

UPOTREBA METODE PRESEKA U DVA ORTOGONALNA PRAVCA ZA PROJEKTOVANJE PAVILJONA NA DUNAVU**THE USE OF THE SECTIONING METHOD IN TWO ORTHOGONAL DIRECTIONS FOR THE DESIGN OF A PAVILION ON THE DANUBE***Aleksa Paunić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Rad se bavi istraživanjem primene metode preseka u dva ortogonalna pravca. Cilj je projektovanje paviljona na određenoj lokaciji koji odgovara tom kontekstu.

Ključne reči: *Metoda preseka, vafl struktura, fabrikacija, paviljon, brodolom*

Abstract – *This paper explores the application of the method of sectioning in two orthogonal directions. The aim is to design a pavilion on a specific location that corresponds to its context.*

Keywords: *sectioning method, waffle structure, fabrication, pavilion, shipwreck*

1. UVOD

U poslednjih nekoliko godina, napredak u računarskim alatima značajno je uticao na arhitektonski dizajn, pružajući nove mogućnosti za stvaranje kompleksnih i inovativnih struktura. Parametarski dizajn, proces koji omogućava generisanje različitih arhitektonskih formi zasnovanih na algoritamskom razmišljanju, postao je moćan alat za arhitekte koji istražuju adaptivna rešenja dizajna. Jedan od unapređenih alata je i predmet ovog master rada - način dobijanja forme iz pločastih materijala, sa često primenjivanom podvrstom - metodom preseka u dva ortogonalna pravca.

U ovom radu istražene su mogućnosti primene metode preseka u arhitektonskom projektovanju. Istraživanja i analiza su dalje u radu korišćeni za primenu na konkretnom projektu na lokaciji uz rečnu obalu Novog Sada. Metodologija istraživanja zasniva se na kombinovanju teorijske analize i praktičnih primera upotrebe parametarskog dizajna i vafl struktura. Rad obuhvata analizu postojećih primera parametarskih struktura širom sveta, sa posebnim fokusom na projekte koji koriste pločaste i sisteme nastale metodom preseka. Ovi primeri su različitih veličina i namena, od malih paviljona do velikih javnih objekata. Istraženi su različiti pristupi generisanju forme pomoću metode preseka, sa ciljem da se identifikuju prednosti i izazovi u njihovoj primeni. Na kraju, upoređuju se odnosi ovih struktura sa njihovim okruženjem kroz analizu konteksta u kome su izgrađene.

NAPOMENA:

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

Posebno se analizira kako su ove strukture u interakciji sa svojim prirodnim ili urbanim okruženjem, i kako doprinose prostornoj dinamici i funkciji. Ova saznanja su upotrebljena za projektovanje idejnog rešenja paviljona poznate forme na konkretnoj lokaciji. Ovaj paviljon će koristiti karakteristike vafl struktura i njihove estetske mogućnosti za obeležavanje određenog prostora u gradu pri reci, pružajući javnosti novo iskustvo kroz arhitektonsku intervenciju koja je funkcionalna i estetski privlačna. Paviljon će svojim simboličnim izgledom biti prilagođen specifičnom kontekstu novourbanizovanog okruženja. On koristi svoju formu kao uspomenu na jedinu poznatu informaciju o ovoj manje poznatoj lokaciji.

2. METODA PRESEKA U PARAMETARSKOM DIZAJNU I DIGITALNOJ FABRIKACIJI

Jedna od osnovnih tehnika u digitalnom dizajnu je metoda preseka (eng. sectioning). Ova metoda uključuje podelu trodimenzionalnog objekta na seriju preseka ili panela, koji se zatim mogu ponovo sklopiti kako bi se formirao originalni oblik. Ova tehnika se koristi u arhitekturi, dizajnu nameštaja, umetnosti i mnogim drugim oblastima gde su potrebni složeni oblici koji se mogu lako konstruisati.

Ortogonalne projekcije (osnove i preseki) jedan su od najvažnijih alata za reprezentaciju koji arhitekte koriste vekovima. One su nezamenljivi uređaj za komunikaciju i dizajn još od doba renesanse. Pojava preseka u arhitekturi je napravila revoluciju, omogućavajući arhitektama da standardizuju način prikazivanja. Opisivanje trodimenzionalnog objekta koji još nije izgrađen je za posledicu imalo da arhitekta ne mora da boravi svo vreme na gradilištu dok se objekat pravi. Informacije o građenju su se putem crteža davale kao instrukcije na terenu. Arhitekte su tako mogle da projektuju objekat koji ne mora nužno da se nalazi u njihovom gradu, pa ni državi ili kontinentu. Poslednjih decenija, ortogonalne projekcije su doprinele nastanku jednog od značajnih metoda digitalne fabrikacije. Uz pomoć kompjuterskog modelovanja, izvođenje preseka više nije nužno dvodimenzionalna crtačka vežba, već je proces uzimanja preseka kroz formirani trodimenzionalni objekat. Kako arhitekte sve više dizajniraju složene geometrije, korišćenje preseka kao metoda uzimanja brojnih poprečnih preseka kroz formu pokazalo se kao efikasna i privlačna tehnika.

