

# POTENCIJAL ZA ŠTEDNJU ENERGIJE U ZGRADAMA SA DVOSTRUKOM FAŠADOM SA AKTIVNIM ADAPTIVNIM KORIŠĆENJEM TOKOM ZIME

ENERGY SAVING POTENTIAL OF DOUBLE-SKIN FACADE BUILDING WITH ACTIVE ADAPTIVE OPERATION IN WINTER

FANG WANG,

School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing, China, i School of Power Engineering,

Nanjing University of Science & Technology, Nanjing, China,

XIAOSONG ZHANG i SHUHONG LI,

School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing, China

*Ušteda energije ne može se ostvariti integriranim upravljanjem zgradama sa dvostrukom fasadom koje su projektovane uz uvažavanje načela održivosti, naročito u području sa toplim letima i hladnim zimama u Kini. U sklopu istraživanja ponašanja stanara u vezi sa aktivnim adaptivnim korišćenjem i analize stvarne potrošnje energije u zgradi sa dvostrukom fasadom u Nankingu tokom zime, organizovane su dve serije eksperimenata kako bi bio utvrđen uticaj različitih aktivnih adaptivnih obrazaca na potrošnju energije i termičke karakteristike dvostruke fasade. Rezultati ukazuju na potencijal zgrada sa dvostrukim fasadama za uštedu energije tokom zime u područjima sa toplim letima i hladnim zimama, uz pravilno korišćenje otvora na unutrašnjoj fasadi i žaluzina/senila. Predlaže se jednostavno uputstvo za rad i određivanje odgovornog rukovaoca.*

*Energy saving cannot be achieved with incorporate operation of double-skin façade buildings which are designed sustainable especially in hot summer cold winter area in China. With the investigation of occupants' active adaptive operation custom and the analysis of actual energy consumption of a building with double-skin façade in Nanjing in winter, two groups of experiments were organized in order to reveal the influence of different active adaptive patterns on energy consumption and thermal performance of double-skin façade. The results expose the potential of energy saving of double-skin façade buildings in winter in hot summer cold winter area with the proper operation of interior façade openings and shading devices. Straightaway operation notice and designated executor are suggested.*

**Ključne reči:** dvostruka fasada; štednja energije; aktivno adaptivno korišćenje

**Key words:** double-skin façade; energy saving; active adaptive operation

## Uvod

Posljednjih godina, dvostruka fasada postaje sve popularnija u rekonstruisanim i novoizgrađenim zgradama u Kini, naročito zahvaljujući svojoj estetici. Dvostruka fasada uvek se sastoji od potpuno zastakljenog spoljnog sloja i providnog unutrašnjeg sloja. Između dva sloja nalazi se međuprostor ispunjen vazduhom sa žaluzinama ili senilima. Ušteda energije može se ostvariti pravilnim permutovanjem i kombinovanjem strategije za ventilaciju međuprostora i rukovanjem žaluzinama ili senilima, u zavisnosti od klimatskih uslova (Poirazis, 2004). Pravilno korišćenje može da unapredi energetska efikasnost dvostruke fasade i da smanji potrošnju energije za grejanje zimi i za hlađenje leti. S druge strane, nepravilno korišćenje otvora dvostruke fasade može da dovede do katastrofalnih scenarija (Gracija, 2007).

Prema projektovanim termičkim karakteristikama objekata, Kina se može podeliti na pet zona: veoma hladno područje, hladno područje, područje sa toplim letima i hladnim zimama, područje sa toplim letima i blagim zimama i umereno područje (Ju i dr., 2007). Iako se mora na odgovarajući način uzeti u obzir pregrevanje dvostruke fasade leti, ne sme se zanemariti potpuno korišćenje efekta staklene bašte za uštedu energije i unapređivanje toplotne ugodnosti zimi. Bakos (2003) je pomoću nekoliko modela za simulaciju potvrdio da zastakljeni prostor sa direktnim sunčevim zračenjem štedi električnu energiju. Zimi, dvostruka fasada može da funkcioniše kao izolacioni sloj sa zatvorenim prozorima, ili kao zastakljeni prostor sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi. Kada su prozori na unutrašnjoj fasadi otvoreni, vazduh prirodnim strujanjem cirkuliše između međuprostora i unutrašnjosti objekta, kako bi bila optimizovana iskorišćenost direktnog sunčevog zračenja. Osim toga, korišćenje žaluzina utiče na toplotne karakteristike dvostruke fasade tokom zime.

