

**IDEJNO REŠENJE ADAPTIVNE FASADE RADNIČKOG UNIVERZITETA
U NOVOM SADU****CONCEPTUAL DESIGN OF THE ADAPTIVE FACADE OF THE RADNIČKI
UNIVERSITY IN NOVI SAD**

Boško Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Cilj rada jeste projektovanje idejnog rešenja adaptivne fasade na primeru zgrade Radničkog univerziteta u Novom Sadu. Fasada pored ispunjenja estetskih kriterijuma treba biti u potpunosti podređena korisniku i njegovim potrebama, a jedan od glavnih problema koji je potrebno rešiti jeste mogućnost automatizovanog otvaranja velikog broja konfigurisanih panela u skladu sa intenzitetom prirodnog osvetljenja.

Ključne reči: *Arhitektura, adaptivnost, fasada, sistem*

Abstract – *The goal of the paper is to create a conceptual design of an adaptive facade on the example of the building of the Radnički University in Novi Sad. In addition to aesthetics, the facade should be completely subordinated to the user and his needs, and one of the main problems to be solved is the possibility of automatically opening a large number of configured panels in accordance with the intensity of natural light.*

Keywords: *Architecture, adaptability, facade, system*

1. UVOD

Osnovni zadatak arhitekture jeste da život korisnika prostora učini komfornijim. Do danas, postignut je izuzetan napredak u razvijanju objekata i kuća, čije funkcije više nisu samo zaštita od okruženja, već i smanjenje troškova, energije, materijala, prirodnih resursa i zagađenja. Najbliži dodir sa okruženjem i „oklop“ svake kuće jeste upravo njena fasada. Fasada je oduvek predstavljala odnos između enterijera i eksterijera. Prvi vizuelni kontakt sa objektom jeste sa njegovom fasadom i ona, osim same zaštite, umnogome određuje osećaj prijatnosti ljudi u tom objektu.

Tradicionalno građene zgrade najčešće imaju statične fasade i zbog toga ne mogu da prate ekološke standarde koji se stalno menjaju. Nisu sposobne da se prilagode i reaguju na promene spoljašnjih uticaja kojima su izložene tokom svog životnog veka.

Pomoću dinamičkih fasada, zgrade imaju mogućnost da reaguju na spoljašnje uticaje sa poboljšanom energetsom efikasnošću. Fasade koje reaguju na spoljašnje uticaje, smatraju se primarnom opnom zgrade. Objekti će u budućnosti, uz pomoć tehnike i informacionih tehnologija biti u stanju da odluče koje radnje treba da izvrše kako bi se prilagodili spoljnim uticajima i okruženju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Bojan Tepavčević.

1.1. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada su primena principa adaptivnosti u projektovanju fasada.

Cilj istraživanja rada je da se istraže mogućnosti primene adaptivnih fasada u arhitekturi i predloži idejno rešenje adaptivne fasade za objekat Radničkog univerziteta u Novom Sadu.

Adaptivne fasade su fasade koje su specijalno dizajnirane da budu prilagodljive (okolini, stanovnicima, predmetima u njima), bilo da se promena izvršava automatski ili pomoću ljudske intervencije. Izmena se može vršiti na više načina i često uključuje digitalnu tehnologiju (senzore, aktuator, daljinske upravljače, komunikacionu tehnologiju). Prilagodljive fasade mogu poboljšati energetska efikasnost i ekonomičnost zgrade, kroz sposobnost da promene svoje ponašanje u realnom vremenu, u skladu sa unutrašnjim i spoljnim parametrima, pomoću materijala, komponenata i sistema.

