

METODE PASIVNOG HLAĐENJE OBJEKATA U KLIMATSKIM USLOVIMA NIŠA

Ilić Olivera¹

Rezime, Problem letnjeg hlađenja objekata poslednjih decenija rešavan je upotrebom mehaničkih sistema hlađenja koji su u znatnoj meri povećavali energetsku potrošnju zgrade. Poslednjih godina se dosta napora ulaže u proučavanje metoda hlađenja objekata putem prirodne ventilacije. Većina metoda koje se danas primenjuju zasnivaju se na modelima hlađenja u tradicionanim arhitekturama. Klima Niša je umereno-kontinentalna sa toplim i suvim letima. Temperaturna razlika dana i noći u letnjim mesecima predstavlja potencijal za noćno hlađenje. Ova vrsta hlađenja, zbog namene objekta, često ne može da zadovolji temperaturni komfor. Sa druge strane, zbog globalnog zagrevanja ovaj potencijal može da se smanji u budućnosti. U cilju poboljšavanja hlađenja objekta u letnjim mesecima mogu se iskoristiti dostignuća tradicionalnih arhitektura regiona sa sličnom klimom.

Ključne reči: prirodna ventilacija, hlađenje, klima, tradicionalna arhitektura

Abstract, Modern cooling equipment plays a significant role in thermal comfort. Unfortunately, the extensive use of that equipment has caused not only significant electrical consumption but also contamination of the environment. In the last few decades different studies have been made in order to improve efficiency of using natural ventilation for cooling buildings in different climates. Most of the methods that are used nowadays have their bases in traditional architecture. The climate in Nis is moderate with hot and dry summers. Moreover, daily thermal amplitude is high. Passive cooling of buildings by night-time ventilation appears to hold considerable potential due to relatively low night-time temperatures in summer. In the wake of climate change awareness, the incidence of higher temperatures with high cooling demand and low night cooling potential is very likely to increase. On the other hand, due to different building purposes, passive cooling by night-time ventilation might not suffice to guarantee thermal comfort. In order to improve passive cooling of buildings historical prototypes, that have shown success in similar climatic conditions, can be used.

Keywords: natural ventilation, cooling, climate, vernacular architecture

1. UVOD

Povećanje temperature vazduha u poslednjim decenijama vodilo je i do povećanja potreba za hlađenjem objekata, posebno javnih zgrada, u letnjim mesecima. Problem hlađenja zgrade rešavan je mehaničkim sistemima hlađenja. Uvođenje ovih sistema pružalo je mogućnost arhitektama da projektuju objekte nezavisno od klimatskih uslova lokacije. Sa druge strane energija potrebna za pokretanje sistema hlađenja povećavala je troškove eksploatacije objekata u toj meri da su se oni u

mnogim slučajevima izjednačavali sa troškovima, odnosno energijom potrebnom za grejanje objekata. Problem smanjenja potrebne energije za grejanje postojećih objekata uspešno se rešava uvođenjem odgovarajuće izolacije, dok hlađenje objekta prirodnim putem predstavlja znatno veći problem s obzirom da se prilikom projektovanja nije vodilo računa o faktorima potrebnim za prirodnu ventilaciju.

Poslednjih godina dosta se napora ulaže u proučavanje tradicionalnih načina hlađenja objekata i njihovo unapređenje, odnosno prilagođavanje savremenim standardima. Koji će sistem biti primenjen i u kojoj meri će biti uspešan zavisi pre

¹Olivera Ilić, dipl.ing.arh.- PhD student GAF Niš

svega od klimatskih i mikroklimatskih uslova koji vladaju na lokaciji.

Cilj rada je da se putem analize tradicionalnih i savremenih metoda hlađenja arhitektonskih objekata i analizom klime Niša ustanovi koje od metoda su primenljive u klimatskim uslovima grada Niša.

2. KLIMA U NIŠU

Klima Niša se može opisati kao umereno-kontinentalna sa toplim i suvim letima i hladnim, snežnim zimama. Apsolutno maksimalne temperature vazduha javljaju se u periodu od maja do septembra i iznose preko 30°C , dok u julu i avgustu temperature vazduha su preko 35°C . Temperature iznad 40°C izmerene su 2007., 2003. i 2000.godine [1]. U toku letnjih meseci dnevne i noćne temperature se razlikuju za oko 10°C .

Godišnje u proseku padne 543 mm kiše. Najkišovitiji meseci su maj, jun i oktobar.

