

PRIMENA DIGITALNIH ALATA ZA GENERISANJE OPTIMALNOG OBLIKA NADSTREŠNICE U ODNOSU NA SPOLJAŠNJE UTICAJE**APPLICATION OF DIGITAL TOOLS FOR GENERATING THE OPTIMAL SHAPE OF THE CANOPY IN RELATION TO EXTERNAL INFLUENCES**

Jelena Gavrilov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Parametarsko projektovanje i dizajn nadstrešnice na otvorenom prostoru koja treba da zaštiti od atmosferskih uticaja, reguliše odvođenje vode sa terena, a pritom i da izgleda estetski prihvatljivo. Forma treba da odgovori na postavljene kriterijume koji se pretvaraju u ulazne parametre koji utiču na dizajn strukture.

Ključne reči: Parametarski dizajn, odvođenje vode, organska forma, nadstrešnica

Abstract – Parametric design of the canopy in the open space, which should protect from atmospheric influences, regulates the drainage of water from the location, and at the same time looks aesthetically acceptable. The form should meet the set criteria that are converted into input parameters that affect the design of the structure.

Keywords: Parametric design, water drainage, organic form, canopy

1. UVOD

Spoljašnji prostori su veoma bitni za kvalitetan život ljudi, od istorije do danas. Boravak ljudi na otvorenom prostoru ima veoma veliki značaj, kako za zdravlje samog čoveka (sunce, svež vazduh), tako i za ekonomske i socijalne aspekte naselja što se manifestuje kroz socijalizaciju ljudi, slobodne aktivnosti na otvorenom prostoru, ali i trgovinu kroz uslužne delatnosti. Takođe, način i tempo života savremenog čoveka diktiraju njegove potrebe, pa shodno tome, kako bi se boravak ljudi u otvorenom prostoru učinio što kvalitetnijim i prijatnijim, neophodno je da oni budu zaklonjeni od različitih vremenskih uticaja tokom godine.

Razvojem digitalnih alata i primenom parametarskog dizajna u procesu projektovanja omogućeno je kvalitetnije i brže rešavanje nedostataka određene lokacije, optimizacija konstrukcije, kao i jednostavniji pristup projektovanju.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada jeste dizajniranje strukture nadstrešnice primenom digitalnih alata postavljanjem kriterijuma kao ulaznih parametara gde objekat ima, osim što štiti od atmosferskih uticaja, ulogu odvođenja vode sa

terena. Primena parametarskog dizajna omogućava dobijanje više rešenja i mogućnost odabra optimalnog. Tokom procesa projektovanja, objekat treba da zadovolji unapred postavljene kriterijume

1.2. Problem i značaj istraživanja

Veliki broj izgrađenih nadstrešnica u svetu, stalnog ili privremenog karaktera često imaju samo jednu funkciju. Da li je to samo da natkriju prostor i zaštite čoveka, da prikažu mogućnosti novih materijala ili da koncept bude ono što karakteriše nadstrešnicu, dakle ne sagledavaju problem holistički. Problem ovog istraživanja je kako uklopiti betonsku konstrukciju kao nadstrešnicu, uzimajući u obzir da beton može mnogo da se zagreje i pritom emituje veliku količinu toplote, zahteva komplikovanu oplatu, ali ima i manu estetskog izgleda u smislu što je nereprezentativan i često deluje kao da je objekat nedovršen. Pored navedenog, problem je takođe i rešavanje sistema odvođenja vode sa ravni nadstrešnice koja se javlja usled atmosferskih padavina.

Ovaj problem je značajan jer će se kroz generisanje forme, savremenim principom izgradnje betonskih elemenata pokušati prevazići problemi uočeni prilikom istraživanja, ali će se objektu dati i nova funkcija koja je, osim zaštite od vremenskih uticaja, odvođenje i skladištenje tehničke vode.