Adaptacija može biti:

1. Pasivna - gde organizam menja svoja funkcionalna svojstva shodno promenama u životnoj okolini
2. Aktivna - gde organizam napušta neodgovarajuću okolinu i naseljava onu koja mu odgovara

Prvi deo ovog studijskog rada obuhvatiće istraživanja koja pokazuju razvoj adaptivnih fasada i kako se one danas mogu prilagoditi okruženju, ostvarujući svoju estetsku ulogu i istovremeno doprinoseći energetske efikasnosti samog objekta koji je jedan od prioriteta u procesu projektovanja. Kroz primere je prikazano kako se najbolja energetska efikasnost objekta može postići fasadom koja je adaptivna, odnosno prilagodljiva klimatskim promenama.

Drugi deo bavi se stvaranjem ovakve fasade pomoću koda, u programu Rhino i Grasshopper, i primenom izučeni principa na konkretan primer zgrade Radničkog univerziteta koji se nalazi u Novom Sadu.

1.2. Razvoj adaptivne fasade

Glavno polazište istraživanja jeste razvoj fasada kroz vreme, nastanak adaptivnih fasada i njihovo značenje.

Iako se ideja o adaptivnoj arhitekturi javila još šezdesetih godina kod arhigrama, tehnološki razvoj uticao je da se u poslednjoj deceniji pojave prvi izgrađeni objekti koji imaju mogućnost da se prilagode vremenu, dinamici života i trenutnim uslovima. Gradacijski razvoj adaptivne arhitekture počinje sa prvim prilagodljivim objektima na kojima su se sve promene funkcije izvršavale posredstvom rotacije i translacije pregrada između prostorija.

Pokretački sistemi u današnjim objektima sa velikim brojem senzora i aktuatora, većinu odluka o svojoj promeni mogu doneti bez direktne naredbe korisnika. Odgovor arhitekture i struke na tempo razvoja tehnologija koje pokreću adaptivnu arhitekturu nije dovoljno brz. Postoje veće mogućnosti iskorišćenja velikih napredaka u poljima veštačke inteligencije, tehnologije i razvoja inovativnih materijala.

Današnje fasade su pretežno pasivni sistemi i uglavnom su iscrpljene sa energetskog stanovišta. Oni se ne mogu prilagoditi promenljivim uslovima okoline u vezi sa dnevnim i godišnjim ciklusima, niti promenljivim zahtevima korisnika. Multifunkcionalne, prilagodljive i dinamične fasade mogu se smatrati sledećom velikom prekretnicom u tehnologiji fasada. Prilagodljivi omotači zgrada mogu da komuniciraju sa okolinom i korisnikom reagujući na spoljni izlaz i prilagođavajući njihovo ponašanje i funkcionalnost u skladu sa tim: omotač zgrade izoluje samo kada je to potrebno, proizvodi energiju kada je to moguće i osenčava ili provetrava kada unutrašnja udobnost to zahteva.

Nekoliko različitih vrsta koncepata adaptivnog omotača je razvijeno, a u bliskoj budućnosti očekuje se porast novih inovativnih rešenja. U adaptivne omotače spadaju sledeće fasade: *kinetičke fasade, aktivne fasade, biomimetičke ili bio inspirisane fasade, transformabilne fasade, interaktivne fasade, reaktivne fasade, inteligentne fasade, pametne fasade...*

Pregled niza adaptivnih fasada pokazuje da se arhitektonska istraživanja dinamičkih omotača kreću ka inovativnim rešenjima. Iskorišćavajući mogućnost integracije IT sistema, mehaničkih pokretača i inovativnih materijala. Ova tehnološka rešenja su u stanju da transformišu omotač od statičkog elementa u dinamički element, sposoban za brzu i efikasnu promenu oblika u odnosu na određene funkcionalne, statičke i fizičke zahteve. Adaptivne fasade se stoga mogu smatrati poslednjim ciljem savremenih arhitektonskih i tehnoloških istraživanja.

2. STUDIJA SLUČAJA

2.1. Al Bahar Towers

U daljem tekstu analiziran je jedan od najboljih primera kinetičkih fasada, a to su 150 metara visoke kule Al Bahar (Slika 1) u Abu Dabiju.



