

**PROCENA STANJA, ENERGETSKA SANACIJA I DOGRADNJA ZELENOG KROVA
UPRAVNE ZGRADE KOMPANIJE VEGA D.O.O. U VALJEVU****ASSESSMENT, ENERGY RENEWAL AND EXTENSION OF THE GREEN ROOF OF
THE ADMINISTRATIVE BUILDING OF THE COMPANY VEGA D.O.O IN VALJEVO**Uroš Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratik sadržaj – Rad se sastoji iz dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo rada predstavlja teorijsko istraživački deo sa temom „Pasivne kuće-zgrade“, gde je opisan sam pojam pasivne kuće, principi primene, najbitnije osobine, sistem projektovanja, veza sa ekonomijom. U drugom delu rada izvršen je vizuelni makroskopski pregled objekta, sa ciljem 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, pasivne kuće

Abstract – The paper consists of two mutually independent units. The first part of the paper presents a theoretical research part with the topic „Passive house-building“, where the very concept of a passive house is described, the principles of application, the most important features, the design system, the connection with the economy. In the second part of the paper, a visual macroscopic examination of the object was performed, with the aim of determining the existing condition. An energy efficiency calculation has been made for the facility. Based on this calculation and visual inspection of the structure, repair measures are given that increase the durability of the building, energy efficiency, as well as it is in compliance with the Rulebook on energy efficiency.

Keywords: Assessment, energy efficiency, repair measures, passive houses

1. UVOD

Rad se sastoji iz dve celine: teorijsko-istraživačkog dela i stručnog dela. U prvom delu rada, koji je teorijsko-istraživačkog karaktera, analizirane su „Pasivne kuće-zgrade“.

Drugi, stručni deo rada, obuhvata vizuelni pregled konstrukcije i njegovu procenu stanja, proračun energetske sanacije pre i nakon izvršene energetske sanacije, i date su mere za produženje trajnosti objekta.

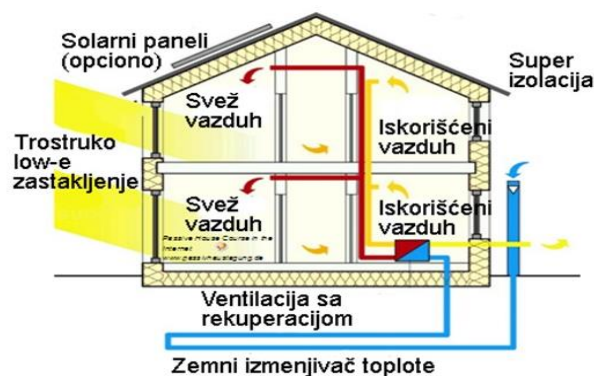
NAPOMENA:

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

2. PASIVNE KUĆE-ZGRADE

Pasivna kuća ne predstavlja energetska standard već pre koncept da se postigne najviši termički komfor uz najmanje troškove i prikazan je sam princip funkcionisanja (slika 1). Na osnovu toga definicija pasivne kuće bi bila: Pasivna kuća je zgrada u kojoj termički komfor može biti postignut isključivo naknadnim grejanjem ili hlađenjem svežeg vazduha koji je potrebno obezbediti radi postizanja dovoljnog kvaliteta vazduha unutar objekta—isključujući recirkulaciju iskorišćenog vazduha. Ovo je čisto funkcionalna definicija. Nisu joj potrebne numeričke vrednosti i ne zavisi od klime.

Termički komfor u pasivnoj kući obezbeđuje se pasivnim merama koliko god je to moguće - izolacija, izmena toplote, pasivno korišćenje solarne energije i oslobađenje toplote unutar kuće.

