

# URBANISTIČKI PARAMETRI POTREBNI ZA PROJEKTOVANJE SOLARNIH PASIVNIH SISTEMA

*Jasmina Radosavljević, Tomislav Pavlović<sup>1</sup>*

*Ključne reči: urbanistički parametri, pasivan zahvat sunčevog zračenja, Trombov zid*

## SAŽETAK:

Mogućnost za primenu solarne energije na arhitektonskim objektima obezbeđuje se na nivou njihovog urbanističkog projektovanja.

U radu je pažnja posvećena urbanističkim parametrima koji su značajni za solarnu arhitekturu. Dati su rezultati teorijskog istraživanja termodinamičkog ponašanja solarne stambene zgrade sa Trombovim zidom bez ventusnih otvora. Prikazani su dijagrami unutrašnjih temperatura vazduha toplotno izolovanog stambenog objekta sa Trombovim zidom bez ventusnih otvora od opeke i betona debljine 20 cm i 45 cm za tri različite orijentacije objekta. Rezultati su pokazali da se primenom Trombovog zida bez ventusnih otvora kod individualnih stambenih objekata južne orijentacije može dnevno uštedeti 68% energije za zagrevanje objekta.

## 1. UVOD

Urbanističkim planiranjem potrebno je omogućiti očuvanje prirodnih uslova, stvaranje zdrave urbane klime i uslova za uštedu energije. Projektovanje pasivnih solarnih objekata zahteva poznavanje lokalnih klimatskih uslova i načina na koji klima utiče na toplotne uslove u objektu. U solarnoj arhitekturi najznačajniji klimatski parametri su: sunčevo zračenje, temperatura i vlažnost vazduha, vetar, magla, padavine, itd.

Topografija terena utiče na: formiranje mikroklimе lokacije, pravac i brzinu vetra, raspodelu temperature koja se menja u zavisnosti od nagiba terena, organizaciju urbanističkog plana solarnih naselja i njihovu gustinu izgradnje.

Na urbanističkom nivou potrebno je definisati međusobni položaj pasivnih solarnih objekata, zaštitne pojaseve zelenila i njihovu orijentaciju, kako bi se povećala energetska efikasnost primenjenog pasivnog sistema na datom objektu.

---

<sup>1</sup> Dr Jasmina Radosavljević, docent, Fakultet zaštite na radu, 18000 Niš. E-mail: jasminar@znrak.znrak.ni.ac.yu  
Dr Tomislav Pavlović, redovni profesor, Prirodnomatemički fakultet, Niš. E-mail: pavlovic@pmf.ni.ac.yu

## 2. ORIJENTACIJA SOLARNIH STAMBENIH OBJEKATA

U urbanističkom planiranju izbor optimalne orijentacije objekta predstavlja bitan faktor za racionalno korišćenje energije Sunca. Osnovni ciljevi optimalne orijentacije solarnih stambenih objekata su postizanje maksimalne akumulacije sunčevog zračenja u toku zime i svođenje na minimum pregrevanje solarnog objekta u toku leta. Da bi se ovo postiglo potrebno je u fazi urbanističkog planiranja:

- postaviti većinu ulica u pravcu istok – zapad, da bi što više objekata svojom dužom stranom bilo orijentisano ka jugu. Moguća su odstupanja objekta od 20° prema istoku i 30° prema zapadu. Za navedena odstupanja objekat će primiti do 10 % manje energije sunčevog zračenja od energije koju bi primio da je orijentisan strogo prema jugu ,
- duž ulice koja je orijentisana istok - zapad postaviti objekte sa obe strane ulice sa dovoljnim razmakom, tako da objekti sa južne strane ulice ne ometaju osunčanje onih sa severne strane. Ovo je naročito značajno zimi kada je Sunce nisko u odnosu na horizont,
- parcele postaviti pod uglom tako da je glavna fasada okrenuta ka jugu ili jugoistoku,
- zgrade orijentisati u okviru ugla od  $\pm 30^\circ$  prema jugu ,
- planirati uređenje zemljišta zelenilom tako da zimi ne zaklanja Sunce, a obezbeđuje senku leti,
- projektovati objekte sa različitim pasivnim i aktivnim solarnim sistemima (Trombov zid, aktivan masivan zid, staklena veranda, kolektori, solarne čelije, itd.),
- širina ulica treba da je tako dimenzionisana da omogući punu insolaciju objekata. Širina ulice treba da iznosi oko 1,5 puta visine objekata koji se nalaze na njoj.