Umesto da se sama površina konstruiše, metoda preseka koristi seriju profila čiji rubovi prate linije geometrije površine. Komande za kontinualno izvlačenje preseka u

softveru za modelovanje mogu gotovo trenutno presecati paralelne preseke kroz objekte na određenim intervalama. Ovo efektivno pojednostavljuje proces izrade serijalizovanih, paralelnih preseka. Arhitekta su eksperimentisale sa sklapanjem preseka kao načinom proizvodnje i površina i struktura.

Uz napredak digitalnih alata za modelovanje i izradu, metoda preseka postala je sve popularnija zbog svoje sposobnosti da rešava izazove u projektovanju nestandardnih i složenih oblika. Digitalni softveri omogućavaju precizno planiranje i optimizaciju procesa preseka, dok CNC mašine i druga savremena tehnologija omogućava tačnu izradu i montažu delova. U modernoj arhitekturi, ova tehnika se koristi za kreiranje estetski zanimljivih, laganih i strukturno efikasnih objekata, koji istovremeno utiču na prostornu percepciju i materijalizaciju arhitektonskog prostora.

2.1. Metoda preseka u dva ortogonalna pravca - vafli strukture

Metoda preseka u dva ortogonalna pravca, odnosno vafli (eng. waffle) struktura je jedna od ključnih tehnika u parametarskom dizajnu. Poreklo imena direktno je povezano sa terminom kasetirane ploče (eng. waffle slab), koji se koristi u građevinarstvu i arhitekturi za opisivanje specifične vrste konstruktivnog sistema plafona i podova. Ovakva ploča ojačana je mrežom ukrštenih rebara, slična rešetki koja podseća na izgled vafli. Ova asocijacija poslužila je kao inspiracija za naziv strukture, jer njena geometrija i funkcionalnost imitiraju tu prepoznatljivu mrežastu formu. I vafli strukture i kasetirane ploče imaju sličan koncept: rigidna mreža rebara obezbeđuje strukturnu stabilnost, istovremeno smanjujući količinu potrebnog materijala, čineći ih lakim, ali snažnim. Ovaj pristup je popularan u modernoj arhitekturi i inženjeringu, jer omogućava izradu velikih, otvorenih prostora bez potrebe za masivnim nosećim zidovima ili stubovima, što donosi značajne konstruktivne i estetske prednosti. Pojava vafli struktura je povezana sa napretkom u materijalnim tehnologijama i računarskom dizajnu, gde se mogu lako modelovati i optimizovati za različite vrste opterećenja. Parametarski dizajnirani paneli omogućavaju da se ključne dimenzije mogu prilagođavati kroz algoritamski pristup. Vafli strukture su veoma vizuelno atraktivne zbog svojih geometrijskih obrazaca i mogu se koristiti kao dekorativni ili funkcionalni elementi.

Parametarsko modelovanje omogućava usklađivanje uzroka i posledice i refleksiju dizajnerske namere, procesa i ishoda. Proces počinje digitalnim modelovanjem u softverima kao što su Rhino (Rhino) i Grasshopper (Grasshopper), gde se modeluje osnovni oblik i određuje kako će se paneli ukršati. Ovi softveri omogućavaju potpunu kontrolu nad dimenzijama, gustinom sekcija i debljinom panela. Parametri se mogu lako menjati, omogućavajući brze iteracije i prilagođavanje dizajna specifičnim zahtevima. Nakon toga se izvodi sekcionisanje i generišu se fajlovi za sečenje. Materijal (šperploča ili metal) se potom seče na CNC mašini ili laserskim sekačem. Na kraju se paneli spajaju ručno ili uz pomoć dodatnih konektora. U arhitekturi, vafli strukture se koriste za stvaranje složenih krovnih i zidnih konstrukcija, fasada, paviljona i unutrašnjih pregrada. U dizajnu nameštaja, vafli

tehnike omogućavaju izradu stolova, polica, stolica i drugih komada koji kombinuju funkcionalnost i skulpturalni dizajn. Lakoća montaže i precizno uklapanje panela doprinose fleksibilnosti u dizajnu, što čini ovu tehniku pogodnom za širok spektar primena velikih i malih dimenzija, od nameštaja do igračaka.

