

DINAMIKA ARHITEKTONSKE FORME U KONTEKSTU ENERGETSKOG BILANSA

*Dušan Lazarevski **

Ključne riječi: *energija, energetska racionalnost, dinamika forme arhitektonskog objekta-zgrade, fizika zgrade, klima, kriptoklima, insolacija-Sunčeva radijacija, toplotna zaštita.*

SAŽETAK:

Dinamika forme arhitektonskog objekta odnosno površina osnove objekta, horizontalni plan masa, i površina omotača objekta, vertikalni plan masa, direktno su uzajamno zavisni od geometrijskog oblika arhitektonskog objekta tj. faktora oblika (odnos površine i zapremine objekta). Površina omotača objekta mjerodavna je za određivanje količine građevinskog i izolacionog materijala, termoenergetskog stanja sistema arhitektonskog objekta i potrošnje energije za grijanje objekta. Samo kompromisno rješenje može dati adekvatan odgovor formi, funkciji, konstrukciji, tehnologiji gradjenja, racionalnoj potrošnji energije, ugodnosti prostora, efikasnom i ekonomičnom održavanju u eksploataciji i "arhitektonsku patologiju" svesti na najmanju moguću mjeru.

1. UVOD

Današnja civilizacija, na pragu trećeg milenijuma, ulazi sa velikim i ozbiljnim globalnim problemima koji se ogledaju: a) u broju stanovnika, demografskoj eksploziji; b) u iscrpljivanju energetske i mineralne izvorima; c) u globalnom problemu klime. Kraj devetnaestog i početak dvadesetog vijeka, koga karakteriše brz razvoj industrije i urbanizacije, potisnuli su i do tada skroman značaj klime, uslova sredine, u planiranju razvoja gradova i objekata.

* Mr Dušan Lazarevski, dipl. ing arh., asistent,
Univerzitet Crne Gore, Gradjevinski fakultet u Podgorici,
Cetinjski put bb, 81000 Podgorica

Razvojem novih tehnologija mijenjaju se principi prostornog i urbanističkog planiranja, sistemi gradjenja, a sa njima i mogućnost izbora građevinskog materijala. U arhitekturi se obraća pažnja na formu i isticanje primijenjenih građevinskih materijala, pri čemu se zanemaruje neposredan uticaj klimatskih elemenata. Ostvarenje "toplotnog komfora" rješava se savremenim tehnološki usavršenim "energetskim sistemima" koji koriste prirodne energetske resurse kao pogonsku snagu i tako neracionalno troše energiju. Kako se energija nije pojavljivala ni kao ograničavajući faktor prirodnih potencijala, a ni kao ograničenje ekonomskog razvoja društva, tako se energija nije pojavljivala ni kao ograničavajući faktor u planiranju i razvoju gradova, urbanizmu i arhitekturi.

Kompleksno sagledavanje ovog problema sigurno da traži svoje mjesto kako u urbanističkom tako i u arhitektonskom projektovanju.

Kada se govori o toplotnoj zaštiti objekta, on se posmatra prije svega sa aspekta zaštite čovjeka od neželjenih klimatskih uticaja. Stoga su klimatski uslovi na lokaciji objekta oduvijek uticali na oblik i koncepciju arhitektonskog objekta. Upravo je i prvi cilj toplotne zaštite objekta da se na svim nivoima od prostornog planiranja do urbanističkog i arhitektonskog projektovanja i izvodjenja, obezbijedi njegova dobra kriptoklima. Drugi cilj toplotne zaštite objekta je minimiziranje specifičnih toplotnih gubitaka u objektu i maksimalno iskorišćenje dobitaka od Sunčeve energije. Treći cilj je zaštita elemenata i konstrukcija objekta od oštećenja fizikalnog porijekla koja nastaju u vremenu eksploatacije arhitektonskog objekta (termički rad, kondenzacija vodene pare i sl.).

2. TOPLOTNA ZAŠTITA U PLANIRANJU I PROJEKTOVANJU ARHITEKTONSKIH OBJEKATA

Pod toplotnom zaštitom podrazumijeva se smanjenje prolaza toplote iz zgrade u okolinu, kao i između prostorija sa različitim temperaturama, čime se direktno utiče na smanjenje ukupne potrošnje energije u objektu i postizanje takve kriptoklime (klima zatvorenog prostora), koja obezbjeđuje zdrav i ugodan boravak i rad ljudi u njoj [2].

