, a načini gradnje prilagođavali su se vremenskim uslovima i lokalnim materijalima. Danas, u eri klimatskih promena i rastućih izazova poput poplava i ekstremnih toplotnih talasa, energetska efikasnost je postala ključni aspekt gradnje. Zgrade su odgovorne za značajan deo emisije ugljen-dioksida, a pravilnim izborom materijala i tehnologija mogu se smanjiti troškovi i emisije. Cilj rada je utvrditi da li se stare kuće od naboja u Vojvodini mogu renovirati i energetski obnoviti kako bi postale savremeni, održivi objekti. U radu je sprovedena analiza tipične kuće u Kikindi, u pogledu energetske efikasnosti i arhitekture, i u skladu sa rezultatima analize predložena su rešenja za adaptaciju i obnovu, uz očuvanje lokalne tradicije, korišćenje prirodnih i lokalnih materijala i isplativost za prosečnog korisnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Suzana Draganić, docent.

2. ZEMLJANA GRADNJA

Kuće od zemlje, zbog svojih termalnih svojstava i otpornosti na požar, i dalje su dom za trećinu svetske populacije. Zemlja je pristupačan, jeftin i reciklabilan materijal, što je čini dobrim izborom za gradnju, smanjujući troškove i do 40%. Zemljani zidovi debljine 30 cm mogu zadržati toplotu do 10 sati, što pomaže u očuvanju komfora i tokom leta i zime. Međutim, ovakvi objekti zahtevaju pažnju u dizajnu, izolaciji, kao i zaštitu od vlage, zemljotresa i štetočina [1]. Uz pravilnu izgradnju, ovi objekti mogu biti dugovečni, kao što pokazuju primeri poput Alhambre ili Kineskog zida.

3. PAORSKA KUĆA U VOJVODINI

3.1. Gradnja i život

Od naseljavanja Vojvodine, isušivani su ritovi i gajila se pšenica visokog kvaliteta, što je stvaralo specifičan način života i harmoniju sa prirodom. Paori i „ne-paori“ živeli su u društvenoj ravnoteži, pomažući se u poslovima i svakodnevnom životu. Osnovna urbanistička jedinica bio je sokak, koji je okupljao ljude i služio kao mesto socijalizacije i igre. Paorske kuće bile su funkcionalne i dugovečne, reciklirali su sve resurse, a dvorišta su bila podeljena na delove za uzgoj biljaka i životinja. Pomoć pri izgradnji kuća često je bila u vidu dobara ili usluga [2].

3.2. Kuće od naboja

Kuće od naboja lako su prepoznatljive po simetričnosti i dubokim dvorištima. Visoke oko 2,5 m, sa temeljima od opeke ili ćerpiča, građene su nakon Đurđevdana kada je zemlja optimalno vlažna. Nabijena zemlja, obrađena bagremovim alatima, oblikovala je zidove. Prozori i vrata bili su manjih dimenzija radi uštede energije. Kuće su pokrivanе trskom ili crepom, a unutrašnjost je bila krečena. Podovi su premazivani balemom radi lakšeg čišćenja. Mogu se graditi u celom svetu, ali su najpogodnije u predelima gde je klima sa velikom vlagom i umerenom temperaturom.

I danas se koriste naprednije tehnike nabijanja zemlje uz stabilizatore kao što je cement, postavljaju se drveni okviri, oplata od šper-ploča, a zemlja se nabija pneumatskim mašinama.

4. KRITERIJUMI GRADNJE

Pre 1944. godine, gradnja kuća u Vojvodini oslanjala se na lokalne materijale poput gline i peska, dok su kuće bile

prizemne, jednostavne i funkcionalne. Život je bio vezan za zemljoradnju, a više generacija živelo je u jednoj kući, pri čemu su se prostorije dograđivale po potrebi. Krovovi su bili pod nagibom, pokriveni trskom ili crepom, a podovi od nabijene zemlje. Nakon 1944. godine, u gradnju su uvedene nove funkcije poput kupatila i zatvorenih ognjišta, ali je tradicionalna estetika i dalje dominirala. Konjska snaga je zamenjena novim tehnologijama, a materijali poput opeke i kreča postali su uobičajeni. U savremeno doba, arhitektura je prilagođena [2].