Slika 1: Al Bahar kule, mašrabija paneli

Među mnogobrojnim performansama dizajna, zgrada se ističe svojim tečnim oblikom (strukturom inspirisanom spiralnom kašikom za med) i svojim automatizovanim dinamičnim solarnim panelima. Fasadni sistem kinetički odgovara na kretanje sunca i daje zgradi njen prepoznatljiv

identitet. Dizajn je izvučen iz svog konteksta, uzimajući u obzir životnu sredinu, tradiciju i tehnologiju.

Kako u Abu Dabiju prevladavaju ekstremni vremenski uslovi, krenuvši od veoma niskih zimskih temperatura tokom noći koje padaju do 0°C do dnevnih letnjih temperatura koje dostižu i do 50°C, pa do pešćanih oluja, Aedas Architect's su osmislili fasadu koja reaguje na spoljne uticaje sunca i vetra, a za njen dizajn su koristili izgled mašrabija. Prednosti ovog sistema su odlična interpretacija tradicionalnog sistema za zasenjivanje i modularan sistem prilagodljiv dvostruko zakrivljenim fasadama. Potencijalni nedostaci su cena izrade panela (svaki poseduje aktuator), kompleksnost geometrije, i samo održavanje. Omotač zgrade je napravljen od staklenog zida zavese (otpornog na vremenske prilike) i mašrabija dinamičnog solarnog panela.

Prednosti koje pruža ovaj inovativni fasadni sistem su sledeći:

- 50% uštede energije samo u kancelarijama, i do 20% za celu zgradu
- 20% smanjenja emisije ugljenika na nivou objekta i do 50% samo u kancelarijama
- 15% smanjenja veličine elektrane i kapitalnih troškova
- 20% smanjenja materijala i ukupne težine zbog visokofluidnog, racionalnog i optimizovanog dizajna

Za kontrolisanje komponenti sistema korišćena je renomirana Siemensova platforma u kombinaciji sa HMI (Human/Machine Interface). Umetnut je unapred podešeni program koji simulira kretanje Sunca i raspoređuje mašrabija jedinice prema odgovarajućim konfiguracijama skupljanja. HMI dozvoljava manuelne intervencije operatera u slučaju vanrednog stanja.

Sistem je dizajniran da izdrži sledeće:

- Visoku izloženost UV zracima i atmosfersku temperaturu koja dostiže do 49°C
- Vlažnost koja dostiže 100% tokom leta
- Koroziju – jer zgrada gleda na more i izložena je velikim količinama peska i prašine
- Velike nalete vetra i brzinu vetra, do ±3.5 kPa i 240 km/h
- Udare i abraziju nastale čišćenjem/održavanjem i usled izloženosti pešćanim olujama
- Požar u trajanju od 2 sata za glavni potporni okvir, budući da se sastoji od komponenti jakog čelika

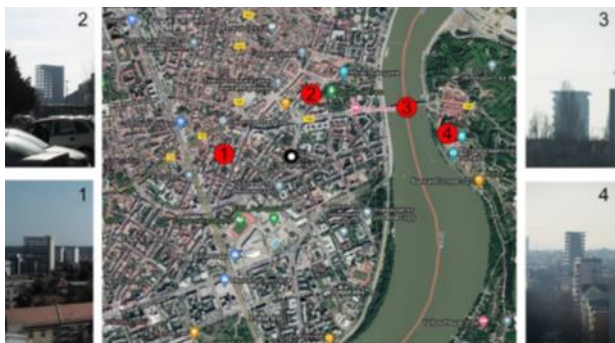
3. REŠENJE ADAPTIVNE FASADE

Za bilo koji proces projektovanja treba se osvrnuti na više projektantskih kriterijuma za koje je potrebno koristiti integrisani pristup, gde se o svim tim aspektima i kriterijumima misli na samom početku rada. Kako bi se lakše manipuliralo količinom podataka, oni se interpretiraju kroz parametre povezane u okviru modelovanja, što daje brze prikaze varijacija u realnom vremenu.