Toplotna zaštita podrazumijeva planiranje, projektovanje i izgradnju termičko-energetski racionalnog objekta što se postiže adekvatnim izborom faktora toplotne zaštite. Ti faktori su: forma arhitektonskog objekta, faktor oblika, srednji koeficijent prolaza toplote, osunčanje objekta, ostakljene površine, orijentacija prema stranama svijeta i upotrebljeni građevinski i izolacioni materijali.

Još i danas ima projekatana koji smatraju da se toplotna izolacija može "naknadno nakalemiti" na isprojektovan objekat. Prilikom projektovanja malo se vodi računa o energetskim aspektima zgrade, a arhitekta je najčešće veliki "kreativni" potrošač energije. Radi toga već je u fazi planiranja neophodno provesti istraživanja koja se usmjeravaju prema značaju klimatskih elemenata, odnosno njihovom najznačajnijem elementu insolaciji, radijaciji Sunčeve energije. Osnovni principi koje

moraju poštovati urbanistički planovi i rješenja, kako bi se stvorili preduslovi za pravilno arhitektonsko projektovanje, treba da podju od zgrade kao pasivnog sistema, kada arhitektonski objekat na različite načine zahvata, skladišti i distribuira energiju.

Osnovni principi korišćenja Sunčeve energije moraju biti zastupljeni u:

- prostornom planiranju: razmještajem sadržaja i odnosom izgradjenih i neizgradjenih površina u prostoru;
- urbanističkom projektovanju: razmještajem, orijentacijom, tipologijom i geometrijom zgrada; i
- arhitektonskom projektovanju: izborom forme objekta, faktora oblika, konstrukcija, arhitektonskih elemenata i materijala, energetski racionalnih sistema i njihovih tehničkih rješenja.

3. MJESTO I ZNAČAJ FAKTORA OBLIKA U UKUPNIM SPECIFIČNIM TOPLOTNIM GUBICIMA ARHITEKTONSKOG OBJEKTA

Toplotna karakteristika zgrada uglavnom zavisi od ukupnih specifičnih toplotnih gubitaka koji nastaju provodjenjem, transmisijom toplote i izmjenom, ventilacijom vazduha [4,6].

Kod stacionarnog provodjenja toplote, ukupni specifični toplotni gubici zgrade mogu se predstaviti izrazom (1):

$$Q_g = \Phi_{VT} + \Phi_{VV} \quad (W/m^3) \quad (1)$$

gdje je:

$$Q_g = \Phi_V$$

$$\Phi_{VT} = A k_m (t_i - t_e)$$

$$\Phi_{VV} = 1/3 V n (t_i - t_e)$$

$$\Phi_V / V (t_i - t_e) = A k_m / V + n/3 \quad (2)$$

gdje je:

Φ_V	- ukupni specifični toplotni gubitak zgrade	(W/m^3)
Φ_{VT}	- toplotni gubitak transmisijom	(W/m^3)
Φ_{VV}	- toplotni gubitak ventilacijom	(W/m^3)
A	- površina arhitektonskog objekta kroz koju se gubi toplota	(m^2)
k_m	- srednji koeficijent prolaza toplote	(W/m^2K)
V	- zapremina arhitektonskog objekta	(m^3)
n	- broj izmjena vazduha	(h^{-1})
$(t_i - t_e)$	- razlika temperature unutrašnjeg i vanjskog vazduha	$(^{\circ}C)$

Promjenljive koje utiču na toplotne gubitke prema (2) su:

- A/V - odnos površine i zapremine, faktor oblika arhitektonskog objekta (f_0) (m^{-1})
 Ak_m - proizvod površine omotača objekta i srednjeg koeficijenta prolaza toplote (W/K)
 $Vn/3$ - zapremina vazduha koju treba grijati (m^3/h)
 $(t_i - t_e)$ - razlika temperature unutrašnjeg i vanjskog vazduha ($^{\circ}C$)

Analizom izraza (2) može se zaključiti:

- a) ako je : $Ak_m/V < n/3$
 - tada su gubici toplote provodjenjem manji od gubitaka toplote ventilacijom;
- b) ako je: $Ak_m/V = n/3$
 -tada su gubici toplote provodjenjem jednaki gubicima toplote ventilacijom i
- c) ako je: $Ak_m/V > n/3$
 - tada su gubici toplote provodjenjem veći od gubitaka toplote ventilacijom.