3. PRIMERI METODE PRESEKA SA RAZMATRANJEM KONTEKSTA

Rezultati istraživanja kompleksa San Karlo ale Kwarto Fontane u Rimu, bili su polazna tačka za program koji je obuhvatao grafičku obradu, istraživački rad, izradu crteža modela, rad u radionicama i na kraju montažu i izgradnju na licu mesta. Švajcarski arhitekta Mario Bota je sa svojim timom 1999. godine, u znak obeležavanja 400. godišnjice rođenja arhitekta Frančeska Borominija, za izložbu u muzeju umetnosti u Luganu osmislio drveni model nazvan San Karolino crkva. Ova drvena konstrukcija visine 33m se sastoji od 35.000 dasaka debljine 4,5cm, montiranih modularno sa razmakom od 1cm i povezanih čeličnim kablovima pričvršćenim za čelični okvir. Iako je prvobitna ideja bila da struktura pluta na jezeru, model je na kraju postavljen na platformu usidrenu nedaleko od obale. San Karolino je krasio obalu Lugana do oktobra 2003. godine, kada je demontiran. Botin San Karolino je arhitektonsko delo izraženo pomoću fragmenta. Prekinuta geometrija ovog drvenog modela prisiljava na subjektivnu interpretaciju. Originalna crkva je cela, dok je model u sekcijama i presečen vertikalno po prečniku kupole. Nostalgичni barokni oblici prave crkve u Rimu predstavljeni su savremenim jezikom. Botin model je lišen svojih ukrasa, bez fasade i bočnih kapela. Na ovaj način, Botino delo možemo opisati kao građevinu koja reprezentativno omogućava sagledavanje rimske crkve i teritorije koja je sadržila. Ovo je primer nove vrste spomenika. Ovo je smela inovacija koja predstavlja arhitekturu i scenografiju, skulpturu i instalaciju.

Dizajniran od strane „SHoP Architects“-a, Dunskejp (orig. Dunescape) je arhitektonski pejzaž izgrađen 2001. godine u potpunosti kao serija paralelno složenih dimenzionisanih drvenih komada. Arhitekta su stvorile okruženje koje poziva posetioce da se okupljaju, zadrže i na nov način dožive prostor institucije. Dunskejp je zamišljen kao ogromna talasasta dina na kojoj bi ljudi sedeli u svojim kupaćim kostimima na letnjoj žurci. Odgovarajući na skroman budžet i potrebu za veoma brzom izgradnjom, oni su koristili digitalne alate da zamisle novi oblik i optimizuju ga za efikasnu izgradnju. Iako je u stvarnoj izgradnji bilo potrebno ručno raditi na rezanju, sastavljanju i učvršćivanju delova, sama metodologija bila je potpuno vođena digitalnim sredstvima. Prvo je digitalni model bio presečen na intervalima koji su određeni datom debljinom materijala. Dobijeni crteži preseka zatim su bili štampani u punoj razmeri i korišćeni kao šabloni na kojima su se postavljali i pozicionirali svi delovi od drveta. Dunskejp je inspirisao pristup prema tehnologiji gradnje takav da se eliminiše nepotrebna barijera između mašte i realizacije.

Dobar primer modifikovanog vafli je pobjednički projekat si-spejs (orig. [c]space), paviljon Alana Dempsija i Alvina Huang iz 2008. godine. Ova školjkasta struktura, smeštena na Bedford trgu u Londonu, bila je eksperimentalni projekat istraživanja dizajna koji je takođe

bio otvoren za upotrebu javnosti. Projekat je izabran od strane žirija zbog radikalne upotrebe materijala, jednostavne i elegantne forme, izraza forme kao kontinuirane transformacije od nameštaja do poda, zidova i krovne strukture, kao i zbog mogućnosti izgradnje u okviru strogog rasporeda i budžeta. Upečatljivo prisustvo paviljona poziva na posmatranje iz daljine, a pri bližoj interakciji otkriva svoju formu kroz spajanje sinusoidnih krivina, strukturnih performansi i programskih funkcija u jedan kontinuirani zakrivljeni oblik. Kako se posetioci kreću oko složene strukture paviljona, površina varira od neprozirne do prozirne, stvarajući zapanjujući trodimenzionalni efekat. Ona omogućava više različitih upotreba, zatvara prostor za sastanke, a takođe omogućava prolaz za pešake, zamagljuje granicu između unutrašnjeg i spoljašnjeg, zaklona i pozornice. Paviljon je dimenzija 10x10x5m. Njegov dizajn pomera tehničke granice materijala, zahtevajući obimno prototipiranje i testiranje materijala tokom razvojne faze. Ugao presecanja na svakom spoju kontinuirano varira kroz celu strukturu. Ceo proces dizajniranja izveden je uz pomoć 3D digitalnog i fizičkog modelovanja, dok je razvojna faza završena korišćenjem ograničenog modelovanja i skriptovanja kako bi se kontrolisalo više od 850 različitih jedinstvenoblikovanih profila i 2000 spojeva.