Primenom Rhinoceros i Grasshopper paketa omogućena je kontrola ovih podataka, a da se u isto vreme zadrže principi osnovnog koncepta. Za potrebe dizajna ove fasade neophodno je proći kroz nekoliko faza koje uključuju analizu lokacije, generisanje koncepta, kao i simulaciju kretanja.

3.1. Analiza lokacije

Radnički univerzitet nalazi se u ekskluzivnoj gradskoj zoni Novog Sada, u ulici Vojvođanskih brigada. Lokacija je veoma povoljna jer se objekat nalazi na početku manje ulice koja izlazi na Stražilovsku, jednu od frekventnijih ulica koje vode do samog centra grada. Značajni kompleksi koji se nalaze u širem okruženju su Skupština AP Vojvodine, studentski grad, Sportski i poslovni centar „Vojvodina”, kao i centar grada (Slika 2).



Slika 2. Mapa šireg okruženja sa pogledima na reper

Ovaj objekat stradao je u požaru 2000. godine, te je od njega ostao samo skeletni sistem. U njegovom okruženju izdignuto je nekoliko modernih objekata u koje se ova zgrada više ne uklapa, te je bilo neophodno osmisliti fasadu koja će joj dati identitet i koja će biti prepoznatljiva iz udaljenijih delova grada.

Adaptivna fasada je najbolji izbor za ovaj objekat, uzimajući u obzir njegovu visinu, skeletni sistem, lokaciju i okruženje. Spoljašnji faktori i klimatske karakteristike ovog podneblja uslovljavaju upotrebu ovakvog tipa dinamičke fasade, koja pored osnovne funkcije zasenčenja objekta istovremeno omogućava otvoren pogled na prelepe vizure grada.

Na odabranoj lokaciji je trebalo voditi računa o užem i širem kontekstu okruženja, izgledu buduće fasade u odnosu na dati prostor i kontekst, orijentaciji postavljanja fasadnih panela u odnosu na kretanje sunca, gde su oni potrebni, a gde nisu.

3.2. Ideja i koncept rešenja zgrade

Rešenje pokretne fasade bazirano je na pokretnim elementima. Kule Al Bahar bile su glavna referenca na osnovu koje je razrađivano rešenje fasade Radničkog univerziteta, a islamski ornament mašrabija je osnovni koncept formiranja fasade. Dinamična mašrabija inspirisana je prošlošću i prilagodljivim prirodnim sistemima - koncept presavijanja i rasklapanja koji prati kretanje sunca (Slika 3).



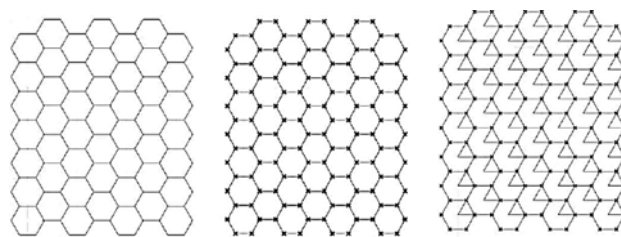
Slika 3. Koncept dizajna fasade

Adaptivna fasada u ovom slučaju predstavlja dupli omotač oko objekta, koji sa građevinske strane gledišta služi kao termoizolacija, kako u letnjem, tako i u zimskom periodu. To podrazumeva manje troškove na utrošak energije, bilo da je u pitanju klimatizacija ili grejanje. Loša strana ovakve fasade su poteškoće pri održavanju i potrošnja električne energije na pomeranje panela, koja se može umanjiti postavljanjem solarnih panela na krovu objekta. Konstrukcija, mehanizam i materijalizacija fasade najslabije su Al Bahar fasadi.