Realni uslovi rada uvek odstupaju od pretpostavljenih uslova u simulaciji. Štaviše, projektovane energetske štedljive zgrade ne mogu se realizovati bez pravilnog rada i bez uzimanja klimatskih uslova u obzir. Hitno su potrebna dalja istraživanja o potrošnji energije i toplotnim karakteristikama postojećih zgrada sa dvostrukim fasadama, zajedno sa merenjima na terenu, kako bi poslužila kao smernice za primenu u budućnosti, naročito u klimatskim uslovima koje karakterišu topla leta i hladne zime. Nanking je tipičan grad sa klimom koju karakterišu topla leta i hladne zime. Sva merenja na koja se ovaj dokument poziva obavljena su u zgradi sa dvostrukom fasadom u Nankingu koja se koristi.

Ova studija usredsređena je na eksperimente vezane za potrošnju energije i termičke karakteristike postojeće poslovne zgrade sa dvostrukom fasadom u zimskim uslovima u Nankingu. Sprovedene su dve grupe eksperimenata s ciljem da budu ispitani:

- (1) fizičke karakteristike dvostruke fasade u uslovima različitih strategija korišćenja unutrašnje fasade i žaluzina po sunčanom zimskom vremenu u Nankingu;
- (2) potencijal dvostruke fasade za štednju energije po sunčanom zimskom vremenu u Nankingu;
- (3) prihvatljivi predlozi za aktivno adaptivno korišćenje za pojedince.

## Metodologije

Zgrada sa dvostrukom fasadom koja je posmatrana izgrađena je 2007. godine u Nankingu, u Kini. Zgrada je orijentisana 34° severoistočno. Ukupna površina je

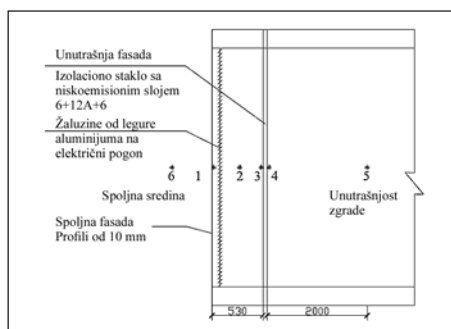
3534,08 m<sup>2</sup>, sa ukupnom visinom od 77,9 m. Zgrada ima 19 spratova iznad zemlje i 3 podzemna nivoa, sa visinom standardnog sloja od 3,6 m. Ukupna površina fasade zgrade jeste 13.000 m<sup>2</sup>, od čega je oko 63% dvostruka zastakljena fasada. U pitanju je dvostruka fasada sa sandučastim staklom, sa međuprostorom širine 530 mm. U međuprostor su ugrađene rešetkaste žaluzine od legure aluminijuma na električni pogon. Materijal spoljne fasade su profili debljine 10 mm, a materijal unutrašnje fasade je izolaciono staklo 6+12A+6 sa niskoemisionim slojem sa spoljne strane. Na svakom spratu postoje dva individualna VRV sistema za klimatizaciju i jedan sistem za klimatizaciju svežeg vazduha na elektropogon. Prostor od trećeg do sedmog sprata je prazan, od početka korišćenja zgrade. Prozorima spoljnog sloja upravlja se iz jedinstvenog kontrolnog centra, a ti prozori su zimi zatvoreni. Efektivna ventilaciona površina spoljne fasade iznosi 12,6%. Na unutrašnjoj fasadi postoje obrtni prozori koji se mogu slobodno otvarati po potrebi. Ostatak unutrašnje fasade je fiksiran.