1.3. Parametri koji utiču na dizajniranje nadstrešnice

Parametri koji utiču na dizajniranje nadstrešnice u centru Novog Sada mogu se klasifikovati u nekoliko tačaka, a to su:

- Lokacija – odnosno namena lokacije zajedno sa svojim svojstvima
- Kretanje/okupljanje ljudi – prateći kretanje, odnosno mesta okupljanja ljudi može se zaključiti koje su glavne tačke gde se objekat može protezati
- Odvođenje vode sa lokacije – objekat velikih razmera prima veliku količinu vode koja mora biti uklonjena na najefikasniji način, a pri tome treba uzeti u obzir i eventualno iskorišćenje vode
- Dizajn inspirisan prirodom – u prirodi nema delova koji su nepotrebni, niti je moguće da postoje nedostaci i na taj način je „materijal“ u postpunosti iskorišćen i opravdan
- Materijalizacija - primenom dizajna inspirisanim prirodom na oblikovanje konstrukcije objekta prirodnim putem se vrši selekcija materijala koji su sposobni da se oblikuju na način na koji je to

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marko Jovanović.

potrebno da bi odgovorili na konstruktivne zahteve projekta

2. DIZAJN NADSTREŠNICE

2.1. Informacije o lokaciji

Novi Sad je kroz istoriju trpeo mnogobrojne promene, od širenja grada do probijanja novih i prekrajanja već postojećih ulica. Jedna od najvećih promena u glavnom gradskom jezgri jeste probijanje Bulevara Mihajla Pupina i, u produžetku, Uspenske ulice. Zarad ovog velikog urbanističkog poduhvata, neophodno je bilo srušiti niz objekata sa leve i desne strane Jevrejske ulice. Upravo taj blok je pretrpeo najveću promenu namene i strukture [1].

Sa povećanjem intenziteta javnog saobraćaja, ovaj prostor postaje pogodan za gradska autobuska stajališta upravo zbog položaja, odnosno blizine centra grada. Lokacija koja je odabrana za ovo istraživanje upravo je glavna okretnica gradskog saobraćajnog prevoza u centru Novog Sada, čija se granica obuhvata može videti na slici 1.

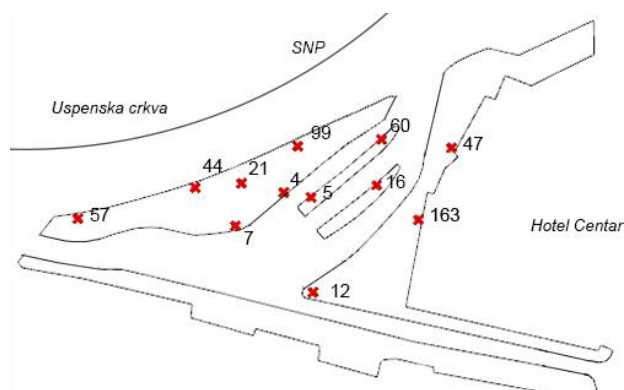


Slika 1: Prikaz lokacije

2.2. Generisanje forme

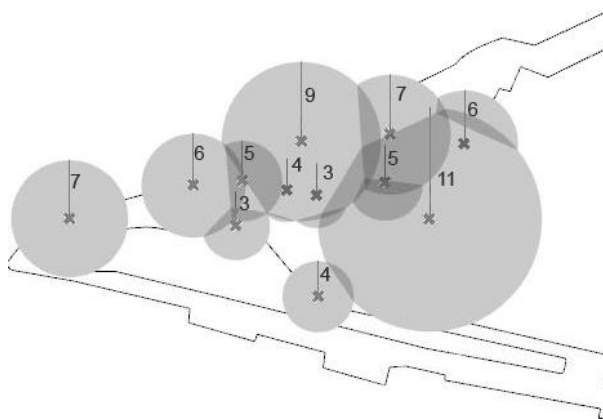
Valovite strukture zadovoljavaju težnju za organskom formom, uzimajući da ispupčeni delovi mogu da predstavljaju mesta okupljanja ljudi, kao i potrebne visine za prolaz autobusa, dok udubljeni delovi mogu da se nadovežu na konstruktivne elemente na kojima je struktura oslonjena. Kako bi se utvrdilo gde će biti ispupčeni, a gde udubljeni delovi, vršilo se istraživanje koja su to mesta na lokaciji gde se ljudi najčešće okupljaju i u kom broju.

Ova analiza sprovedena je svakodnevno, u periodu od 7 dana, radnim danima u 07:30h, 16:30h i 19:00h, vikendom, pored tih vremena i u 12:00h, u najprometnije doba dana kada ljudi najviše cirkulišu gradom u smislu obavljanja dnevnih obaveza. Brojevi koji su se dobili svakodnevno su upisivani na određena mesta, te su se nakon isteka poslednjeg dana analize vrednosti sabrale i izračunata je srednja vrednost svake tačke i na taj način dobijeni su brojevi koje karakterišu tačke okupljanja. Rezultat se može videti na slici 2.