3.3. Formiranje fasade primenom paketa Rhinoceros i Grasshopper

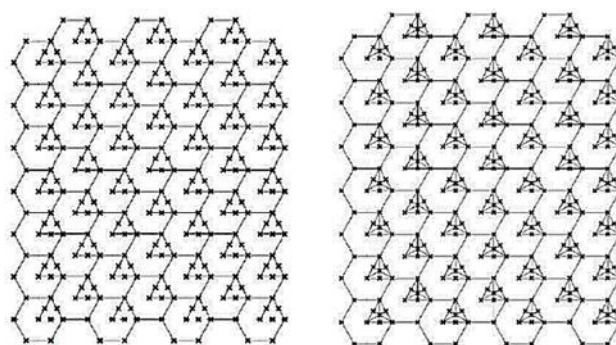
Prvi korak u formiranju dinamičke fasade se bazirao na definisanju i generisanju oblika fasade od niza zadatih tačaka u prostoru koje prate geometriju samog objekta.

Da bi se mašrabija jedinice mogle primeniti na željenu geometriju, bilo je neophodno podeliti prethodno definisanu površinu fasade na šestougone panele. U Grasshopper kodu je ostavljena je mogućnost kontrole dimenzija panela. Pomenuti heksagoni se rastavljaju na tačke i delove. Nakon toga nalazi se centralna tačka svakog heksagona, i dolazi se do zaključka da šest jednakostraničnih trouglova formira osnovnu jedinicu za rad (Slika 4).



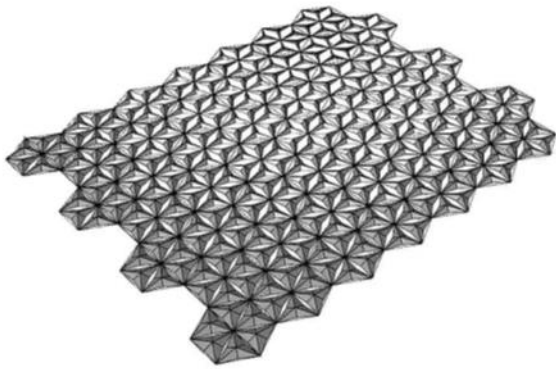
Slika 4. Formiranje osnovnog koda za nastavak izrade fasade

Uzet je centar svakog trougla i iz jednog većeg trougla stvaraju se tri manja. Onda se taj trougao deli na još dva spajanjem centra sa sredinom svake strane kako bi se formirala mesta gde se panel savija (Slika 5).



Slika 5. Naredni korak u izradi fasade

Pošto je otvaranje fasade moguće automatski i mehanički, mogu se dobiti različiti šabloni otvora na fasadi što bi je činilo posebnom i unikatnom. U Grasshopper-u je putem koda zadato pomeranje centralnih tačaka panela izvan osnovne geometrije fasade u cilju definisanja ispupčenja. Spajanjem prethodno generisanih tačaka (centralnih i prevojnih), po utvrđenom pravilu, omogućeno je formiranje panela koji imaju oblik i funkciju mašrabija jedinice (Sl. 6).



Slika 6. Konačno rešenje fasadne površine

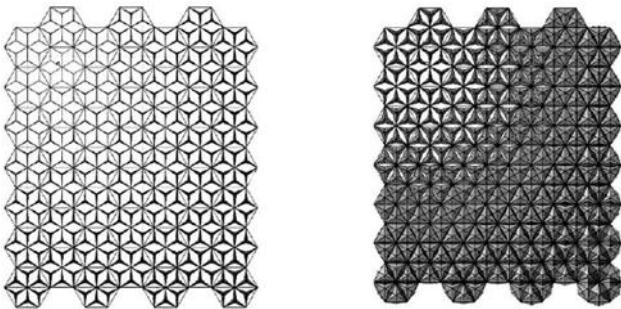
3.4. Algoritam promene konfiguracije fasade

Promene konfiguracije fasade moguće su korigovanjem koda u Grasshopper-u:

