

DVOSTRUKE FASADE KAO KORAK KA ENERGETSKI ODRŽIVIM OBJEKTIMA

Vuk Milošević¹, Danijela Đurić-Mijović²

Rezime

Dvostruke fasade, jedno od najmodernijih dostignuća iz oblasti fasadnih konstrukcija, nastale su kao proizvod objedinjenih znanja iz više oblasti, ali i potrebe da se stvore optimalni uslovi unutar objekta uz minimalni utrošak energije za grejanje i hlađenje. Zbog poboljšanih izolacionih svojstava, dvostruka fasada približava objekte idealu energetske održivosti. Ona nije u mogućnosti da proizvede samostalno energiju koja je potrebna objektu, već se njeno delovanje ogleda u smanjenju energetske gubitaka. Međutim, u kombinaciji sa drugim sistemima, dvostruka fasada daje mogućnost proizvodnje energije koju objekat troši.

Ključne reči

Dvostruka fasada, energetska efikasnost, energetske održivi objekti, brisoleji, fotonaponski paneli.

DOUBLE SKIN FACADES – AS STEP TOWARDS ENERGY SUSTAINABLE BUILDINGS

Abstract

Double skin facades, one of the state-of-the-art achievements in the field of facade structures were a product of the synthetic knowledge of several disciplines, but also of the need to create optimal conditions within a structure with a minimum consumption of heating and cooling energy. Due to the enhanced insulation properties, the double skin facade is approaching the ideal of energy sustainable structure. The double skin facade cannot produce energy required by the structure independently, its action is rather reflected in the reduction of energy losses. However, in combination with other systems, the double skin facade provides a potential for production of energy consumed by the structure.

Key words

Double skin facade, energy efficiency, energy sustainable buildings, shading devices, photovoltaic panels.

1 DEFINICIJA DVOSTRUKIH FASADA

Dvostruka fasada predstavlja udvojeni spoljašnji omotač objekta, pri čemu između ova dva sloja mora postojati sloj vazduha, koji može biti ventiliran ili neventiliran. Evropski standard prEN 13119^[1] definiše dvostruku fasadu kao konstrukciju tipa zid zavese, koja se sastoji iz spoljašnje, staklene opne i unutrašnje, zida zavese koji u sklopu sa spoljnom

opnom obezbeđuje potpunu funkciju zida. Prema Harisonu i Boaku^[2], staklena fasada koja je pridodata osnovnoj i vazduh koji je na taj način ograničen dvema fasadama, služe kao izolator od temperature, buke i vetra. Arons^[3] objašnjava dvostruku fasadu kao fasadu koja se sastoji od dva razdvojena površinska elementa koji dozvoljavaju da se unutrašnji ili spoljašnji vazduh kreće između njih. Kod izgradnje novih objekata uobičajeno je da ova dva sloja budu zid zavese, a kod rekonstrukcije postojećih, zid zavese se postavlja oko već postojeće fasade.

Za oblaganje savremenih objekata pored tradicionalnih materijala^[4] koji se koriste od davnina, sve češće je spoljni omotač izrađen od industrijski proizvedenih materijala visoke tehnologije. Zbog

1 Inženjer arhitekture, BSc, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, Srbija

2 Asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, Srbija

toga, administrativni, sportski, poslovni i drugi objekti ne retko imaju fasadu izradenu od stakla i metala.



Slika 1 – Dvostruka fasada na objektu Basque Health Department Headquarters u Bilbao