OSNOVNI PRINCIPI PASIVNE KUĆE

Slika 1. Osnovni principi funkcionisanja pasivne kuće

2.1. Osnovne karakteristike

Osnovne karakteristike pasivne kuće su:

- Kompaktna forma i poboljšana izolacija zgrade
- Energetski efikasno prozorsko zastakljenje i ramovi
- Južna orijentacija i uslovi osenčenosti
- Pasivno predgrevanje svežeg vazduha
- Vazдушna nepropusnost spoljne opne zgrade
- Visoko efikasna toplotna rekuperacija pomoću iskorišćenog vazduha korišćenjem izmenjivača toplote vazduh/vazduh
- Obezbeđivanje tople vode korišćenjem obnovljivih izvora energije
- Aparati koji štede energiju u domaćinstvu

2.2. Kriterijumi pasivne kuće (prema Passive house institutu)

- Specifična potrebna energija za grejanje je max. 15kWh/m^2 godišnje
- Specifična potrebna primarna energija za grejanje, hlađenje, PTV, električna energija za sve kućne uređaje je max. 120kWh/m^2 godišnje
- Toplotno opterećenje je max. 10W/m^2
- Vazдушna propustljivost pri n50 je max 0.6/h (broj izmena vazduha)
- Zimski komfor tj. operativna temperatura je $\geq 20^\circ\text{C}$

Veoma dobro su izolovane, te im je potrebno 90% manje energije u poređenju sa konvencionalnim zgradama. Da bi se postigao ovaj uslov potrebno je da se prethodno nabrojani kriterijumi ispune.

2.3. Sistem projektovanja-izrade pasivne kuće

- Pasivni solarni dobitak

Pasivne kuće okrenute ka jugu takođe su i solarne kuće. Pasivni dobitci od sunčeve energije, koja ulaze kroz staklo dimenzionisani su da se obezbedi dovoljno dnevnog svetla i da pokrivaju oko 40% toplotnih gubitaka kuće. Da bi se to dostiglo, savremeni prozori za pasivne kuće imaju niskoemisiono troslojno staklo i superizolovane ramove. Takvi prozori zahvataju više toplote od sunca nego što se kroz njih gubi.

- Kombinovanje efikasne izmene toplote sa dodatnim grejanjem ubačenog vazduha

Pasivne kuće imaju neprekidno snabdevanje svežim vazduhom, optimizirano tako da obezbedi komfor korisnika. Protok svežeg vazduha precizno je regulisan kako bi se ubacila potrebna količina. Pre ubacivanja svež vazduh se filtrira, tako da je kvalitet unutrašnjeg vazduha bolji od spoljašnjeg. Visoke performanse izmenjivača toplote koriste se da prenesu toplotu sadržanu u iskorišćenom unutrašnjem vazduhu koji se izbacuje, na svež vazduh koji se ubacuje u prostoriju. Ova dva vazдушna protoka se ne mešaju. Tokom perioda hladnih dana, svež vazduh koji se ubacuje može da se dodatno zagreje. Provođenjem cevi za svež vazduh kroz tlo, moguće je predgrejati vazduh i na taj način smanjiti potrebu za dodatnim zagrevanjem ubačenog svežeg vazduha.

- Električna efikasnost

Opremanjem pasivne kuće energetski efikasnim kućnim aparatima, povezivanjem instalacije tople vode sa mašinama za veš i posuđe, vetrenjem prostorija i korišćenjem štedljivih kompaktnih fluorescentnih sijalica, električna potrošnja se takođe smanjuje za oko 50% u poređenju sa prosečnom, već izgrađenom kućom, a da se pri tome ništa ne izgubi na komforu i ugodnosti.

