

RASPODELA PRITISAKA KAO POTENCIJAL ZA NOĆNO PASIVNO HLAĐENJE ZGRADA

*Ivan Ranđelović, Branislav Todorović, Aleksandra Krstić**

Ključne reči: atrijumska zgrada; raspodela pritisaka; efekat dimnjaka; prirodna ventilacija

SAŽETAK:

Ovaj rad se bavi istraživanjem uslova za pasivno hlađenje zgrada tokom letnjih noći pod uticajem raspodele pritisaka. Posebna pažnja je posvećena višespratnoj atrijumskoj zgradi kao realnosti centralnih gradskih struktura budućnosti naročito u oblasti poslovanja, trgovine i drugih javnih delatnosti.

Primenom osnovnih principa raspodele pritisaka na složene uslove u višespratnim atrijumskim zgradama omogućeno je sagledavanje uticaja konfiguracije centralnog vazdušnog prostora - atrijuma, tj. njegove visine i položaja otvora, na raspodelu pritisaka i potencijal prirodne ventilacije.

Istraživanje u ovoj oblasti takođe pokazuje mogućnost primene alternativnih izvora energije u ventilaciji i hlađenju zgrada, kao doprinos energetske efikasnoj i održivoj arhitekturi, kao i građevinarstvu u celini.

1. - UVOD

Svetska energetska kriza, zagađenje životne sredine i globalno otopljanje sa efektom "staklene bašte", kao i tendencija njihovog konstantnog intenziviranja, glavni su faktori koji utiču na sve direktnije okretanje alternativnim, tj. obnovljivim izvorima energije. Energetska efikasnost objekta sve više će predstavljati odlučujuću stavku u proceni njegovog uklapanja i sadejstva sa okruženjem u kome se nalazi.

Osim što poseduje određenu mogućnost za korišćenje obnovljivih izvora, građevinski objekat predstavlja i potencijal za uštedu energije u celini. Svojim

* Ivan Ranđelović, Saobraćajni institut - CIP, Nemanjina 6/4, 11000 Beograd.

Prof.dr Branislav Todorović, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 27. marta 80, 11000 Beograd.

Prof.dr Aleksandra Krstić, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bul. Kralja Aleksandra 73/2, 11000 Beograd.

funkcionisanjem i egzistencijom u okruženju, a ne korišćenjem sopstvenih potencijala, objekat postaje energetski neiskorišćen i nekompatibilan sa okruženjem u kome se nalazi.

Evidentna potreba za zgušnjavanjem urbane strukture u centralnom gradskom jezgru, kao i sve veća neophodnost rashlađivanja tokom toplih perioda godine, nameće neosporan zaključak da će se udeo utroška energije u ventilaciji i hlađenju zgrada procentualno povećavati. Već prisutna temperaturna razlika unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha u toku eksploatacije objekta direktno utiče na raspodelu pritisa i potencijal prirodne ventilacije i hlađenja zgrade tokom letnjih noći.

Svojim oblikom višespratna atrijumska zgrada se prilagođava prirodnom procesu uzgona vazduha, te se tako uklapa u jedinstvo energetskog balansa u okruženju. S tim u vezi, prepoznavanje građevinskih elemenata ne samo kao arhitektonskih već i šire, kao energetskih, treba da predstavlja bitnu stavku u procesu nastajanja kako same ideje, tako i njene realizacije.

2. - RASPODELA PRITISAKA

2.1. - PROCES NASTAJANJA RASPODELE PRITISAKA

Raspodela pritisa u objektu nastaje usled razlike u gustini vazduha unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora uslovljene temperaturnom razlikom i dejstvom vetra kao posledicom zagrevanja usled sunčevog zračenja, kao i funkcionisanjem sistema klimatizacije i veštačke ventilacije. Ona deluje po principu težnje ka uravnoteženju, te tako nastaje kretanje vazduha višeg pritiska ka vazduhu nižeg pritiska. Na taj način dolazi do izjednačavanja prometa vazduha, tj. ukupna masa vazduha koja ulazi u zgradu biće jednaka masi koja istrujava iz nje, pod pretpostavkom da su gustine vazduha identične.