Dvostruke fasade nastale su kao rezultat usavršavanja fasada od stakla. Međutim, fasada od stakla pored svoje arhitektonske vrednosti, bila je i simbol velike potrošnje energije u objektu. Prvi značajan objekat koji je imao staklenu fasadu bila je Kristalna palata, pravljena za Svetsku izložbu u Londonu 1851. godine. Brzo se pokazalo da je potrebno naći rešenje za smanjenje potrošnje energije u ovakvim objektima, pa početkom XX veka počinje upotreba dvostrukog stakla. Iako je dvostruka fasada u obliku sličnom onom koji mi danas poznajemo, predložena još 1927. godine od strane Korbizijea, ona se još pola veka nije počela masovno primenjivati. Krajem istog veka, zajedno sa uviđanjem problema o nedostatku nepovratnih izvora energije i klimatskim promenama, počela je šira primena dvostrukih fasada. Korišćenjem dvostrukih fasada postiže se efekat malih temperaturnih promena u objektu tokom čitavog dana. Najbitnije je da se za dobijanje ovakvog termičkog komfora koristi znatno manje energije nego kod tradicionalnih načina ventilacije i zagrevanja. Sve je prihvaćenije shvatanje da energiju treba racionalno trošiti, a upotreba dvostrukih fasada omogućava veliku uštedu energije tokom eksploatacije objekta. Na taj način su se staklene fasade razvile od prvobitnih, neekonomičnih, do dvostrukih, koje opravdavaju i promovišu korišćenje stakla na fasadama.

Kao posledica strukture dvostrukih fasada javlja se niz pozitivnih efekata. U odnosu na tradicionalne fasade one imaju bolja akustička svojstva, što može

biti od značaja u bukom zagađenim urbanim centrima. Moguće je i zatvaranje spoljašnje opne i na taj način obezbeđivanje zaštite od zagađenog vazduha. U područjima duvanja jakih vetrova i kod visokih zgrada dvostruke fasade omogućavaju provetravanje objekata, bez opasnosti od velike razlike u pritiscima vazduha. Takođe, moguće je koristiti i specijalna stakla koja štite unutrašnjost od štetnih efekata sunčevog zračenja^[5].

2 IDEJA O ENERGETSKI ODRŽIVIM FASADAMA

Značaj smanjenja potrošnje energije u objektima najbolje se vidi kroz ukupnu količinu potrošene energije. U Evropskoj Uniji 40% od ukupne potrošene energije troši se u objektima^[6]. Od toga se na grejanje prostora u objektima javnog sektora troši 57%, a u stambenom sektoru 52% ukupne potrošene energije u objektu^[7]. U količini iskorišćene energije najveću uštedu moguće je ostvariti unapređivanjem fasada, jer je udeo toplotnih gubitaka objekata kroz fasadu 50%^[8]. Upotrebom dvostruke fasade moguće je kontrolisati protok energije kroz fasadu.

Princip funkcionisanja dvostruke fasade u letnjem periodu, kada je spoljašnja dnevna temperatura veća od željene unutrašnje je drugačiji od zimskog načina rada. Tokom leta spoljašnja opna i vazduh između opni se zagrevaju pod uticajem spoljašnjeg vazduha i uticaja Sunca. Međutim, toplota se ne prenosi u potpunosti na unutrašnju opnu jer se vazduh između opni kreće. Čak i ako vazduh nije pokretan mehanički, zagrejan vazduh se pod dejstvom prirodnih zakona kreće naviše, gde izlazi iz fasade, dok sa donje strane ulazi hladniji i sprečava zagrevanje unutrašnje opne. U zimskim uslovima otvori na fasadi se zatvaraju, pa vazduh između opni i spoljašnja opna pružaju bolju izolaciju u odnosu na slučaj kada oni ne postoje.

Jasno je da nije moguće konstruisati fasadu koja bi u potpunosti sprečila toplotne gubitke, iako nas dvostruka fasada približava ovom idealu. Objekti će još dugo trošiti energiju na klimatizaciju prostora i biti zavisni od spoljašnjih toplotnih uticaja. Rešenje se može naći u proizvodnji energije na samoj fasadi, tako da fasada proizvede onoliko energije koliko sama „potroši“, odnosno koliko kroz nju prođe. Ovakva fasada bi se mogla nazvati energetska održiva fasada. Ovakvo definisanje fasade sastavni su deo ideje o energetska održivim objektima.

3 IDEJA O ENERGETSKI ODRŽIVIM OBJEKTIMA

Energetski održivi objekti samostalno bi proizvodili svu energiju koja se u njima troši, uključujući i energiju za klimatizaciju. Na taj način objekti bi bili potpuno nezavisni od spoljašnjeg snabdevanja energijom. Pri tome bi se za proizvodnju energije koristili samo povratni izvori energije, što je u skladu sa težnjama savremenih propisa u ovoj oblasti. Ovo bi pored finansijskih imalo i pozitivne efekte na životnu sredinu, jer se prilikom proizvodnje energije iz nepovratih izvora oslobađaju gasovi koji zagađuju životnu sredinu, izazivajući klimatske promene.