Za sprovođenje eksperimenta izabrane su dve paralelne kancelarije, A i B, na susednim spratovima, okrenute ka jugozapadu, jer je na delu zgrade koji je orijentisan ka jugozapadu najduže trajanje osunčanosti. Tokom merenja, svi prozori na spoljnom sloju fasade bili su zatvoreni. Merenje temperature bilo je najvažnije za utvrđivanje termičkih performansi dvostruke fasade. Tačke na kojima je merena temperatura prikazane su na slici 1. Temperatura vazduha u međuprostoru, temperatura površina spoljne fasade i unutrašnje fasade, kao i temperatura vazduha u unutrašnjosti zgrade beležene su pomoću nekoliko termoelemenata (prečnika 0,254 mm) u intervalima od 10 s. Meteorološki podaci o temperaturi spoljnog okruženja i sunčevom zračenju preuzeti su iz meteorološke stanice postavljene na krov zgrade.

Sprovedene su dve grupe kontrastiranih eksperimenata s ciljem da bude procenjen uticaj otvorenosti odnosno zatvorenosti prozora na unutrašnjoj fasadi i žaluzina na toplotne karakteristike dvostruke fasade. U tabeli 1 prikazan je raspored merenja. Svaki eksperiment trajao je od 8.00 h do 8.00 h narednog dana. Tamo gde je navedeno da su unutrašnji prozori otvoreni, podrazumeva se da su svi prozori na unutrašnjoj fasadi potpuno otvoreni.

## Rezultati i razmatranje

Korišćenje unutrašnje fasade i žaluzina zavisi od aktivnih adaptivnih obrazaca korisnika, koji znatno utiču na potrošnju energije dvostruke fasade. Da bi bili utvrđeni aktivni adaptivni obrasci korisnika, stanje unutrašnje fasade i žaluzina za zaklon od



Slika 1. Raspored tačaka na kojima je merena temperatura; 1 – temperatura unutrašnje površine spoljne fasade, 2 – temperatura vazduha u međuprostoru, 3 – temperatura spoljne površine unutrašnje fasade, 4 – temperatura unutrašnje površine unutrašnje fasade, 5 – temperatura vazduha u unutrašnjosti zgrade, 6 – temperatura vazduha u spoljnoj sredini

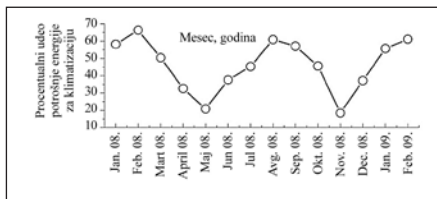
sunca evidentirani su tokom prethodnog eksperimenta na terenu, koji se odnosio na toplotnu ugodnost. Rezultati pokazuju to da su prozori na unutrašnjoj fasadi bili zatvoreni u više od 85% kancelarija okrenutih ka jugozapadu. U 10 posmatranih kancelarija okrenutih ka jugozapadu, površina na kojoj su korišćene žaluzine dostiže u proseku 70%, dok su u četiri kancelarije žaluzine bile potpuno zatvorene. Osim toga, položaj unutrašnjih prozora i žaluzina bio je konstantan tokom ispitivanja, a u dane posmatranja pravljene su samo retke izmene. Iako se žaluzinama može kontrolisati izloženost bleštavoj sunčevoj svetlosti, gotovo nepromenljiv položaj žaluzina zimi nije od koristi za uštedu energije jer žaluzine ne propuštaju sunčevo zračenje u prostorije i dovode do veće potrošnje energije za rasvetu. Osim toga, situacija u pogledu otvora na unutrašnjoj fasadi je i dalje predmet rasprave.

Tabela 1. Raspored merenja

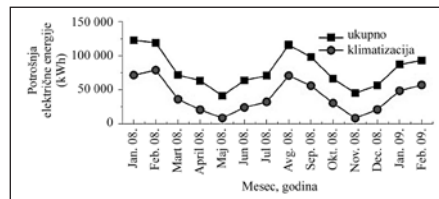
| Uslov<br>Vreme | Prostorija A    |                    |           | Prostorija B    |                    |          |
|----------------|-----------------|--------------------|-----------|-----------------|--------------------|----------|
|                | Spoljni prozori | Unutrašnji prozori | Žaluzine  | Spoljni prozori | Unutrašnji prozori | Žaluzine |
| 28. januar     | zatvoreni       | otvoreni           | otvorene  | zatvoreni       | zatvoreni          | otvorene |
| 31. januar     | zatvoreni       | otvoreni           | zatvorene | zatvoreni       | zatvoreni          | otvorene |