- Zadovoljenje preostalih energetski potreba obnovljivim izvorima energije

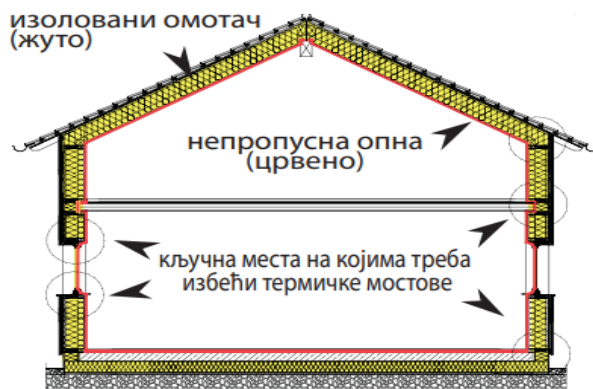
Ekonomični solarni termički sistemi mogu pokriti 40-60% od svih potreba za toplotom niske temperature pasivne kuće. Preostala potreba za energijom (za zagrevanje prostorija, pripremu tople vode i potrebna električna energija u domaćinstvu), budući da je značajno umanjena, može se u potpunosti zadovoljiti iz obnovljivih izvora energije. To je ono što čini pasivnu kuću potpuno primarno energetski i klimatski neutralnom.

Sunce je najveći izvor obnovljive energije i ta energija se može upotrebiti pomoću dve vrste solarnih kolektora:

1. Kolektori koji sunčevu energiju pretvaraju u električnu (fotonaponska konverzija)
2. Kolektori koji je pretvaraju u toplotnu energiju (toplotna konverzija)

- Izolacija

Najvažniji princip pasivne kuće je izolacija koja je postavljena kontinualno oko omotača zgrade bez termičkog mosta (slika 2). U pasivnoj kući cela opna zgrade ima odličnu termičku izolaciju. Omotač sadrži sve delove konstrukcije, koji odvajaju unutrašnju klimu od spoljašnje.



Slika 2. Izolacija – pasivna kuća

- Grejanje samo svežim vazduhom

Koristi se tzv. klasična kompaktna jedinica: svi uređaji zgrade su napravljeni u jednom prikladnom aparatu (grejanje, ventilacija i priprema tople vode). Sve je koncentrisano oko vazduha: vazduh je medijum koji prenosi toplotu (na strani za snabdevanje), vazduh je medijum koji prenosi toplotu (na strani za ubacivanje), izvor toplote za toplotnu pumpu (na strani za izbacivanje). Naravno, u toplim klimatima, korišćenjem ove opreme vazduh se može hladiti i sušiti. Važno je napomenuti da se za grejanje/hlađenje koristi samo svež vazduh potreban za obezbeđenje kvaliteta unutrašnjeg vazduha i da nema nikakve recirkulacije iskorišćenog vazduha. To je bitna razlika u odnosu na druge sisteme (npr. Split sisteme) koji se široko koriste u SAD. Oni koriste iskorišćeni vazduh za recirkulaciju.

- Ideja 1

Korišćenje ubacivanja svežeg vazduha potrebnog za kvalitet unutrašnjeg vazduha, za grejanje zgrade.

- Ideja 2

Grejanje ostatkom energije istrošenog vazduha (kompakt jedinica sa toplotnom pumpom).

- Ideja 3

Grejanje uz korišćenje biomase (kompaktne jedinice na pelete).

- Ideja 4

Grejanje kondenzovanim jedinicama (kompakt jedinice koje koriste prirodan gas).

3. PROCENA STANJA ZGRADE

3.1. Tehnički opis

Objekat upravne zgrade poslovnog kompleksa Vega d.o.o. projektovan je i izveden kao slobodno-stojeći, spratnosti Pr+Sp (Pr-prizemlje, Sp-sprat), na katastarskoj parceli broj 1990 KO u Valjevu (slika 3). Objekat je postavljen na teren u skladu sa postojećim urbanističko tehničkim uslovima, uz poštovanje povoljne orijentacije u odnosu na funkcionalno rešenje. Sa izgradnjom objekta započeto je 1979 godine.

Namena objekta jeste poslovni objekat, za administrativne i poslovne svrhe.

Objekat je upravna zgrada u okviru poslovnog kompleksa, koga čine 8 objekata. Konstruktivno, objekat je rešen sa punim nosećim zidovima debljine 25cm i sa vertikalnim armirano betonskim nosećim stubovima. Međuspratna konstrukcija je od monzažnih TM-3 tavanica.