Da bi se postigla energetska održivost objekta potrebno je delovati u dva pravca, ka smanjivanju potrošnje i ka povećanju proizvodnje energije. Postoji više načina za dobijanje energije u objektima, i neki od njih podrazumevaju korišćenje fasada. Očekuje se veliki napredak u pogledu razvijanja sistema za dobijanje energije iz povratnih izvora. Kada to bude postignuto neće biti potrebno smanjivati potrošnju u objektu i biće moguće razmišljati o izvozu energije iz objekta. Do tada neophodno je nalaziti načine smanjenja potrošnje, kakav je i primena dvostrukih fasada.

4 MOGUĆNOSTI KOMBINOVANJA

U cilju smanjenja potrošnje i povećanja proizvodnje energije, dvostruke fasade je moguće kombinovati sa drugim savremenim fasadnim elementima i sistemima.

4.1 KOMBINOVANJE SA BRISOLEJIMA

Kombinacija dvostrukih fasada i brisoleja je najduže u upotrebi. Brisoleji se koriste da bi se smanjio ulaz svetla, i zagrevanje unutar objekta. Mogu biti postavljeni spolja, između dve opne ili unutra. Kada se nalaze spolja u potpunosti su izloženi vremenskim prilikama, a unutrašnji smanjuju intenzitet svetlosti, ali zagrevaju prostor. Zato je preporučljivo postavljati ih između dve opne, gde su zaštićeni, i ne zagrevaju unutrašnji vazduh. Brisoleji mogu biti fiksni, ali i upravljani, mehanički ili

automatski. Posebno su od koristi tokom leta, ako nije potrebno zarad smanjenja zagrevanja trošiti dodatna sredstva na veštačko osvetljenje.

4.2 KOMBINOVANJE SA MATERIJALIMA PROMENLJIVE ZATAMNJENOSTI

Materijali promenljive zatamnjenosti koji se mogu koristiti u kombinaciji sa dvostrukim fasadama su termohromatski, fotohromatski i elektrohromatski^[9]. Svi ovi materijali su u prednosti u poređenju sa brisolejima jer daju ravnomernu senku. Suština njihovog rada je u reagovanju na određenu vrstu draži putem promene stepena zatamnjenja.



Slika 2 – Dvostruka fasada sa termohromatskim materijalom na objektu Nokia China Campus u Pekingu

Fotohromatski materijali su osetljivi na fotone i omogućavaju vremenski ravnomerniju osvetljenost unutrašnjeg prostora bez obzira na spoljašnje promene. Termohromatski materijal postaje tamniji kako temperatura raste. U prednosti su kod regulisanja unutrašnje temperature u odnosu na fotohromatski jer spoljašnja temperatura i stepen osvetljenosti ne moraju da budu u direktnoj vezi, naročito zimi. Elektrohromatski materijali reaguju na različite električne napone određenim stepenom zatamnjenosti. Po gašenju električne struje oni ostaju na istom stepenu zatamnjenosti. Na taj način moguće je konstantno ili po potrebi uticati na zatamnjenost fasade, dakle osvetljenost i zagrevanje unutrašnjosti.

4.3 KOMBINOVANJE SA FOTONAPONSKIM PANELIMA

Kombinacija dvostrukih fasada sa fotonaponskim panelima ima najviše potencijala. U poređenju sa već prikazanim kompozitnim proizvodima koji isključivo smanjuju potrošnju energije, ova kombinacija donosi uz manju potrošnju i proizvodnju energije. Princip rada fotonaponskih ćelija zasniva se na direktnom pretvaranju Sunčevih zraka u električnu energiju. Postoje različite vrste fotonaponskih ćelija pri čemu monokristalne silikonske imaju najveću efikasnost, 14-18%^[10]. Teoretska maksimalna efikasnost silicijuma je oko 30%^[11], ali se radi na ispitivanju drugih materijala. Optimalno je da budu okrenuti ka jugu, sa otklonom od 30° ka istoku ili zapadu, mada mogu biti postavljeni i horizontalno na ravnom krovu.