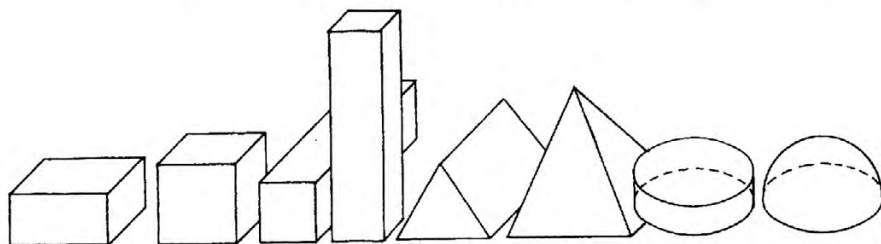
Na promjenljive vrijednosti arhitekta može da utiče: geometrijskim oblikom, formom objekta, dispozicionim rješenjem, horizontalnim planom masa, odnosom punih i ostakljenih površina i njihovom ukupnom površinom u odnosu na cjelokupan objekat, orijentacijom prema stranama svijeta i izborom građevinskog materijala, vrstom stakla i izolacionih materijala i njima pripadajućih koeficijenata prolaza toplote i ventilacijom.

4. UTICAJ FORME ARHITEKTONSKOG OBJEKTA NA FAKTOR OBLIKA

Forma objekta, odnosno grupe objekata, jedna je od osnovnih karakteristika arhitekture i urbanizma. Ona je zavisna od velikog broja faktora među kojima su: funkcija, konstrukcija, oblikovni arhitektonski koncept objekta, odnos prema nasljedju i okolini, oblikovni urbanistički koncept itd.

Transmisioni gubici toplote u direktnoj su vezi sa različitim oblicima, zapreminom i površinom omotača arhitektonskog objekta, te pri projekovanju treba uzeti u obzir sljedeće [3]:

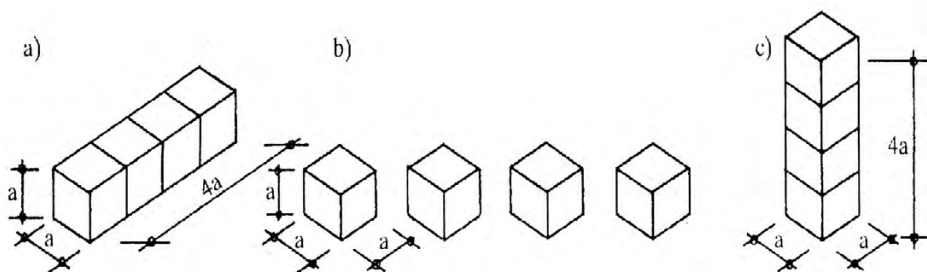
a) toplotni gubici proporcionalni su površini omotača kod tijela različitog oblika ako su im jednake zapremine i srednji koeficijent prolaza toplote " k_m " (Slika 1.)



A (%)	100	95	113	113	111	109	94	96
Φ_{VT} (%)	100	96	113	117	111	107	94	89

Slika 1. Geometrijska tijela ili stereometrijske elementarne forme različitih površina i jednakih zapremina

b) kod geometrijskih tijela istih zapremina a različitih površina omotača gubitak toplote je manji ukoliko je manja odavajuća površina, i obrnuto. (Slika 2)