Dominantan vetar je severozapadni, koji je konstantan tokom cele godine i spada u grupu blagog povetaraca po Boforovoj skali (brzina vetra 1,6 – 3,3 m/s) [1]. U letnjim mesecima pored severozapadnog vetra česti su i vetrovi iz pravca istoka i severa, koji se, takođe, mogu svrstati u grupu blagih povetarača.

Relativna vlažnost vazduha u letnjem periodu je mala. U periodu od 1993.-2007.god. srednja vrednost relativne vlažnosti vazduha od maja do septembra iznosi 67%, dok je srednja vrednost relativne vlažnosti vazduha za mesece jul i avgust 64%.

Prema izveštaju Međuvladinog panela za promenu klime (IPCC), usvojenom 1. februara 2007. godine u Parizu, enormno su uvećane atmosferske koncentracije gasova sa efektom staklene bašte u odnosu na predindustrijski period. Trend rasta temperature vazduha i smanjenja padavina u drugoj polovini 20. veka zabeležen je i na većem delu teritorije Republike Srbije. Pri scenariju delimične primene mera za smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte u drugoj polovini ovog veka prosečna godišnja temperatura vazduha na teritoriji Republike Srbije bi porasla za $3\text{-}4^{\circ}\text{C}$, do kraja ovog veka, dok bi smanjenje godišnjih padavina bilo za 1% po deceniji [2].

3. METODE PASIVNOG HLAĐENJA OBJEKATA U REGIONIMA SA TOPLIM I SUVIM LETIMA

Brojni primeri u tradicionalnim građevinama širom sveta koji pokazuju da se prijatni uslovi u enterijeru mogu postići bez upotrebe mehaničkih sistema za hlađenje. Svaki od istorijskih modela dokazao je svoju efikasnost u praksi, a nastao je kao rezultat iskustva i proučavanja lokalnih klimatskih uslova. Takvi primeri se mogu naći u Iranu, Iraku, Saudijskoj Arabiji, Severnoj Africi, ali i u Grčkoj.

3.1 HVATAČI VETRA

Hvatači vetra se javljaju u tradicionalnoj persijskoj arhitekturi. Iz Persije su se proširili na zemlje Bliskog istoka i Sredozemlja uz određene modifikacije osnovnog modela zbog prilagođavanja regionalnim klimatskim uslovima.

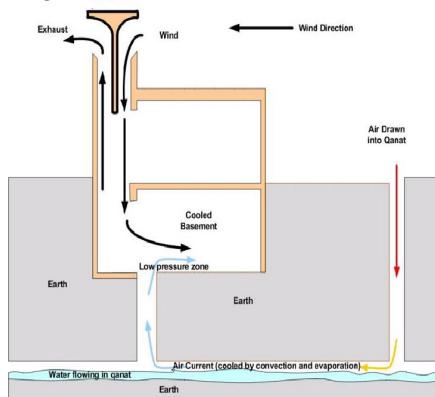
Osnovni element ovog prototipa je visoka kula kvadratne osnove. Na vrhu kule nalaze se otvore postavljeni, najčešće, na sva četiri zida. U osnovi kula je pregradama podeljena na kanale kojima se kretao vazduh.

Kula, kao i celokupna građevina, napravljena je od blata ili nepečene cigle. Ovaj građevinski materijal, dostupan u regionu, ima dobre termičke karakteristike. Tokom noći zidovi velike debljine su se hladili i dugo zadržavali nisku temperaturu tokom dana.

Funkcionisanje hvatača vetra se zasniva na nekoliko principa:

- uz pomoć vetra – zatvarajući sve otvore sem onog okrenutog naspram vetra, gde se stvara negativan pritisak, vazduh se izvlači iz prostorija;
- vazduh koji ulazi u objekat se hlađi tako što prelazi preko vodenih površina u zemlji; gradovi Persije su građeni iznad podzemnih vodotoka, duž vodenog toka pravljene su bušotine u zemlji koje su služile dvojako, i to: za održavanje podzemnih vodenih tunela i za usisavanje toplog vazduha koji se prelaskom preko vode hlađi i vlaži. Hvatač vetra stvara razliku vazdušnog pritiska na dnu i vrhu kule čime se topao vazduh isisava iz objekta a hladan, podzemni, vazduh uvodi. U nekim varijantama ovog sistema vazduh se umesto

- kroz podzemne tunele vodi preko nadzemnih vodenih rezervoara ili fontana;
- hvatač vetra funkcioniše na principu efekta dimnjaka, odnosno razlike u pritisku toplog i hladnog vazduha.