Ipak, upotreba fotonaponskih panela nosi i niz ograničenja. Neki od njih su, mala iskorišćenost Sunčeve energije i velika cena koštanja, što dovodi do dugog perioda otplate.



Slika 3 – Kombinacija dvostruke fasade i fotonaponskih panela na objektu Hong Kong Science Museum

5 ZAKLJUČAK

Postoji veliki broj različitih tipova dvostrukih fasada, pri čemu se one dele po izabranom tipu potkonstrukcije, odnosu unutrašnje i spoljašnje opne, zaptivosti opni i podeli vazdušnog međuprostora^[12]. Od suštinskog je značaja ispitati mogućnosti dvostruke fasade u slučaju konkretnog objekta na konkretnoj lokaciji, i odrediti odgovarajući tip. Tek se tada mogu proceniti prednosti i nedostaci koje ona može imati. Najveća mana koja se navodi kao osobina dvostrukih fasada je uvećana vrednost početnih

ulaganja. Međutim ukoliko se to može nadoknaditi tokom određenog perioda korišćenja, ili kombinovanjem sa drugim fasadnim elementima i sistemima, onda su ti troškovi opravdani. Objekti koriste značajno više energije tokom eksploatacije (70-90%^[13]) u odnosu na fazu izgradnje i rušenja, pa je tu i mogućnost uštede najveća.

LITERATURA

- [1] prEN 13119 – Curtain walling – terminology, Comite Europeen de Normalisation, Bruxelles, 2004
- [2] *Tectonics of the Environmental Skin*, K. Harrison, T. Meyer-Boake, University of Waterloo, School of Architecture, 2003, Waterloo, 13 p.
- [3] *Double Skin, Airflow Facades: will the Popular European Model work in the USA?*, D.M.M. Arons, L.R. Glicksman, Proceedings of ICBEST 2001, International Conference on Building Envelope Systems and Technologies, 2001, Ottawa, vol. 1, p. 203-207
- [4] *Tradicionalni materijali u projektovanju savremenih fasada*, J. Prolović, Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, Niš, 2008, Niš, br. 23, str. 311-321
- [5] *Double Skin Facades*, H. Poirazis, Lund University, 2006, Lund, 247 p.
- [6] Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal 001, 04/01/2003 p. 0065 – 0071
- [7] *Building Certification Process in Croatia – application of thermography*, D. Mikulić, B. Milovanović, V. Šimetin, N. Škoro, Zbornik radova trećeg internacionalnog naučno-stručnog skupa „Građevinarstvo - nauka i praksa“, 2010, Podgorica, knjiga 2, str. 1417-1422
- [8] *Realizacija EE objekata rekonstrukcijom fasade objekata – protivpožarni aspekt*, N. Nenadić Tanasić, Zbornik radova trećeg internacionalnog naučno-stručnog skupa „Građevinarstvo - nauka i praksa“, 2010, Podgorica, knjiga 2, str. 1441-1446
- [9] *Intelligent Buildings in Context of Energy Rationalization*, M. Pucar, M. Pajević, M. Nenković, Spatum, 2005, Beograd, br. 12, str. 28-31
- [10] *Design and Construction Possibilities for Photovoltaic Integration in Envelopes of New and Existing Buildings*, A. Krstić, Spatum, 2007, Beograd, br. 15-16, str. 37-43
- [11] *Photovoltaics and Architecture*, R. Thomas, M. Fordham, Spon Press, 2001, London, 155 p.
- [12] *Dvostruke fasade u funkciji održive arhitekture – analiza projekta poslovnog kompleksa u Beogradu*, I. Marić, A. Bogdanov, B. Manić, Arhitektura i urbanizam, 2007, Beograd, br. 20-21, str. 25-36
- [13] *Single and Double Skin Glazed Office Building*, H. Poirazis, Doctoral Dissertation, Lund University, 2008, Lund, 405 p.