Na slikama 2 i 3 prikazana je stvarna potrošnja energije u posmatranoj zgradi od januara 2008. do februara 2009. godine. Ukupna potrošnja električne energije i potrošnja električne energije za klimatizaciju dostižu najviše vrednosti u avgustu i februaru, a najniže vrednosti u maju i novembru (slika 3). Treba pomenuti da je u februaru 2009. potrošnja električne energije za klimatizaciju bila niža nego u avgustu 2008. Zapravo, većina zaposlenih je u februaru 2009. bila na odmoru od 10 dana u vreme Prolećnog festivala. Procentualni udeo potrošnje energije za klimatizaciju u februaru 2009. ipak je viši nego u avgustu 2008. (slika 2). Dakle, može se zaključiti da je za posmatranu zgradu potrošnja električne energije za klimatizaciju zimi, u februaru, nešto viša nego leti, u avgustu. S obzirom na opadajuću efikasnost sistema za klimatizaciju zimi, viša potrošnja energije za klimatizaciju zimi ukazuje na potrebu za korišćenjem sunčevog zračenja uz aktivno adaptivno korišćenje koliko god je to moguće.

U zgradama sa dvostrukom fasadom u područjima sa toplim letima i hladnim zimama, zimi je važna maksimalna iskorišćenost efekta staklene bašte uz aktivne adaptivne obrasce. Na efekat staklene bašte uočljivo utiče nekoliko faktora, kao što su nivo sunčevog zračenja, orijentacija i upotreba senila odnosno žaluzina, otvorenost odnosno zatvorenost prozora unutrašnje fasade, vrsta stakla u unutrašnjosti i dr. (Gra-



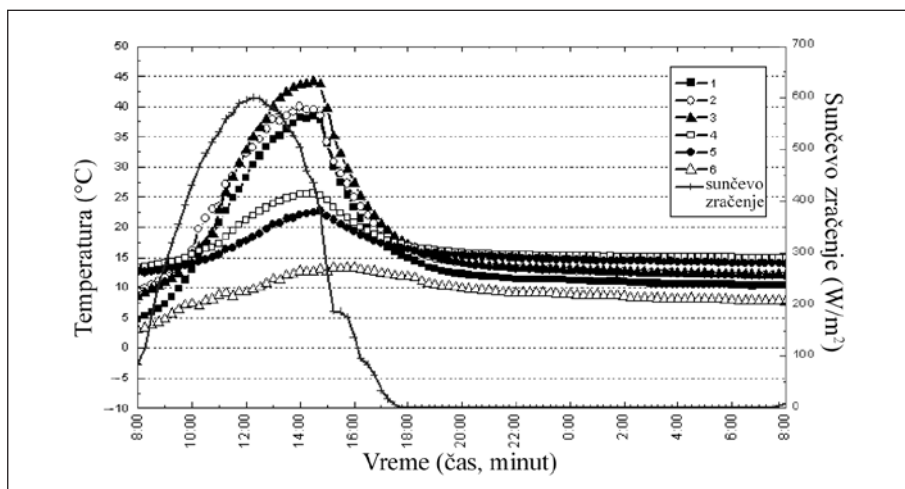
Slika 2. Procentualni udeo potrošnje energije za klimatizaciju



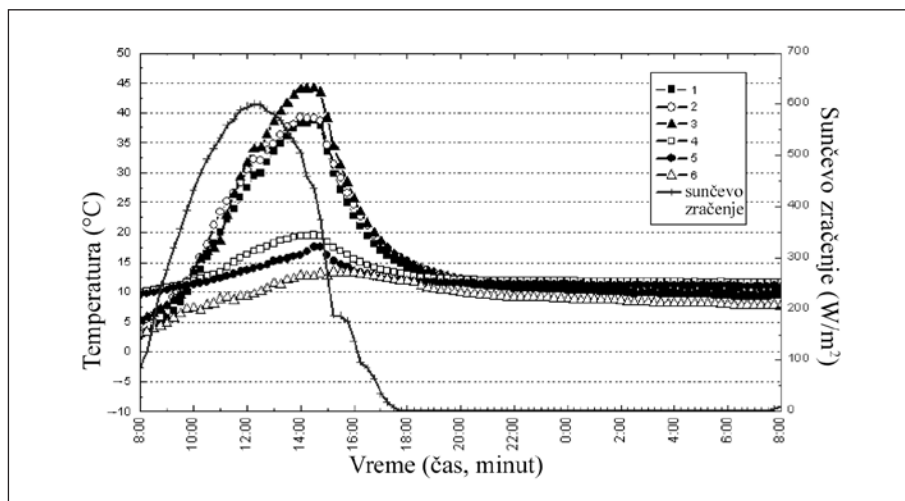
Slika 3. Ukupna potrošnja energije i potrošnja energije za klimatizaciju