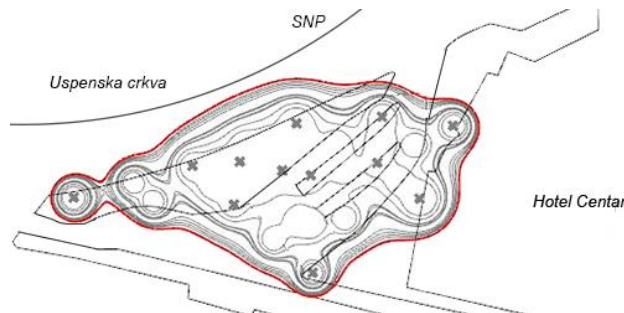
Slika 2. Analiza stanja na terenu

Na osnovu podatka o broju ljudi u određenim tačkama u programu su izvedeni odnosi za dobijanje prečnika sfera čija veličina govori koliko koja tačka okupljanja, u brojčanom smislu ljudi, vredi. Međutim, neophodno je obratiti pažnju na to da poluprečnik najmanje sfere ne bude niži od 5m ukoliko se ona nalazi blizu saobraćajnog dela lokacije radi mogućnosti prolaska autobusa ispod nadstrešnice. Prikaz sfera može se videti na slici 3.



Slika 3: Prikaz sfera sa poluprečnikom

Kada bi se samo sfere uzele u obzir, struktura bi bila izdeljena i podsećala bi više na grupnu formu, a ne na fluidnu strukturu. Zbog toga su za generisanje oblika nadstrešnice primenjene metalopte (Metaball). Princip primene metalopti diktira da se u određenim tačkama postavljaju krugovi koji prilikom blizine drugom krugu stvaraju zakrivljenu spojnu liniju između njih sa kontinualnim zakrivljenjem, stvarajući celinu. Principom primene metalopti dobija se oblik buduće strukture u osnovi što se može videti na slici 4.

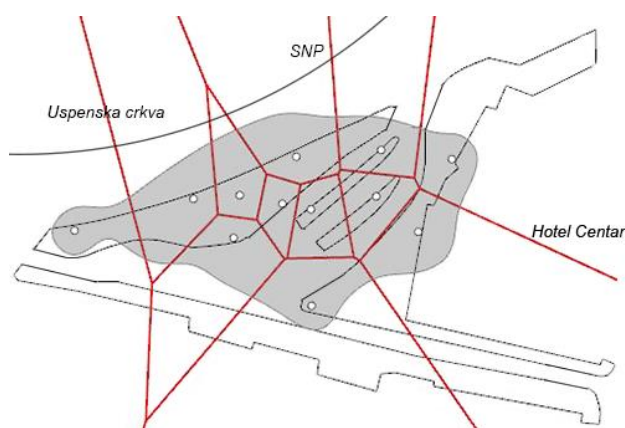


Slika 4: Princip primene metalopti

Sledeći korak jeste definisanje površi u XY ravni, koja se podiže na visinu određenu prečnicima sfera. Nakon toga se zakrivljena linija iz metalopti proicira po vertikalnoj

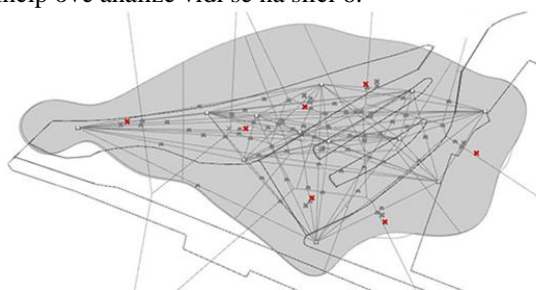
osi na površ i tada se površ trimuje uz pomoć linije. Na ovaj način dobija se valovita površ koja predstavlja glavni deo nadstrešnice.