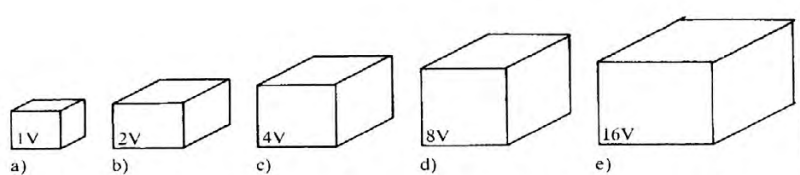
$$\begin{aligned} \text{a) } A &= 18 a^2 \\ V &= 4 a^3 \\ A/V &= 4.5/a \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } A &= 24 a^2 \\ V &= 4 a^3 \\ A/V &= 6/a \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } A &= 18 a^2 \\ V &= 4 a^3 \\ A/V &= 4.5/a \end{aligned}$$

Slika 2. Zavisnost toplotnih gubitaka od površine omotača

c) kod jednakih oblika, a povećane zapremine, toplotni gubici ne rastu proporcionalno zapremini. (Slika 3.)



- 1) a) $\Phi_{VT} = 100 \% / V$ b) $1.6 \Phi_{VT} = 80 \% / V$ c) $2.5 \Phi_{VT} = 62.5 \% / V$
 d) $4 \Phi_{VT} = 50 \% / V$ e) $5 \Phi_{VT} = 31 \% / V$

Slika 3. Zavisnost toplotnih gubitaka od zapremine tijela

Od svih geometrijskih tijela, dakle, najpovoljniji, odnosno najmanji, odnos površine i zapremine ima lopta, odnosno polulopta.

Poslije lopte, odnosno polulopte, najmanji faktor oblika ili najpovoljniji odnos površine i zapremine ima kocka pa se svi ostali geometrijski oblici porede sa njom.

5. ZAKLJUČAK

Pri svim fazama urbanističkog planiranja i projektovanja i arhitektonskog projektovanja utvrđuju se faktori od kojih zavisi efikasnost toplotne zaštite objekta. To podrazumijeva, prije svega, izbor takve forme arhitektonskog objekta koja zadovoljava klimatske, energetske i druge zahtjeve fizike zgrade. Primjenom ciljeva toplotne zaštite omogućava se povoljna kriptoklima u objektu odgovarajućim konstrukcijama i njihovim materijalima, kao i racionalnost s aspekta trošenja energije.

Da bi se planirala, projektovala i realizovala termičko-energetski racionalna zgrada, odnosno arhitektonski objekat, neophodno je izabrati takvo rješenje koje je sinteza adekvatne forme objekta, vrste arhitektonskog objekta, adekvatnih termičkih performansi odabranih materijala i izolacija u konstrukcijama, sistema grijanja koji mora da odgovara zahtjevu korištenja raspoložive vrste energije, klimatskim zahtjevima sredine i kriptoklimi objekta. Pri tome su opredjeljujući faktori: faktor oblika i koeficijent prolaza toplote.

LITERATURA

- [1] N.Bogoslovskij: "Straiteljnjaja teplofizika", Moskva, 1982.
- [2] P.O.Fanger: "Thermal comfort", *Book Company*, New York, 1973.
- [3] Č Krusche, Althaus, Gabriel: "Okologisches gbauen", *Bauverla*, Wiesbaden - Berlin, 1982.
- [4] M.Matić: "Energija i arhitektura", *Školska knjiga*, Zagreb, 1988.
- [5] F. Wenzler: "Metodski pristup rješavanju problema energije kroz urbanističke i prostorne planove", *Savjetovanje Toplotna energija i zgradarstvo*, Beograd, 1981.

[6] Zbirka jugoslovenskih standarda za gradjevinsku fiziku , NIU Sl. list SFRJ,1989.

MODIFICATION OF THE ARCHITECTURAL FORM IN CONSIDERATION OF ENERGY BALANCE

ABSTRACT:

Modification of architectural form relatively to the plan area of architectural building, horizontal plan of masses and the area of building shield, vertical plan of masses are directly dependant on geometric shape of architectural building, i.e. form factor - function (relation between the area and volume of building).

The shield area of building is competent for determination of quantity of construction and insulation material, state of thermal power system in architectural building and consumption of energy used for heating of building .

Only compromised solution can give adequate answer to form, function, structure, method of construction, rational consumption of energy, comfortable space, effective and economic maintenance in operation and " architectural pathology" have to be recuded to the smallest possible measure.