cija, 2007). Tokom faze projektovanja, projektanti su nastojali da uspostave ravnotežu između pregrevanja ljeti i nedovoljnog zagrevanja zimi u tom regionu.

U posmatranoj zgradi, zatvoreni prozori na spoljnoj fasadi mogu da zadrže toplotu tokom hladnog perioda. Međutim, velika većina prozora na unutrašnjoj fasadi bila je spontano zatvorena tokom ispitivanja. Većina zavesa je bila navučena radi zaštite od bleštave sunčeve svetlosti. Da li će to dovesti do uštede ili rasipanja energije u Nankingu po sunčanom zimskom vremenu? Uticaj unutrašnjih ventilacionih otvora i položaja žaluzina na distribuciju temperature potvrđen je sledećim eksperimentima.



Slika 4a. Kretanje temperature u prostoriji A sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i otvorenim žaluzinama dana 28. januara



Slika 4b. Kretanje temperature u prostoriji B sa zatvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i otvorenim žaluzinama dana 28. januara

Na slikama 4a i 4b prikazano je poređenje kretanja temperature svakog sloja sa otvorenim ili zatvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi kada su žaluzine otvorene. Na slici 4a prikazano je kretanje temperature sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i otvorenim žaluzinama. Po sunčanom zimskom danu, temperatura vazduha u unutrašnjosti zgrade dostiže najviše  $22,7^{\circ}\text{C}$  u 14.30 h, dok temperatura vazduha u međuprostoru u isto vreme dostiže  $40,0^{\circ}\text{C}$ . Maksimalan rast između unutrašnje i spoljne temperature iznosi  $9,4^{\circ}\text{C}$ . Osim toga, temperatura vazduha u unutrašnjosti zgrade viša je od  $18^{\circ}\text{C}$  u periodu od 12.00 h do 16.30 h. U toj situaciji, sloj sa najvišom temperaturom je spoljna strana unutrašnje fasade sa niskoemisionim slojem.

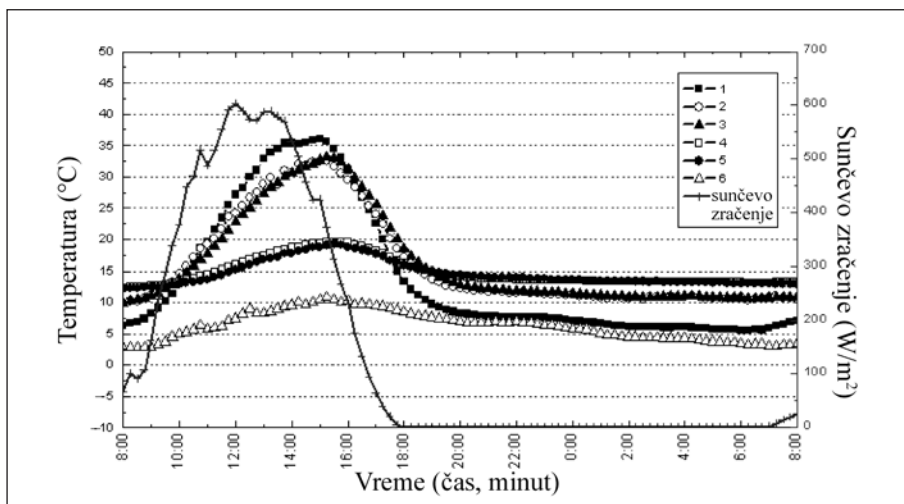
Na slici 4b prikazano je kretanje temperature sa zatvorenom unutrašnjom fasadom i otvorenim žaluzinama. Po sunčanom zimskom danu, najviša temperatura vazduha u unutrašnjosti je svega  $17,6^{\circ}\text{C}$  u 14.30 h, dok temperatura vazduha u međuprostoru u isto vreme dostiže najviše  $39,1^{\circ}\text{C}$ . Maksimalan rast između unutrašnje i spoljne temperature iznosi  $4,3^{\circ}\text{C}$ . Međutim, temperatura vazduha u unutrašnjosti niža je od  $18^{\circ}\text{C}$  tokom celog dana. Po sunčanom zimskom danu, sunčevo zračenje je jako i količina zračenja koja prolazi kroz spoljno jednoslojno staklo je značajna.