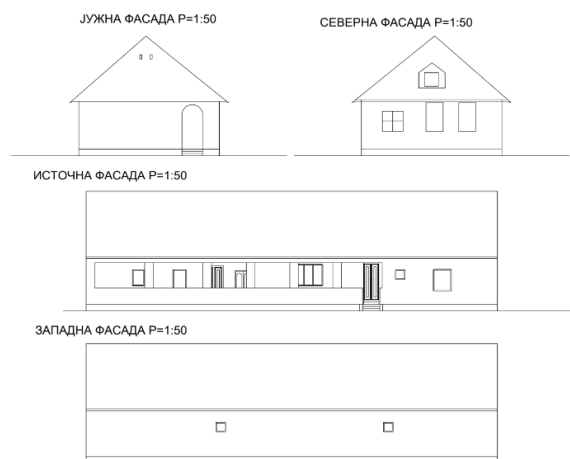
## 5. SANACIJA I ADAPTACIJA KUĆE OD NABOJA

Kod sanacije i izgradnje kuća od naboja, prvi izazovi su nedostatak stručnjaka i odgovarajućeg materijala. Važni faktori za uspešnu sanaciju su poznavanje istorije objekta, izbor kompatibilnih materijala i pažljivo planiranje radova u odgovarajućoj sezoni. Drenažni sistemi su neophodni, a materijali poput PVC stolarije i cementnih blokova treba izbegavati. Pojava vlage je čest znak da je sanacija potrebna, a rešava se presecanjem zidova ili upotrebom paropropusnih maltera. Blatni malter je poželjan za završne slojeve, jer diše i otporan je na vlagu. Izolacija se radi prirodnim materijalima, a podno grejanje je preporučljivo zbog kompatibilnosti sa ovim kućama [1].

## 6. ANALIZA TRENUTNOG STANJA KUĆE

Kuća se nalazi u Kikindi, u četvrtom reonu. Izgrađena je 1895. godine, od blata sa korenim bagrema korišćenim za vezivo. Prvobitno se sastojala od konka i pet prostorija, što je 1895. promenjeno uvođenjem novih pregradnih zidova. Poslednje izmene iz 2019. uključuju pretvaranje manje sobe na konku u kuhinju i dodavanje gipsanih ploča u sve sobe osim špajza i najjužnije sobe. Zabat je srušen i zamenjen drvenim gredama, a glavni ulaz je premešten u dvorište. Zemljani podovi su prekriveni laminatom i pločicama, dok je na plafonu južnih prostorija postavljena lamperija.

Kuća ima problem sa vlagom koja se pojavila nakon ugradnje gipsanih ploča i prisutna je u fasadnim i pregradnim zidovima. Drvena krovna konstrukcija je počela da truli, a krov nije izolovan. Originalna stolarija je iskrivljena, što otežava korišćenje vrata, ali prozori su još uvek funkcionalni. Na Slici 1 su prikazani tehnički crteži izgleda kuće, dok je na Slici 2 prikazana njena istočna fasada.



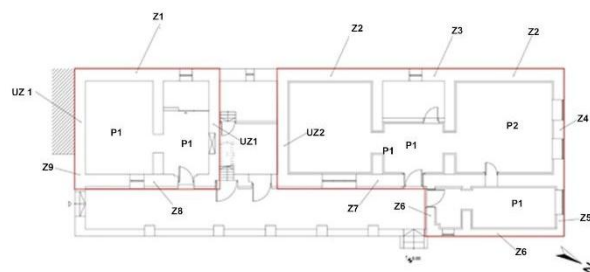
Slika 1. Izgledi kuće



Slika 2. Fotografija istočne fasade kuće

## 7. PROCENA ENERGETSKIH PERFORMANSI KUĆE

Relevantni sklopovi i granica termičkog omotača kuće prikazani su šematski na Slici 3. Rezultati dobijeni procenom energetskih performansi kuće u postojećem stanju prikazani su u Tabeli 1.



Slika 3. Termički omotač postojećeg objekta sa označenim sklopovima

Tabela 1. Koeficijenti prolaska toplote građevinskih sklopova postojećeg objekta

Građevinski element	Oznaka	U[W/m <sup>2</sup> K]
Spoljni zid	SZ 1	1,395
Spoljni zid	SZ 2	1,045
Spoljni zid	SZ 3	1,416
Spoljni zid	SZ 4	0,471
Spoljni zid	SZ 5	0,438
Spoljni zid	SZ 6	0,787
Spoljni zid	SZ 7	0,836
Spoljni zid	SZ 8	1,046
Spoljni zid	SZ 9	1,58
Zid ka negrejanom prostoru	UZ 1	1,383
Zid ka negrejanom prostoru	UZ 2	1,04
Pod na tlu	P 1	1,38
Pod na tlu	P 2	1,13
Karatavan	MK 1	2,215
Karatavan	MK 2	1,023
PVC prozor	P 01	2,8
Prozor sa kutijom	P 02	2,429
Prozor sa kutijom	P 04	2,566
Prozor sa kutijom	P 05	2,348
Drveni prozor	P 06	4,398
PVC prozor	P 07	2,61
PVC prozor	P 08	2,788
PVC prozor	P 09	2,78
Drvena vrata	V 01	4,83
PVC vrata	V 04	1,283
PVC vrata	V 05	1,332