2.2. - RASPODELA PRITISAKA U JEDNOZAPREMINSKOM PROSTORU

Unutar grejane prostorije dolazi do formiranja oblasti povišenog pritiska - *natpritiska* u gornjoj zoni sa tendencijom napuštanja prostorije u pravcu oblasti nižeg pritiska spoljašnjeg prostora, dok se u donjoj zoni formira oblast sniženog pritiska - *potpritiska* sa tendencijom ulaska spoljašnjeg vazduha višeg pritiska. Kako je topliji vazduh manje gustine, a hladniji veće, to dolazi do prirodnog strujanja vazduha po vertikali - *efekat dimnjaka*. Nasuprot tome, u periodu letnjeg dana kada je temperatura unutrašnjeg vazduha često niža od spoljašnje, dolazi do potpuno suprotnog procesa raspodele pritisa i cirkulisanja vazduha.

Nivo na kome ne postoji razlika pritisa unutrašnjeg i spoljašnjeg prostora, tj. nema tendencije strujanja vazduha kroz spoljašnje zidove, naziva se *nivo neutralnog pritiska* - NNP. (Slika 1)

Razlika pritisa uslovljena efektom dimnjaka na visini h je:

$$P_S = (\rho_o - \rho_i) \cdot g \cdot (h - h_{nnp}) = \rho_i g \cdot (h - h_{nnp})(T_i - T_o) / T_o$$

gde su:

P_S - razlika pritiska uslovljena efektom dimnjaka, Pa

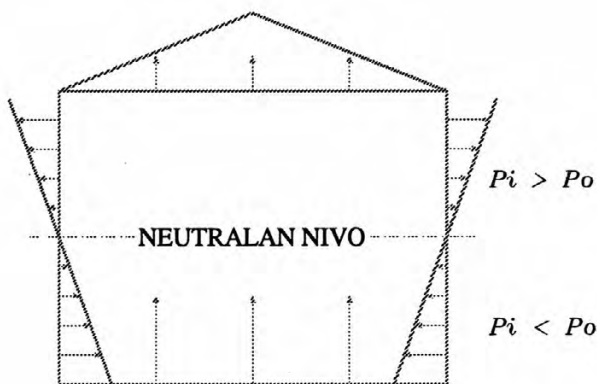
ρ - gustina vazduha, kg/m^3 (za unutrašnje uslove oko 1.2)

g - gravitaciona konstanta, 9.81m/s^2

h - posmatrana visina, m

h_{nnp} - visina nivoa neutralnog pritiska, m

T - prosečna apsolutna temperatura, K



BEZ UTICAJA VETRA

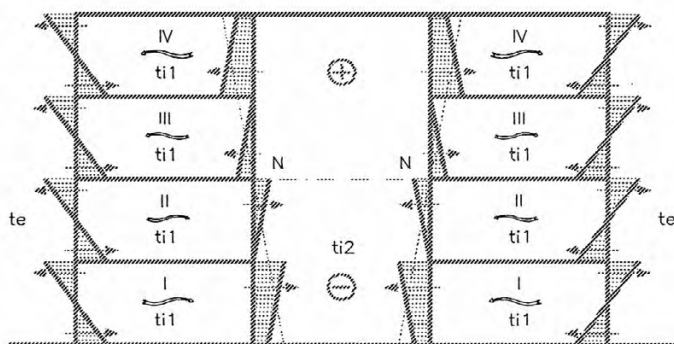
Naznaka: Strelice predstavljaju velicinu i pravac razlike pritisaka

Slika 1 - Razlika pritisaka prouzrokovana efektom dimnjaka za tipican grejani prostor

Raspodela pritisaka, tj. položaj NNP-a pod pretpostavkom da nema uticaja vetra, da su otpori otvora strujanju vazduha identični i da nema otpora strujanju vazduha po vertikali, zavisi od perforacije fasade, tj. veličine i rasporeda otvora po vertikali.

2.3. - RASPODELA PRITISAKA U VIŠESPRATNOJ ZGRADI

Tačno definisanje raspodele pritisaka, tj. položaja NNP-a usložnjava se podelom unutrašnjeg prostora horizontalnim nehermetičkim pregradama (stvaranje otpora unutrašnjem strujanju vazduha po vertikali) kao i vertikalnim, formiranjem vazdušnih zapremina sa dominantnom vertikalnom dimenzijom, tj. stepenišnih prostora, zatvorenih atrijuma, šahtova za liftove i druge instalacije i dimnjačkih kanala. Ovakva situacija dovodi do stvaranja dominantnog pravca strujanja vazduha po vertikali sa uticajem na raspodelu pritisaka po etažama.