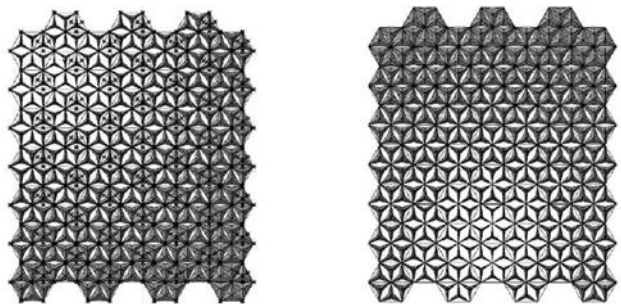
- promena dubine ispupčenja panela na fasadi (Slika 7)
- promena broja otvorenih panela na fasadi (Slika 8)
- promena pozicije otvorenih panela na fasadi (Slika 9)



Slika 7. Promena dubine ispupčenja panela na fasadi



Slika 8. Promena broja otvorenih panela na fasadi



Slika 9. Promena pozicije otvorenih panela na fasadi

4. ZAKLJUČAK

Cilj rada je bio da se oživi zastarela građevina koja se nalazi u samom centru grada. Renoviranje ovog objekta predstavlja veliki iskorak u napredovanju same lokacije i grada Novog Sada.

U radu su predstavljena istraživanja adaptivnih fasada, razrada ideje adaptivne fasade i 3d prikaz konačnog rešenja fasadne površine (Slika 10).

Kroz primere studije slučaja istražene su mogućnosti, dobre osobine i nedostaci adaptivnih fasada koje su sve više prisutne u arhitektonskoj praksi.

Osmišljen je sistem koji se može u potpunosti podrediti korisniku i okolini. Upravljački sistem, uz pomoć napredne kompjuterske tehnologije i senzora, može samostalno da donosi odluke. Takođe, upravljačka jedinica ima sposobnost da preduzima radnje vezane za ispunjavanje zahteva korisnika kojima je u potpunosti podređen.

Ideja ovog rada bila je primena adaptivnih fasadnih sistema koji su bazirani na konceptu mašrabija jedinice na fasadi Radičkog univerziteta u Novom Sadu. Ovaj objekat posle dugog niza godina neodržavanja i zapuštenosti zaslužuje da dobije novu namenu i moderan i privlačan nov izgled.

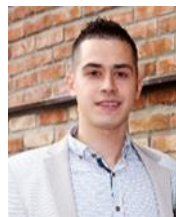


Slika 10. Dnevni i noćni prikaz objekta (3ds Max + Vray)

5. LITERATURA

- [1] Konstantoglou, M, and A. Tsangrassoulis. "Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review" *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60 (2016)
- [2] Kostantoglou, M., A. Kontadakis, and A. Tsangrassoulis. "Dynamic building skins: performance criteria integration" In *PLEA2013—29th conference, sustainable architecture for a renewable future*, Munich, Germany (2013)
- [3] Holger Schnädelbach DipArch MArch PhD - University of Nottingham "Adaptive Architecture – A Conceptual Framework" Nottingham (2010)
- [4] C.M.J.L. Lelieveld, Msc.A.I.M. Voorbij, Msc.Ph.D.W.A. Poelman, Msc.Ph.D. "Adaptable Architecture" The Netherlands (2011)
- [5] Kolarević, Branko. "Simplexity (and Complicity) in Architecture" *eCAADe 2016, 34th Annual Conference in Oulu, Finland* (2016)
- [6] Gombrich, Ernst Hans. "The sense of order: a study in the psychology of decorative art" (1979)

Kratka biografija:



Boško Ilić rođen je u Novom Sadu 1994. god. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti „Arhitektura i urbanizam“ završio je 2017. god. kada je upisao Master studije – usmerenje „Digitalne tehnike, dizajn i produkcija u arhitekturi i urbanizmu“. Master rad odbranio je 2020.god.