Slika 3. Objekat upravne zgrade

3.2 Procena stanja objekta

Radi procene stanja objekta, obavljen je vizuelni pregled svih dostupnih delova i elemenata predmetne konstrukcije sa spoljašnje i unutrašnje strane. Pregledom je utvrđeno da se od glavnog projekta nije odstupalo. U pojedinim prostorijama objekta je vremenom promenjena namena čime se nije uticalo ni na konstrukciju objekta, ni na njenu završnu obradu. Urađen je detaljan vizuelni pregled, čime je obuhvaćeno snimanje veličine i položaja oštećenja i sve zabeleženo fotografijama.

Vizuelnim pregledom ustanovljeno je da je objekat u lošem stanju sa aspekta trajnosti, gledano sa unutrašnje i spoljašnje strane. Najveća oštećenja uočena sa na unutrašnjim stranama zidova i to na mestima odvoda atmosferilija sa krovne konstrukcije (slika 4). Oštećenja slojeva krovne konstrukcije i neodržavanje odlučnih instalacija predstavljaju glavne uzroke oštećenja na unutrašnjim stranama zidova.



Slika 4. Oštećenja na unutrašnjoj strani zida

3.3. Zaključak

Na osnovu obavljenog vizuelnog pregleda i analize veličine i inteziteta uočenih defekata i oštećenja, zaključeno je da nisu ugroženi stabilnost i nosivost noseće konstrukcije, a da je funkcionalnost objekta delimično narušena. Trajnost objekta je smanjena.

Objekat danas zadovoljava kriterijume nosivosti i stabilnosti, ali u budućem periodu oštećenja na objektu bi mogla to ugroziti, ukoliko se ne preduzmu odgovarajuće mere zaštite.

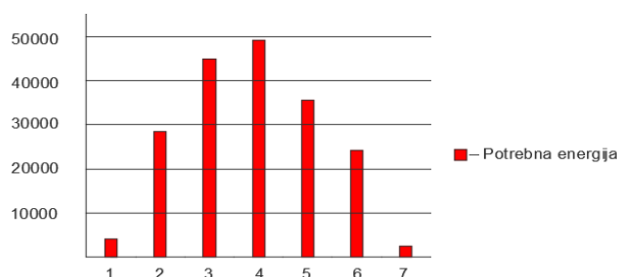
4. ELABORAT ENERGETSKE EFIKASNOSTI

4.1. Građevinska fizika

Pri proračunu energetske efikasnosti urađen je kompletan proračun prolaza toplote kroz građevinske elemente koji čine termički omotač zgrade, proračun difuzije vodene pare, proračun gubitaka i dobitaka toplote, i na kraju proračun godišnje potrebne finalne energije za grejanje.

Prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima (slika 5). Ukupna godišnja potrebna energija za grejanje je 188814kWh/a, dok je specifična potrebna godišnja energija 200.16kWh/m²a. 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.

POTREBNA ENERGIJA PO MESECIMA



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

5. MERE ZA UNAPREĐENJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI

U cilju poboljšanja energetske potreba i svojstava zgrade predviđena je sledeća sanacija:

- Zamena produžnog maltera spoljašnjih zidova sa građevinskim lepkom i mrežicom, kamenom vunom i pigmentnim fasadnim malterom.
- Dogradnja zelenog ekstenzivnog ravnog krova
- Zamena prozora i vrata bez termoizolacionog stakla sa jednostrukim staklom, i postavljanjem niskoemisionog stakla 4-12-4mm (Xe) i metalnog okvira na svim prozorima i vratima.