U dva različita režima korišćenja, kretanje temperature unutrašnje površine spoljne fasade, međuprostora i spoljne površine unutrašnje fasade u velikoj meri je isto. Razlika se javlja uglavnom na temperaturi vazduha u unutrašnjosti zgrade i temperaturi unutrašnje površine unutrašnje fasade. Kada su prozori na unutrašnjoj fasadi otvoreni, međuprostor ispunjen vazduhom ponaša se kao zastakljeni prostor izložen suncu. Otvoreni prozori na unutrašnjoj fasadi mogu da podstaknu prirodno strujanje između vazduha u međuprostoru i vazduha u unutrašnjosti zgrade, čime se toplota dobijena sunčevim zračenjem korisno prenosi u unutrašnjost zgrade. Neotvoreni deo unutrašnje fasade formira izolacioni sloj toplog vazduha. Kada su prozori na unutrašnjoj fasadi zatvoreni, vazduh u međuprostoru ponaša se samo kao izolacioni sloj. Zaptiveni međuprostor ne omogućava potpunu iskorišćenost efekta staklene bašte, iako smanjuje gubitak toplote u spoljnu sredinu. Ukratko, otvoreni prozori na unutrašnjoj fasadi doprinose iskorišćenosti solarne energije zimi kada su žaluzine otvorene. Istovremeno, prozori na spoljnoj fasadi treba da budu zatvoreni zbog niske temperature spoljne sredine.

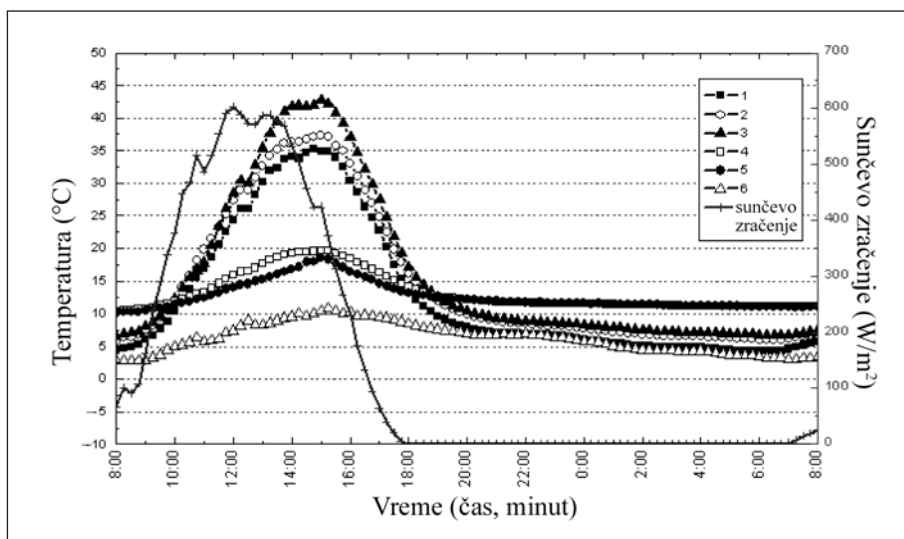
Na slikama 5a i 5b prikazano je poređenje kretanja temperature svakog sloja sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i zatvorenim žaluzinama, odnosno zatvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i otvorenim žaluzinama. Na slici 5a prikazano je kretanje temperature sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i zatvorenim žaluzinama. Po sunčanom zimskom danu, najviša unutrašnja temperatura vazduha je  $19,2^{\circ}\text{C}$  u 15.00 h, dok temperatura vazduha u međuprostoru u isto vreme dostiže najviše  $32,5^{\circ}\text{C}$ . Maksimalan rast između unutrašnje i spoljne temperature iznosi  $8,3^{\circ}\text{C}$ . Unutrašnja temperatura vazduha viša je od  $18^{\circ}\text{C}$  u periodu od 14.00 h do 16.30 h sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi, iako su žaluzine u upotrebi.