Da bi se odredila najpovoljnija orijentacija objekta, u datim klimatskim uslovima, potrebno je za svaku fasadu izračunati mesečne količine ukupnog sunčevog zračenja. Pravilnom orijentacijom i odgovarajućim međusobnim rastojanjem objekata postiže se povoljna osunčanost objekata u okviru istih klimatskih uslova .

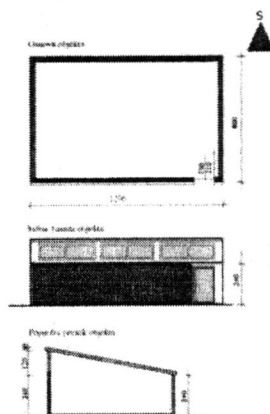
## 3. OBJEKAT SA TROMBOVIM ZIDOM BEZ VENTUSNIH OTVORA

Za solarni objekat sa direktnim sistemom i Trombovim zidom bez ventusnih otvora za zahvatanje sunčevog zračenja kada se objekat ne dogreva (*kombinovani pasivni sistemom*, sl.1.), koji se nalazi u Nišu ( $L = 43^\circ$ ), i  $\psi = 0^\circ, \pm 80^\circ$ , izračunate su temperature prostorije toplotno izolovanog objekta za Trombov zid bez ventusnih otvora od opeke i betona debljine 20 cm i 45 cm. Temperature prostorije su izračunate korišćenjem originalnog matematičkog modela [2].

Površina osnove objekta prikazanog na sici 1. je  $96 \text{ m}^2$  ( $8,00 \text{ m} \times 12,00 \text{ m}$ ). Visina severne fasade iznosi 2,40 m a površina  $28,80 \text{ m}^2$ . Južna fasada je visine 3,60 m, površine (sa otvorima)  $43,20 \text{ m}^2$ . Zapadna i istočna fasada imaju istu površinu,  $A_z = A_l = 24,00 \text{ m}^2$ . Površina kosog krova objekta je  $97,20 \text{ m}^2$ .

Na južnoj fasadi objekta nalazi se Trombov zid sa dvostrukim staklenim transparentom, koeficijentom apsorpcije sunčevog zračenja  $\alpha_w = 0,80$ , koeficijentom transmisije staklenih transparentata  $\tau_w = 0,70$ , i solarnim krovnim prozorima. Površina

Trombovog zida je  $A_{T.Z} = 22,00 \text{ m}^2$ , a solarnih prozora  $A_p = 8,16 \text{ m}^2$ . Razmak između zida i transparentata je  $b = 0,10 \text{ m}$ . Brzina kretanja spoljnog vazduha je  $2,5 \text{ [m/sec]}$ . U toku noći, u zimskom periodu, postavlja se termoizolacija u vidu drvenih kapaka. Debljina izolacije je  $d_{izol.} = 0,01 \text{ m}$  i  $\lambda_{izol.} = 0,210 \text{ [W/mK]}$ .



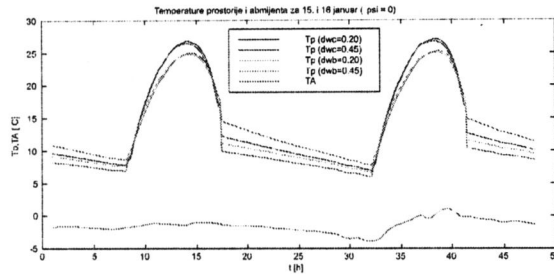
Slika 1. Solarni objekat sa Trombovim zidom i prozorima za direktan zahvat sunčevog zračenja: osnova, presek i južna fasada objekta

Sastav građevinskih konstrukcija toplotno izolovanog pasivnog solarnog stambenog objekta prikazanog na slici 1. je: **konstrukcija spoljašnjeg izolovanog zida:** puna opeka, mineralna vuna, fasadna opeka, **konstrukcija izolovanog poda na tlu:** parket, rabić cementna košuljica, armirani beton, PVC folija, vunizol, cementna košuljica, višeslojna bitumenska hidroizolacija, armirani beton, nabijen šljunak, **konstrukcija izolovanog kosog krova:** krečni malter, armirano betonske ploče, parna brana, Vunizol MP, provetreni sloj vazduha, crep.