Slika 1-Šematski prikaz funkcionisanja hvatača vetra

Metoda hlađenja prostorija putem hvatača vetra je u toj meri bila uspešna da se često koristila za prostorije u kojima se čuvala hrana ili za čuvanje vode na temperaturama bliskim tački smrzavanja.

Vetrovite kule su slične hvatačima vetra po svojoj konstrukciji i načinu rada, a javljaju se pretežno u Saudijskoj Arabiji. Kula je kvadratne osnove sa dijagonalno postavljenim pregradama u poprečnom preseku. Na vrhu kule nalaze se široki otvori na sva četiri zida koji služe za hvatanje letnjeg povećanja bezvisno od pravca iz kojeg dolaze. Vazduh se spušta niz uske kanale čime se njegova brzina povećava a temperatura smanjuje. Topao vazduh iz prostorija se izvlači kanalima na strani suprotnoj od dolazećeg vetra.

U Španiji i Italiji postoje brojni primeri kula u kombinaciji sa podzemnim vodenim tunelima koji su služili za letnje hlađenje.

Savremeni pandan hvatačima vetra i vetrovitim kulama su tornjevi sa prigušivačima ili tornjevi sa prskalicama kojima se voda raspršuje na vrhu tornja i tom prilikom se povećava vlažnost vazduha uz istovremeno hlađenje[3].

Drugi sistem koji se razvio iz ovih istorijskih prototipova je solarni dimnjak ili solarni dimnjak u kombinaciji sa cevima ukopanim u zemlju kroz koje protiče vazduh [4]. Dimnjak je izolovan od ostalog prostora i teži se da se što više zagreje suncem (ili na neki drugi način). Lakši, topao vazduh se izvlači iz dimnjaka što dovodi do usisavanja hladnjeg vazduha kroz otvore pri dnu prostorije. Vazduh koji ulazi u prostorije može biti prethodno ohlađen ako prolazi kroz cevi ukopane u zemlju.

3.2. UNUTRAŠNJE DVORIŠTE

Unutrašnja dvorišta su poznata ne samo po tome što obezbeđuju intimu korisnicima već i kao regulatori klimatskih uslova. U zavisnosti da li se teži zaštiti od veta ili hlađenju odnos visina okolnih objekata i dužine dvorišta je razlišit. Opšte pravilo je da što je visina okolnih zgrada manja u odnosu na širinu dvorišta u poprečnom preseku u pravcu duvanja veta to je veća prisutnost vazduha u dvorištu.

Tokom noći hladan vazduh se sakuplja u dvorištu da bi se u ranim jutarnjim satima predavao okolnim prostorijama. Tokom dana, kako sunce prodire u dvorište, dvorište funkcioniše kao dimnjak za izvlačenje toplog vazduha iz prostorija.

Prisustvo vegetacije, a posebno drveća, zatim fontana ili vodenih bazena povećava efikasnost dvorišta u funkciji letnjeg hlađenja.

3.3. DUPLA FASADA

U regionima sa toplim i suvim letima često su se koristile perforirane pregrade, postavljene na otvore zgrada, za kontrolu prirodne ventilacije i osvetljenja. Na prostoru Republike Srbije mogu se naći ove vrste pregrade u tradicionalnoj arhitekturi. Osobenost kuće u Novom Pazaru je poluzatvoreni natkriveni trem – divanhana. Prostor divanhane se zatvara transparentnom pregradom od kosih letvica [5].

Slične konstrukcije se koriste i danas. Perforirane pregrade se stavljuju ispred fasadnih panela za poboljšavanje termičkog, vizuelnog i akustičkog komfora. U umerenim klimama vazdušni sloj između fasadnih slojeva doprinosi termičkoj izolaciji zgrade.

U zavisnosti od efekta koji se želi postići u unutrašnjem prostoru vazduh može na različite načine da se kreće kroz duplu fasadu. Kod fasada otvorenog tipa vrši se razmena unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha, dok kod zatvorenog tipa samo unutrašnji ili samo spoljašnji vazduh prolazi između slojeva fasade.

3.4. TERMIČKE MASE

Tradicionalna arhitektura Sredozemlja, Bliskog Istoka i severne Afrike podrazumevala je upotrebu masivnih zidova i tavanica od opeke ili blata. Ove

mase su služile za skladištenje toplote u hladnjem periodu godine, a leti štitile objekte od dnevnog pregrevanja.