Lokacije stajališta tj. mesta okupljanja ljudi utiču na visinu i oblik nadstrešnice, ali data nadstrešnica ne može da stoji bez potpore. Zbog toga je bilo potrebno osmisliti stubove na kojima ona treba da stoji i zatim date stubove uklopiti da se adekvatno nastave na datu organsku notu forme. Kako bi se odredile pozicije stubova, a u odnosu na pozicije stajališta, određeno je da je najbolje da se pozicije stubova nalaze što je dalje moguće od pozicije stajališta kako bi se ostavilo dovoljno prostora za okupljanje oko date tačke. Primenom Voronoi ćelija, čiji su centri u mestima stajališta, dobijaju se linije koje su bisektrise spojnica tih stajališta, a na kojima bi se mogli naći stubovi, kao najudaljenije tačke od trenutnih tačaka okupljanja ljudi, što se može videti na slici 5.



Slika 5: Voronoi ćelije definisane položajima tačaka

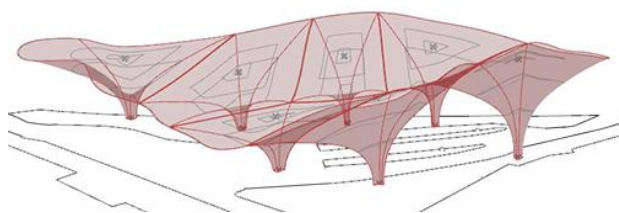
Tačan položaj stubova dobijen je principom spajanja svake tačke sa susednom tačkom. Kao potencijalna mesta položaja stubova uzete su one tačke koje se nalaze na preseccima njihovih spojnih linija sa linijama Voronoi ćelija. Tačke koje se nalaze na saobraćajnici se uklanjaju, a preostale tačke predstavljaju moguće položaje stubova. Precizan odabir tačaka vršen je principom grupisanja bliskih tačaka u jednu tačku, na osnovu čega se dobija redukovani broj tačaka kao rešenje za položaj stubova. Princip ove analize vidi se na slici 6.



Slika 6: Princip dobijanja položaja stubova

Tokom generisanja stubova ostavlja se mogućnost dodatne izmene dimenzija, prečnika, stubova u vidu definisanja tri krive po visini stuba kojima je moguće pojedinačno menjati vrednosti. Forma je generisana tako da sve tačke u kojima se stubovi nalaze budu niže u odnosu na ostale tačke u svom okruženju kako bi se voda slivala ka njima. Na trodimenzionalnom prikazu na slici 7

se jasno mogu se videti zakrivljena forma nadstrešnice i stubovi koji izlaze iz njene površine gde nije prekinuta fluidnost strukture.

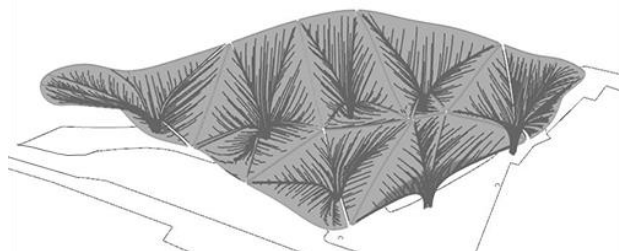


Slika 7: Trodimenzionalni prikaz strukture

2.3. Slivanje vode sa ravni nadstrešnice

Poseban akcenat u ovom radu dat je upravo na sistem odvođenja vode sa nadstrešnice. Većina objekata ovog tipa nema adekvatno ili tačnije, nikakvo rešenje za odvođenje vode. Kako bi se voda na najefikasniji način uklonila sa terena, stubovi su tako postavljeni i dimenzionisani da prikupljaju vodu sa ravni nadstrešnice. Uz pomoć softverskog alata napravljena je simulacija kiše koja bi pala na površinu strukture.

Način na koji se to generiše je što se odredi normala tačke na predmetnu površ, zatim se tačka pomeri za neku malu vrednost u pravcu normale i zatim se vertikalno proicira nazad na nju. Uzimajući da se normala i nagibnica, što je ujedno i najbrža putanja slivanja vode, vide u pogledu od gore poklopljeno, na ovaj način se data tačka koja predstavlja kap kiše pomera po nagibnici. Ovaj princip se primenjuje za sve tačke u gridu i na taj način se dolazi do saznanja koja količina vode ide ka kom stubu. Rezultat simulacije se može videti na slici 8.



Slika 8: Simulacija kiše na ravan nadstrešnice

2.4. Materijalizacija

Na osnovu postavljenih kriterijuma, a sagledavanjem materijala koji se koriste prilikom izgradnje objekata ove vrste, zaključuje se da je beton materijal koji bi na sve kriterijume odgovorio pozitivno, kao i zbog svoje izdržljivosti i postojanosti. Kako bi se prevazišli dodatni problemi u vidu sile zatezanja, neophodno je koristiti armirani beton.