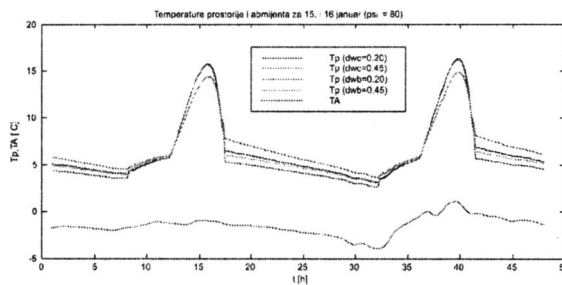
#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Dijagram unutrašnjih temperatura vazduha toplotno izolovanog stambenog objekta sa kombinovanim sistemom (direktni sistem i Trombov zid bez ventusnih otvora) za zahvatanje sunčevog zračenja prikazan je na slikama 2, 3 i 4. Unutrašnje temperature vazduha analizirane su u toku vremenskog ciklusa od 24 sata (15. januar, Niš). Najpovoljnija varijanta razmatranog kombinovanog sistema (direktan zahvat sunčevog zračenja plus Trombov zid bez ventusnih otvora), određena je na osnovu poređenja dobijenih unutrašnjih temperatura vazduha u prostoriji objekta orijentacije  $\psi = 0^\circ, \pm 80^\circ$ .

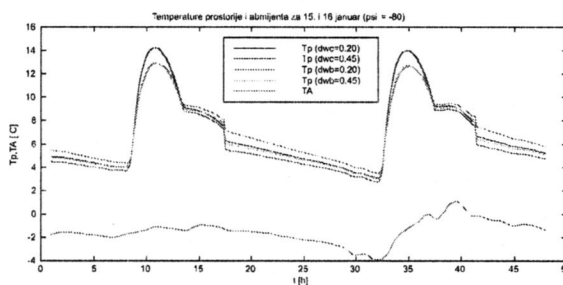
### Temperature u prostoriji toplotno izolovanog objekta sa kombinovanim sistemom



Slika 2. Temperature prostorija za  $\psi = 0^\circ$ ; ( $d_{wc}$  – zid od cigle,  $d_{wb}$  – zid od betona)



Slika 3. Temperature prostorija za  $\psi = +80^\circ$ ; ( $d_{wc}$  – zid od cigle,  $d_{wb}$  – zid od betona)



Slika 4. Temperature prostorija za  $\psi = -80^\circ$ ; ( $d_{wc}$  – zid od cigle,  $d_{wb}$  – zid od betona)

Rezultati istraživanja su pokazali da je:

- najpovoljnija orijentacija objekta prema jugu, a zatim njegova orijentacija prema istoku jer sunčevi zraci pre dopjevaju na istočnu nego na zapadnu fasadu objekta,
- temperatura prostorije, u toku vremenskog ciklusa (24 sata), sa tanjim Trombovim zidom od betona ili opeke (20 cm), više su od temperatura u prostoriji sa debljim

zidom od betona ili opeke (45 cm). Kod tanjeg zida omogućen je brži prenos toplote od njegove apsorbujuće površine do grejane prostorije i intenzivnije toplotno opterećenje prostorije. Zbog toga su i unutrašnje temperature prostorije sa Trombovim zidom od opeke ili betona debljine 20 cm, po prestanku osunčavanja zida, više od temperatura prostorija kod kojih je Trombov zid debljine 45 cm,

- kod zida veće debljine (45 cm), koji ima veću toplotnu inerciju, značajan deo toplote sunčevog zračenja se apsorbuje u materijalu zida. Akumulirana toplota se, zavisno od konstruktivnog tipa masivnog zida, predaje grejanoj prostoriji po prestanku delovanja sunčevog zračenja. Kod debljeg zida je omogućena veća akumulacija sunčevog zračenja ali i duže vremensko kašnjenje predaje toplote grejanoj prostoriji, što za posledicu ima manje toplotno opterećenje prostorije (niže temperature prostorije kad Sunce zađe),
- u toku dana, kod toplotno izolovanog objekta sa Trombovim zidom bez ventusnih otvora (za sve konstruktivne varijante), toplota koja se prenosi prostoriji podiže temperaturu vazduha u grejanoj prostoriji preko neophodnog nivoa  $T_{PR} = + 22^{\circ}\text{C}$  (usvojena projektna temperatura prostorije),
- od svih razmatranih konstruktivnih varijanti Trombovog zida bez ventusnih otvora *najbolja je konstrukcija Trombovog zida od betona debljine 20 cm.*