Kuća je opremljena jednostavnim termotehničkim sistemima za grejanje, hlađenje i ventilaciju. Grejanje se vrši lokalnim plinskim pećima na prirodni gas sa kontrolom pojedinačnih zona. Hlađenje je omogućeno split sistemima klimatizacije koji koriste električnu energiju i omogućavaju individualno podešavanje temperature. Priprema tople vode se obavlja električnim bojlerima, a ventilacija je prirodna.

Konačni rezultat performansi i energetske razred, prikazani su kroz formulu:

Specifična godišnja potrebna energija za grejanje:

$$Q_{H,nd} = \frac{\Sigma Q_{H,nd}}{A} = \frac{26856,383}{88.3} = 304,149 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (1)$$

Relativna godišnja potrebna energija za grejanje:

$$Q_{H,nd,rel} = \frac{Q_{H,nd}}{75} = \frac{304,149}{75} = 405,532\% \quad (2)$$

Energetski razred: G

## 8. PREDLOG ADAPTACIJE I ENERGETSKE SANACIJE OBJEKTA NA OSNOVU DOBIJENIH REZULTATA

### 8.1. Predlog adaptacije i sanacije

Adaptacija prostora za veću porodicu planirana je da omogući veći upad svetlosti u prizemni deo i prenamenu tavana u stambeni prostor. Prostor će se reorganizovati uvođenjem hodnika na zapadnoj strani, što omogućava bolju povezanost prostorija bez gubitka svetlosti. Sa istočne strane, problem nedovoljne osvetljenosti rešava se postavljanjem krovnih prozora.

Projekat uključuje termoizolaciju zidova od trske debljine 10 cm, zamenu zemljanih podova sa suvomontažnim podnim grejanjem, kao i upotrebu prirodnih materijala kao što su trska i blatni malter. Prostori će biti funkcionalniji sa poboljšanim sistemom osvetljenja, ventilacije i izolacije. Prozori i vrata će zadržati autentičan izgled, ali će biti poboljšani radi energetske efikasnosti i trajnosti.

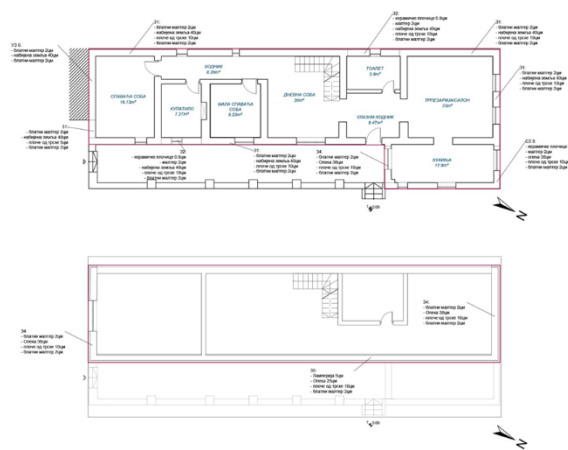
Idejno rešenje izgleda kuće prikazano je na Slici 4.



Slika 4. Idejno rešenje izgleda kuće

### 8.2. Numerička analiza energetske performansi

Relevantni sklopovi i granica termičkog omotača kuće prikazani su šematski na Slici 5. Rezultati dobijeni procenom energetske performansi kuće u novoprojektovanom stanju prikazani su u Tabeli 2.



Slika 5. Termički omotač novoprojektovanog objekta sa označenim sklopovima

Tabela 2. Koeficijenti prolaska toplote građevinskih sklopova novoprojektovanog objekta

Građevinski element	Oznaka	U[W/m <sup>2</sup> K]
Spoljni zid	SZ 1	0,363
Spoljni zid	SZ 2	0,364
Spoljni zid	SZ 3	0,33
Spoljni zid	SZ 4	0,329
Spoljni zid	SZ 5	0,358
Zid ka negrejanom prostoru	UZ 1	1,486
Pod na tlu	P 1	0,345
Pod na tlu	P 2	0,348
Kosi krov	K 1	0,149
Prozor sa kutijom	P 01	1,008
Prozor sa kutijom	P 02	1,175
Prozor sa kutijom	P 03	1,114
Prozor sa kutijom	P 04	1,138
Krovni prozor	P 05	1,703
Drvena vrata	V 01	1,312