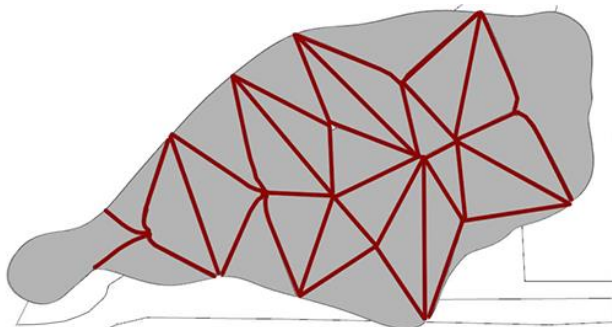
Kao jedna od inovativnijih vrsta armiranog betona današnjice je Ferocement. Ferocement je tankoslojni sitnozrni armirani beton, koji se umesto diskretno raspoređene armature armira sa više slojeva tankih mreža što omogućava da u poprečnom preseku ferocementnog elementa čelik bude homogeno raspoređen.

Sa mnogo manjim preseccima moguće je ostvariti veliku nosivost i proizvesti elemente od ferocementa neuporedivo lakše od armirano-betonskih elemenata istih mehaničkih karakteristika [2].

2.5. Fabrikacija

S obzirom na veličinu nadstrešnice i zauzetost parcele dolazi se do procene da je veoma bitna strategija kojom bi se trebalo voditi prilikom fabrikacije objekta.

Pošto je kao materijal koji će biti korišćen za izgradnju odabran beton, neophodno je strukturu raščlaniti na segmente radi lakše fabrikacije, kao i postojanja dilatacionih razdelnica kako bi se tokom rada betona sprečilo pojavljivanje pukotina. Sistem podele objekta na segmente i položaj dilatacionih razdelnica može se videti na slici 9.



Slika 9: Dilatacione razdelnice i podela na segmente

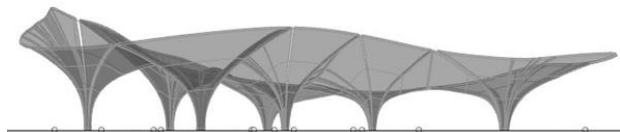
Ideja je da se ova prostorna struktura radi delimičnom fabrikacijom. To znači da se u fabrici prave kalupi u oblicima koji odgovaraju segmentima i u njih se ugrađuje armatura. Nakon te izrade, pojedinačni delovi transportuju se na gradilište gde je potrebno izvršiti ispunu kalupa betonom [3].

3. REZULTAT ISTRAŽIVANJA

Na osnovu rezultata može se uvideti da je primenom parametarskog modelovanja moguće projektovati nadstrešnicu definisanjem više kriterijuma i ulaznih parametara koji treba da se ispoštuju.

U koncept parametarskog modelovanja ulazi i veliki broj mogućih rešenja i kombinacija, pa samim tim i ovo istraživanje ima više rešenja koje je moguće dobijati uz pomoć ulaznih informacija.

Nakon sagledavanja istih, najbolje rešenje prikazano je na slici 10.



Slika 10: Prikaz dobijene strukture

Na osnovu prikaza može se uočiti da dobijena struktura svojim oblikom asocira na motive iz prirode, gde joj ni na koji način nije prekinuta fluidnost. Ona svojom zakrivljenom formom razbija stereotip o velikim betonskim strukturama, takođe omogućavajući velikoj količini vazduha da se kreće ispod njene površine. Konačan prikaz može se videti na slici 11.



Slika 11: Render dobijene strukture

4. LITERATURA

[1] <http://www.nshronika.rs/srpska-atina/pola-veka-od-ubrzane-promene-vizuelnog-identiteta-centra-novog-sada/> (pristupljeno u avgustu 2020.)

[2] A. Nenadović: "Integrirano projektovanje konstruktivnih sistema zasnovanih na primeni ferocementa", Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 2014.

[3] <https://sariverfound.org/confluence-park/> (pristupljeno u septembru 2020.)

Kratka biografija:



Jelena Gavrilov rođena je u Vrbasu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Digitalne tehnike, dizajn i produkcija odbranila je 2020.god.
kontakt: jlngavrilov@gmail.com