U savremenim zgradama kao termičke mase koriste se masivne međuspratne konstrukcije i zidovi, najčešće pravljeni od betona ili opeke. Noću se uvodi hladan spoljašnji vazduh da smanji temperaturu termičke mase. Na taj način štiti se zgrada od dnevnog pregrevanja, ali i od prevelikog i brzog hlađenja noću čime bi se u ranim jutarnjim časovima zbog termičkog komfora moralо da ukuljuči grejanje.

4. METODE HLAĐENJA OBJEKATA U KLIMATSKIM USLOVIMA NIŠA

U klimatskim uslovima Niša noćna ventilacija predstavlja veliki potencijal za letnje hlađenje objekata. Najveći potencijal za noćno hlađenje u Evropi imaju zemlje na severu, 120-180Kh [6] po noći u julu (suma stepen-časova za temperaturnu razliku zgrade i spoljašnjeg vazduha). Ovaj potencijal se smanjuje od severa ka jugu. U regionima gde je vrednost potencijala hlađenja manja od 60Kh noćno hlađenje bi trebalo da se kombinuje sa još nekom metodom da bi zahtevi za termičkim komforom bili zadovoljeni. Potencijal u Srbiji iznosi 60-100Kh, dok potencijal u Nišu iznosi 80-100Kh [6].

Severozapadni vetar koji je dominantan i konstantan tokom cele godine u niškom regionu, a koji spada u grupu blagih povetaraca se može iskoristiti za ventiliranje objekata. U letnjim mesecima česti su i vetrovi iz pravca severa i istoka, koji, takođe, spadaju u grupu blagih povetaraca, te se i oni mogu koristiti za ventiliranje.

Konstruktivnim rešenjima objekta može se postići i ventilacija putem efekta dimnjaka.

Zbog tendencije rasta temperatura usled globalnog zagrevanja, sa jedne strane, i namene objekta, pri čemu se ovde misli na javne i industrijske objekte, postoji mogućnost da noćno hlađenje ne može da zadovolji zahtevani temperaturni komfor. Za poboljšanje pasivnog hlađenja mogu se primeniti istorijski prototipovi iz regionala Bliskog Istoka i Sredozemlja. Hvatači vetra, vetrovite kule, unutrašnja dvorišta ili termičke mase i njivove savremene modifikacije mogu se primeniti u klimatskim uslovima Niša za pasivno hlađenje objekata.

5. ZAKLJUČAK

Klima Niša se odlikuje toplim i suvim letima, sa temperaturnim razlikama od oko 10°C u toku dana i noći. Razlika dnevnih i noćnih temperatura predstavlja veliki potencijal za noćno hlađenje objekata putem prirodne ventilacije. U mnogim objektima, s obzirom na njihovu namenu, termički komfor se ne može postići isključivo noćnim hlađenjem. Sa druge strane, zbog globalnog zagrevanja razlika dnevnih i noćnih temperatura se smanjuje. Iskustva drugih naroda u regionima sa sličnom klimom mogu se iskoristiti za poboljšanje sistema.

Hvatači vetra, vetrovite kule i njihovi savremeni pandani, zatim unutrašnja dvorišta i duple fasade se mogu primeniti u klimatskim uslovima Niša. Koji će sistem biti primenjen i u kojoj meri će biti uspešan pre svega zavisi od klimatskih i mikroklimatskih uslova koji vladaju na lokaciji, ali i od namene i konstruktivnih karakteristika samog objekta.

LITERATURA

1. Republički hidrometeorološki zavod (1994-2008), Meteorološki godišnjak-klimatski podaci, Beograd
2. Republički hidrometeorološki zavod (2007), Informacija o četvrtom izveštaju prve grupe Međuvladinog panela za promenu klime, Beograd
3. Perlmutter, D., Etzion , Y., Erell, E. (2006) A Multi-Stage Down-Draft Evaporative Cool Tower for Semi-Enclosed Spaces. Part II: Water Spraying System, 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, September, Geneva Switzerland, str. II-565
4. Silva, J. C. (2006) Improvement of precooling supply air by way of coupled earth to air heat exchanger and solar chimney, 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, September, Geneva Switzerland, str.II-369
5. Pucar, M. (2006) Bioklimatska arhitektura – zastakljeni prostori i pasivni solarni sistemi. Beograd: Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije
6. Artmann,N., Manz, H., Heiselberg, P. (2006) Potential for passive cooling of buildings by night-time ventilation in present and future climates in Europe, 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, September, Geneva Switzerland, str. II-339

IZVOR ILUSTRACIJA

1. Slika 1- <http://en.wikipedia.org/wiki/Windcatcher>, (d.p. 10.12.08.)