Slika 2a - Raspedela pritisaka u atrijumskoj zgradi
bez otvora
 $ti1 > ti2 > te$
 $Hn - n = H/2$

2.4. - RASPODELA PRITISAKA U ATRIJUMSKOJ ZGRADI

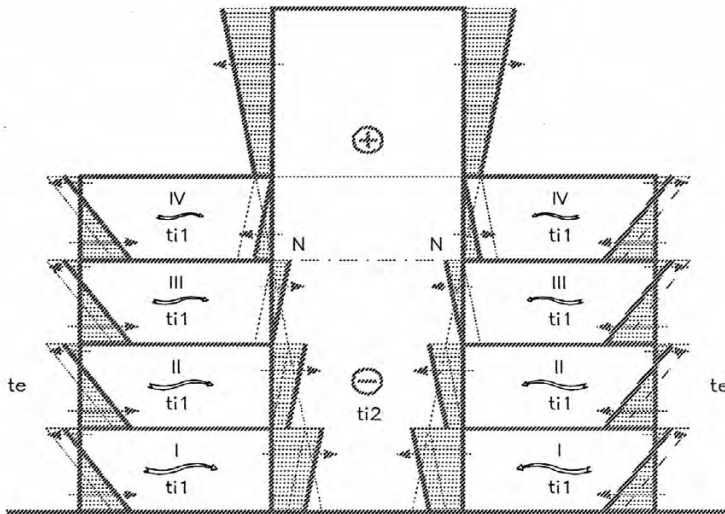
Na Slici 2 šematski su prikazani preseki kroz višespratnu atrijumsku zgradu sa uticajem temperature (efekat dimnjaka) na raspodelu pritisaka u periodu dogrevanja zimi, kao i hlađenja u toku letnje noći. Nagib linije razlike pritiska je nejednak zbog drugačijih temperaturnih razlika između pojedinih prostora, pod pretpostavkom njihovog stalnog proporcionalnog odnosa.

U početnom slučaju NNP se nalazi na sredini visine atrijumskog prostora sa podjednakom raspodelom pozitivnog i negativnog pritiska. U toku zime i letnje noći (hlađenje noću), tj. više temperature unutrašnjeg od spoljašnjeg prostora, dolazi do istrujavanja vazduha iz donjih etaža i njegovog ulaženja u gornje kroz atrijumski prostor intenzitetom upravo srazmernim udaljenju od NNP-a. (Slika 2a)

U slučaju da se napravi otvor u gornjoj polovini atrijuma ili se on izdigne iznad zgrade, podiže se NNP i povećava udeo sniženog pritiska po njegovoj visini. Linije razlike pritiska se pomeraju ka središtu atrijuma i dolazi do povećanja istrujavanja vazduha iz donjih etaža, dok će se smanjiti njegovo strujanje u gornje. (Slika 2b)

U slučaju da se napravi otvor u donjoj polovini atrijuma ili se on spusti u podzemni kanal, NNP se takođe spušta i povećava udeo povišenog pritiska po njegovoj visini. Linije razlike pritiska se pomeraju od sredine atrijuma i dolazi do smanjenja istrujavanja vazduha iz donjih etaža, dok će se povećati njegovo ulaženje u gornje. (Slika 2c)

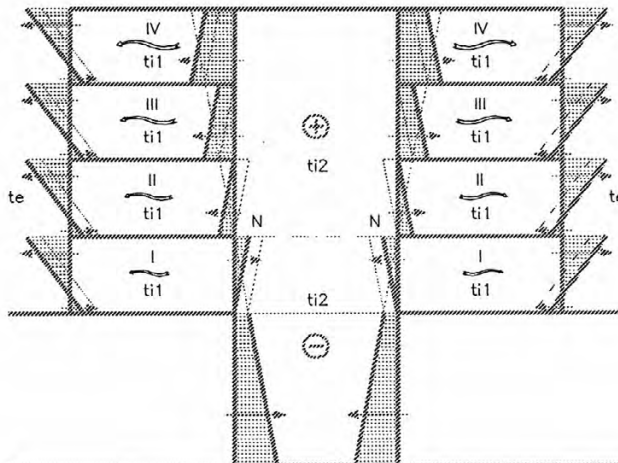
U slučaju da se naprave oba otvora, i u gornjoj i u donjoj polovini atrijuma, ili se on izduži po vertikali simetrično u oba smera, NNP će ostati na sredini visine i doći će do uravnoteženja raspodele pritiska identično početnom slučaju. Usled slobodne cirkulacije vazduha u atrijumu, može se pretpostaviti da će doći do postepenog opadanja temperature ovog prostora i izjednačavanja sa spoljašnjom, što će dalje usloviti povećanje nagiba linije razlike pritiska usled povećane temperaturne razlike. (Slika 2d).