Na slici 5b prikazano je kretanje temperature sa zatvorenom unutrašnjom fasadom i otvorenim žaluzinama. Poređenjem slika 5a i 5b, može se utvrditi da korišćenje senila/žaluzina menja distribuciju temperature svakog sloja. Bez obzira na to da li su prozori na unutrašnjoj fasadi otvoreni ili nisu, sloj sa najvišom temperaturom je spoljna površina unutrašnje fasade kada su žaluzine otvorene; kada su žaluzine zatvorene, temperatura vazduha u međuprostoru niža je od temperature spoljne površine unutrašnje fasade. Temperatura vazduha u unutrašnjosti menja se blaže upotrebom žaluzina kada je unutrašnja fasada otvorena. Štaviše, razlika između kretanja temperatu-

re vazduha u unutrašnjosti i temperature unutrašnje površine unutrašnje fasade tako je mala, da se sa zatvorenim žaluzinama i otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi može ostvariti veća toplotna ugodnost.



Slika 5a. Kretanje temperature u prostoriji A sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i zatvorenim žaluzinama dana 31. januara



Slika 5b. Kretanje temperature u prostoriji B sa zatvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi i otvorenim žaluzinama dana 31. januara

Iako temperatura međuprostora i spoljne površine unutrašnje fasade opada sa upotrebom žaluzina, temperatura vazduha u unutrašnjosti i dalje je viša i ravnomer-

nija nego u slučaju kada se žaluzine ne koriste i kada su prozori na unutrašnjoj fasadi otvoreni. Rezultat pokazuje da je za uštedu energije najefikasnije kada se prozori na unutrašnjoj fasadi otvore na vreme, kako bi se optimalno iskoristio efekat staklene bašte u međuprostoru tokom zime u području sa toplim letima i hladnim zimama, iako temperatura vazduha u međuprostoru opada.

Rezultati eksperimenata ukazuju na potencijal dvostruke fasade za zimsku uštedu energije i bolju ugodnost u području sa toplim letima i hladnim zimama, ako se upravlja samo prozorima na unutrašnjoj fasadi i žaluzinama za zaklon od sunca, pomoću odgovarajućih aktivnih adaptivnih obrazaca rada. Da bi se iskoristila prednost dvostruke fasade po vedrom zimskom vremenu, prozore na unutrašnjoj fasadi treba otvoriti na vreme, jer nije preporučljivo otvarati prozore na unutrašnjoj fasadi kada je temperatura vazduha u međuprostoru niža od unutrašnje temperature vazduha. S obzirom da korisnici nisu stručnjaci (Karjalainen, 2007), uputstvo treba da bude jednostavno. Na primer, korisnici će lakše izvršiti određenu radnju ako je ona vezana za određeno vreme nego za određenu temperaturu. Za svaki režim rada, temperatura vazduha u međuprostoru viša je nego temperatura vazduha u unutrašnjosti posle 10.00 h, a niža posle otprilike 18.00 h. Ušteda energije biće ostvarena ako su u tom periodu prozori na unutrašnjoj fasadi otvoreni, dok u ostalo vreme međuprostor treba da bude zatvoren. S obzirom na izloženo, preporučuje se da unutrašnji prozor bude otvoren i da se koristi sunčevo zračenje u periodu od 10.00 h do 18.00 h po sunčanom zimskom danu.

Korišćenje žaluzina može da obezbedi blaže kretanje temperature u unutrašnjosti sa otvorenim prozorima na unutrašnjoj fasadi, iako se temperatura vazduha u međuprostoru snižava. Vreme korišćenja žaluzina treba da bude što kraće, s ciljem uštede energije. Potrebno je u svakoj kancelariji postaviti detaljno uputstvo za rad kako bi se ljudima koji upravljaju aktivnim adaptivnim korišćenjem obezbedile ispravne smernice. Bilo bi od koristi da postoji odgovorni rukovalac, koji bi obezbedio da aktivna prilagođavanja budu najdelotvornija za veliku kancelariju koju deli veći broj ljudi.