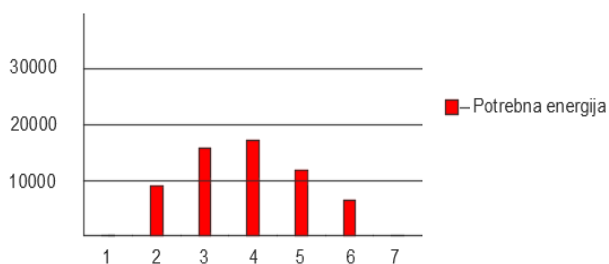
Debljina sloja kamene vune, određena je iz uslova zadovoljenja maksimalnog dozvoljenog koeficijenta prolaza toplote.

Prikazan je dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima nakon energetske sanacije (slika 6).

Nakon uvođenja predloženih mera za termičku sanaciju i ponovnog proračuna energetske efikasnosti, potreba za energijom na godišnjem nivou sa značajno smanjila. Energetski razred se popravio i sada objekat pripada C

razredu. Objekat sada zadovoljava uslove po pitanju energetske efikasnosti u skladu sa Pravilnikom o energetske efikasnosti (Sl. glasnik RS br.061/2011).

POTREBNA ENERGIJA PO MESECIMA



Slika 6. Dijagram potrebne energije u kWh za grejanje po mesecima nakon izvršene sanacije

6. MERE SANACIJE RADI PRODUŽENJA TRAJNOSTI OBJEKTA

Nakon detaljne procene stanja, u okviru rekonstrukcije objekta predviđene su sledeće mere sanacije:

1. Sanacija zidova

- Zamena starog trošnog maltera sa svih površina spoljašnjih zidova i sa određenog dela površina unutrašnjih zidova
- Zamena pranog kulira oko celog objekta
- Obijanje i zamena zidnih keramičkih pločica u WC
- Sanacija oštećenja oko prozora usled lošeg ugrađivanja
- Sanacija lokalnih mehaničkih oštećenja
- Izrada kontaktne fasade sistema ETICS termoizolacije

2. Sanacija međuspratne i podne ploče

- Sanacija mehaničkih oštećenja
- Sanacija podne podloge vinaz ploča
- Demontaža i sanacija granitnih ploča u ulaznom holu i na stepenicama

3. Sanacija stubova

- Zamena starog trošnog maltera kako sa svih površina spoljašnjih tako i sa svih površina unutrašnjih delova stubova

- Injektiranje pukotina

4. Sanacija krovne konstrukcije

- Skidanje svih slojeva ravnog krova do AB i postavljanje slojeva ekstenzivnog zelenog krova
- Sanacija atike
- Skidanje oštećenje hidroizolacije atike i postavljanje nove koja će biti povezana sa HI ravnog krova

5. Sanacija stolarije

6. Sanacija limarije

- Demontaža i postavljanje novih čeličnih stepenica za izlazak na krovnu konstrukciju

8. Sanacija ulaznog stepeništa

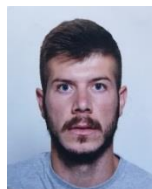
- Izvođenje parapetnih daski ispod prozora sa unutrašnje strane objekta

10. Sanacija svih instalacija (elektro, vodovodnih...)

7. LITERATURA

- [1] Inženjerska komora Srbije: Pravilnik o energetske 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: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [4] Malešev M., Radonjanin V.: Materijali u građevinarstvu, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] Inženjerska komora Srbije: Predavanja za obuku o energetske efikasnosti zgrada, Beograd, 2012.
- [6] „Službeni glasnik Republike Srbije“ broj 71/94
- [7] <https://www.knaufinsulation.rs/proizvodi> - Podaci o kamenoj mineralnoj vuni
- [8] Građevinska direkcija Srbije – “Pasivne kuće”

Kratka biografija:



Uroš Tomić rođen je u Valjevu, 1995. godine. Osnovne akademske studije završio je na fakultetu tehničkih nauka 2019. godine, iz oblasti građevinarstvo – konstruktivni smer. Diplomski rad radio je iz predmeta Metalne konstrukcije. Master akademske studije smer – konstrukcije upisao je iste godine. Master rad iz oblasti Sanacija betonskih konstrukcija odradio je i odbranio u 2020. godini.