Slika 2b - Raspodela pritisaka u atrijumskoj zgradi sa otvorom na vrhu

$$ti1 > ti2 > te$$

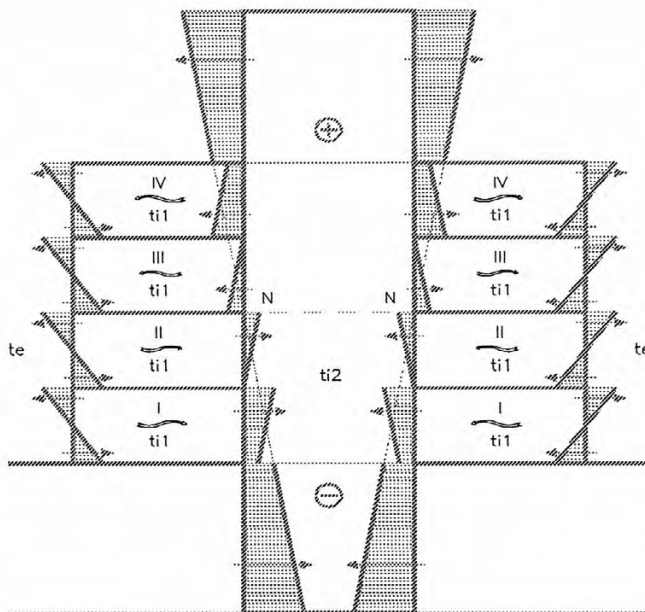
$$H_{n-n} > H/2$$



Slika 2c - Raspodela pritisaka u atrijumskoj zgradi sa otvorom na dnu

$$ti1 > ti2 > te$$

$$H_{n-n} < H/2$$



Slika 2d - Raspodela pritisaka u atrijumskoj zgradi sa otvorom na vrhu i dnu

$$ti1 > ti2 > te$$

$$Hn - n = H/2$$

3. - ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja uticaja raspodele pritisaka na potencijal pasivnog noćnog hlađenja zgrada, može se zaključiti da postoji intenzivna i direktna međuzavisnost između građevinskog objekta u prostoru i faktora od uticaja na temperaturu kako unutrašnjeg tako i spoljašnjeg prostora.

Utrošena sunčeva energija za zagrevanje vazduha kao alternativni i obnovljivi izvor, kao i energija za njegovo dodatno zagrevanje u hladnijem periodu godine, mogu se takođe staviti u funkciju mogućeg odstranjivanja istrošenog vazduha, tj. prirodne ventilacije i pasivnog hlađenja tokom letnje noći.

Atrijum kao centralni vazdušni prostor u višespratnoj zgradi predstavlja ne samo arhitektonsko-građevinski oblik već i energetski potencijal za kontrolu uticaja raspodele pritisaka na sam objekat. Svojim oscilovanjem po visini, tj. otvaranjem pojedinih otvora, on direktno utiče na raspodelu pritisaka u celoj zgradi, pa tako i na uslove njegove ventilacije.

LITERATURA

- [1] ASHRAE: "Principles of the Heating and Air Conditioning - A Handbook Fundamentals", American Society of Heating and Refrigerating and AirConditioning Engineers, Inc., ASRAE, 1993, Atlanta; USA.

- [2] BATTLE McCARTHY CONSULTING ENGINEERS: "Wind Towers - Detail in Building", *Academy Editions, Weast Sussex*, 1993, U.K.
- [3] M.W. Liddament: "Air Infiltration, Calculation Techniques - An Applications Guide", *Air Infiltration and Ventilation Centre, Bracknell*, 1986, Berkshire, U.K.
- [4] M. Pucar, M.M. Pajević, M. Jovanović-Popović: "Bioklimatsko planiranje i projektovanje", *Urbanistički parametri, Zavet*, 1994, Beograd.
- [5] M. Radonjić: *Grejanje i vetrenje*, Građevinska knjiga, 3. dopunsko izdanje, 1967, Beograd.

THE DISTRIBUTION OF PRESSURE - THE POTENTIAL FOR NIGHT PASSIVE COOLING OF BUILDING

ABSTRACT:

This work deals with research of buildings nocturnal passive cooling conditions during summer nights under influence of pressure distribution. The special attention has been paid to the multistory atrium building, as the reality of the central city structures of the future specially in department of business, trade and other public activities.

Applying the basic principles of pressure distribution on the complex conditions of multistory atrium buildings, the recognition of central air space - atrium configuration influence on distribution of pressure and potential of building natural ventilation, i.e. its height and state of opening have been enabled.

The investigation in this field also shows possibility of alternative energy source applying in ventilation and cooling of buildings, as a contribution to the energy efficient and sustainable architecture, as well as to the civil engineering on the whole.