## Zaključci

Ovaj dokument usredsređen je na uticaj aktivnog adaptivnog ponašanja na potrošnju energije i termičke karakteristike dvostruke fasade po sunčanom zimskom danu u području sa toplim letima i hladnim zimama. U ovoj studiji, u sklopu istraživanja ponašanja stanara u vezi sa aktivnim adaptivnim korišćenjem i analize stvarne potrošnje energije u zgradi sa dvostrukom fasadom u Nankingu tokom zime, organizovane su dve serije eksperimenata kako bi bio utvrđen uticaj različitih aktivnih adaptivnih obrazaca na potrošnju energije i termičke karakteristike dvostruke fasade. Rezultati pokazuju potencijal zgrada sa dvostrukim fasadama za uštedu energije tokom zime u područjima sa toplim letima i hladnim zimama uz pravilno korišćenje otvora na unutrašnjoj fasadi i žaluzina odnosno senila. Predložena su jednostavna rešenja za rad.

Slede ključni nalazi ovog dokumenta.

– U poređenju sa otvorenim žaluzinama, otvoreni prozori na unutrašnjoj fasadi u pravom trenutku predstavljaju efikasniji način za povećavanje temperature u unutrašnjosti objekta uz dodatni efekat zastakljenog prostora izloženog sunčevom zračenju, što doprinosi štednji energije po sunčanom zimskom danu. Korišćenje žaluzina

može da unapredi toplotnu ugodnost u unutrašnjosti zgrade sa smanjivanjem razlike u temperaturi između unutrašnje površine unutrašnje fasade i vazduha u unutrašnjosti kada su prozori na unutrašnjoj fasadi otvoreni.

– Korisnicima se preporučuje da skrate vreme korišćenja kapaka koliko god je to moguće. Predlaže se da prozori na unutrašnjoj fasadi po sunčanim zimskim danima budu otvoreni od 10.00 h do 18.00 h. Da bi se garantovalo izvršenje, predlaže se da postoje jednostavno uputstvo i odgovorni rukovalac.

U celini, pravilno aktivno adaptivno korišćenje može uočljivo da uštedi energiju po sunčanom letnjem danu u području sa toplim letima i hladnim zimama. Rezultati se odnose na prostorijske orijentisane ka jugozapadu i treba izbegavati pogrešnu interpretaciju. Međutim, opšte tendencije mogu da predstavljaju osnovu za detaljniji eksperiment.

### Priznanje

Rad na izradi ovog dokumenta finansijski je podržan sredstvima Jedanaestog petogodišnjeg nacionalnog projekta za podršku nauci i tehnologiji u Kini (br. 2008BAJ12B05).

### Literatura

- [1] **Bakos, G. C.** (2003), *Electrical energy saving in a passive-solar-heated residence using a direct gain attached sunspace (Ušteda električne energije u stambenom objektu sa pasivnim solarnim grejanjem primenom zastakljenog prostora sa direktno dobijenom solarnom energijom)*, Energy and Buildings (Energetika i zgrade), 35(2), 147–51.
- [2] **Gratia, E., A. D. Herde** (2007), *Greenhouse effect in double-skin façade (Efekat staklene bašte u dvostrukoj fasadi)*, Energy and Buildings, 39, 199–211.
- [3] **Karjalainen, S.** (2007), *The characteristics of usable room temperature control (Karakteristike primenljive kontrole sobne temperature)*, VTT Publications, 662, 1–141.
- [4] **Poirazis, H.** (2004), *Double-skin facades for office buildings – Literature Review (Dvostruke fasade za poslovne zgrade – pregled literature)*, izveštaj EBD-R-04/3, Odeljenje za energetiku i projektovanje zgrada, Univerzitet Lund.
- [5] **Yu, Z., S. Wang i dr.** (2007), *Energy policy in public buildings – Challenges for China (Energetska politika u javnim zgradama – izazovi za Kinu)*, u: Proceedings of the Energy Sustainability Conference, 2007, Long Bič, Kalifornija, SAD, 27–30. juna 2007, str. 71–76.

kg h