Za sve razmatrane varijante kombinovanog sistema (direktni sistem i Trombov zid bez ventusnih otvora) izračunat je udeo sunčeve energije (USE) u grejanju toplotno izolovanog objekta koji se dodatno ne zagreva. Posmatran je vremenski ciklus od 24 sata (15. januar). USE je izračunat za date orijentacije objekta. U tabeli 1. date su vrednosti izračunatog USE za različite debljine Trombovog zida od betona i opeke.

**Tabela 3.** USE za kombinovani sistem: direktni sistem i Trombov zid bez ventusnih otvora

Orijentacija objekta $\psi$ [°]	Konstruktivna varijanta Trombovog zida bez ventusnih otvora (izolovan objekat)			
	beton 20 cm	cigla 20 cm	beton 45 cm	cigla 45 cm
	USE [%]	USE [%]	USE [%]	USE [%]
0	68,54	66,43	60,04	61,86
+ 80	38,79	37,88	35,36	35,30
- 80	36,67	34,41	32,54	31,88

Iz tabele 1. sledi da se najveći USE postiže kod toplotno izolovanog objekta sa Trombovim zidom bez ventusnih otvora od betona debljine 20 cm južne orijentacije [2,3].

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata iznetih u ovom radu može se zaključiti:

- da energetska samostalan individualan stambeni objekat, toplotno izolovan i južno orijentisan, obezbeđuje prema sprovedenim istraživanjima do 68% toplotne energije za grejanje objekta (npr. kod sistema sa Trombovim zidom od betona debljine 20 cm bez ventusnih otvora). Pošto dostignuti energetska nivo ne zadovoljava u potpunosti uslove komforosti, potrebno je iz istih razloga obezbediti dodatno zagrevanje objekta.
- upravljanjem tokovima energije u samom objektu (usmeravanje raspoložive toplote od sunčevog zračenja u severno orijentisane prostorije objekta) može se ostvariti znatno veći procenat u energetska samostalnosti objekta.

## LITERATURA

- [1] T. Pavlović, B. Čabrić: *Fizika i tehnika solarne energetike*, Građevinska knjiga, Beograd 1999.
- [2] J. Radosavljević: *Matematički model energetska samostalnog individualnog stambenog solarnog objekta*, Doktorska disertacija, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin 2002.
- [3] J. Radosavljević: *Energetska autonomni objekti*, MODUL, Pančevo, 2002.
- [4] M. Lambić: *Solarni zidovi*, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin 1999.
- [5] J. Radosavljević, T. Pavlović: *Uticao konstrukcije nadstrešnice na termičke karakteristike stambenog objekta*, 30 KGH, Beograd 1999.
- [6] T. Pavlović, J. Radosavljević, A. Đorđević, D. Popović, Z. Kocić, J. Stojanović: *Značaj i uloga solarne energetike u rešavanju energetska problema naše zemlje posle agresije NATO pakta*, ENYU 2000, Zlatibor.
- [7] J. Radosavljević, et al: *Uticao pasivnog zahvata sunčevog zračenja na smanjenje emisije zagađujućih supstanci*, Savetovanje iz Biofizike sa međunarodnim učesćem, Banja Luka 2001.

## THE PARAMETERS OF URBANISM IN SOLAR PASSIVE SYSTEM PLANNING

### ABSTRACT:

The paper examines the parameters of urbanism that are significant for solar architecture. The results are presented of theoretical research into thermodynamic behaviour of a solar residential object with the Tromb's wall without ventus wholes. The diagrams are presented that show the inner air temperatures of a thermally isolated residential object of three different orientations, with no ventus wholes and with a 20 cm and 45 cm thick Tromb's wall made of brick and concrete. The results have shown that the application of the Tromb's wall without ventus wholes allows for a 68 % daily save of energy in individual residential objects turned to the south.