Novoprojektovano rešenje obuhvata termotehnički sistem koji kombinuje obnovljive izvore energije i efikasnu tehnologiju. Osnovni sistem grejanja je podno grejanje povezano sa toplotnom pumpom vazduh-voda, sa cevima od 18mm dužine 100m i protokom od 14l/sat. Toplotna pumpa kapaciteta 11,6kW (COP do 5,3) obezbeđuje i grejanje i hlađenje. Za kuću od 220m<sup>2</sup>, potrebna snaga pumpe je 7,03kW. Solarni paneli od 4m<sup>2</sup> proizvode 8kWh dnevno, dovoljno za šestoro ukućana, uz mogućnost da pumpa preuzme funkciju u slučaju nedostatka solarne energije.

Konačni rezultat performansi i energetske razred, prikazani su kroz formule:

Godišnja potrebna toplota za grejanje kada sistem radi sa prekidom:

$$Q_{H,nd,interm} = 0,915 \cdot 15227,679 = 13933,325 \text{ kWh/a} \quad (3)$$

Specifična godišnja potrebna energija za grejanje:

$$Q_{H,nd} = \frac{\Sigma Q_{H,nd}}{A} = \frac{13933,325}{215,12} = 64,77 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (4)$$

Relativna godišnja potrebna energija za grejanje:

$$Q_{H,nd,rel} = \frac{Q_{H,nd}}{75} = \frac{64,77}{75} = 86,36\% \quad (5)$$

Energetski razred: C

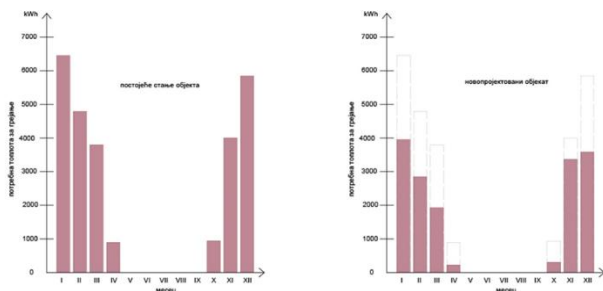
## 9. FINANSIJSKA ANALIZA

Nakon analize i izrade projekta adaptacije i sanacije, definisane su stavke za predmer i predračun radova. Cene su trenutno važeće u Kikindi, gde se nalazi objekat.

U predmer su uključeni i termotehnički sistemi, a troškovima materijala i opreme dodato je 50% za izvođenje radova. Ukupni troškovi iznose 10.653.326,00 RSD, ili 9.059.216,00 RSD bez termotehničkih sistema. Za poređenje, izgradnja nove kuće u istoj kvadraturi košta između 9.000.000,00 i 16.500.000,00 RSD.

## 10. ZAKLJUČAK

Komparativna analiza energetske efikasnosti i finansijskih ulaganja u rušenje i izgradnju novog objekta u odnosu na adaptaciju postojećeg pokazuje slične troškove, što znači da odluka ne zavisi samo od ekonomskih faktora. Adaptacija starih kuća uz korišćenje prirodnih materijala i modernih sistema, može značajno poboljšati energetske efikasnost i smanjiti negativan uticaj na životnu sredinu. Usporedna analiza godišnje potrebne toplote za grejanje prikazana je na dijagramu na Slici 6.



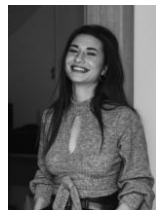
Slika 6. Usporedna analiza potrebne toplote za grejanje

Iako možda nije pogodna za objekte u lošem stanju, adaptacija nudi prednosti u pogledu komfora i očuvanja tradicionalne arhitekture. Ovi projekti su važni za vlasnike kuća pod zaštitom i one koji žele održiviji način života, jer predstavljaju vezu između kvaliteta tradicionalne arhitekture i potrebama modernog doba.

## 11. LITERATURA

- [1] D. Kojičić, "Priručnik za obnovu i unapređenje energetske efikasnosti kuća od zemlje", Zrenjanin, 2015.
- [2] L. Erdeljan, "Biografija jedne paorske gazdačke kuće u Kikindi", Istarski arhiv Kikinda, 2014.
- [3] R. Popov, "Duh paorske Vojvodine", Novi Sad: Spomenak biblioteka, 2001.

## Kratka biografija:



**Anja Pejakov** rođena je u Zrenjaninu 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetska efikasnost arhitektonskih objekata odbranila je 2024. Godine.  
kontakt: anjap2301@gmail.com