Takmičenje koje je započeto 2004. godine imalo je za cilj da redizajnira Trg Enkarnasion, dugo zapušten prostor u centru Sevilje. Izabrani projekat bio je najsmelij i najskuplji. Metropol Parasol (orig. Metropol Parasol) je dizajnirao arhitektonski tim Jurgena Majera i kompanija Arup. Njegova uloga jedinstvenog urbanog prostora u okolini srednjovekovnog centra Sevilje aktivira trg i omogućava raznovrsne aktivnosti kao što su sećanje, odmor i trgovina. Njegovi oblici i lokacija ubrzo su mu doneli nadimak „pećurke sa Trga Enkarnasion“. Šest drvenih nosača izdižu se, nadvisujući okolne zgrade, tako da njihov vrh postaje privilegovano mesto za uživanje u pogledu na grad sa talasaste pešačke staze koja prolazi kroz strukturu. Ispod se prostire trg površine 3.000m², koji se uzdiže iznad zemlje i nalazi se iznad pijace i podzemnog muzeja koji čuva rimske i andaluzijske arheološke ostatke pronađene tokom iskopavanja. Da ne bi oštetili te ostatke, struktura ima samo šest nosača, koji su ujedno i vertikalni komunikacioni jezgri. Cilj ovih velikih drvenih struktura je da zaštite pešake od intenzivnog seviljskog sunca, kao i da uključe nove namene na svoja četiri nivoa kako bi ponovo oživel ovaj kraj. Metropol Parasol predstavlja najveću konstrukciju od vezanog drveta na svetu. Ova drvena megastruktura duga je oko 150m, široka 75m i visoka 28m. Tehnički izazovi ovog projekta naveli su da se potraže inovativna rešenja za strukturu, koja je konfigurisana kao ortogonalna mreža od 1,5x1,5m povezanih drvenih rebara. Dijagonalna ojačanja, postavljena u većini slučajeva ispod pešačkih staza na krovu, pružaju zgradi veću čvrstinu. Megastruktura je sastavljena od 3400 elemenata različitih debljina od lameliranog furnira Kerto i 3000 nosećih čvorova. Šest velikih nosača, koji predstavljaju suncobrane, su konstruisani u obliku gljiva od drvenog rešetkastog sklopa, uokvirujući strukturu. Drvo je zaštićeno od vremenskih uslova konceptom koji su arhitekta razvile na bazi vodootpornog poliuretanskog premaza. Dva centralna suncobrana sadrže liftove i

napravljena su od betona i metalnih greda. Raspored i oblik suncobrana stvara senke koje se neprestano kreću tokom dana. Metropol Parasol nudi arheološki muzej, pijacu, uzdignut trg, i brojne barove i restorane. Suncobrani, odnosno pećurke sa trga Enkarnasion, izrastaju iz arheološkog nalazišta u savremeni orijentir, definišući jedinstven odnos između istorijskog i savremenog grada. Struktura se sastoji od četiri isprepletene propustljiva nivoa. Podrumski nivo ima platformu za posmatranje arheoloških artefakata pronađenih na lokalitetu. Prvi nivo je pijaca od 2155m², dok je na drugom nivou trg uzdignut 5m iznad pijace koji se koristi za performanse i priredbe. Na trećem spratu nalazi se restoran, a na četvrtom nivou javni panoramski balkon sa pogledom na stari deo Sevilje.

4. PROJEKTOVANJE PAVILJONA

Arhitektura inspirisana pejzažem nasukanog broda nije česta pojava. Ona nosi u sebi snažan dizajnerski potencijal koji kombinuje dramatične elemente prirode sa konceptima čovečanstva i vremena. Ovakva arhitektura uspeva da uhvati dinamiku razorenih struktura koje su ostale u harmoničnom odnosu sa okolinom, čineći da prostor deluje kao prirodni deo pejzaža, a ne kao nametljiva konstrukcija. Dizajn ovih građevina često ističe organske forme, iskrivljene linije i neregularne površine koje simbolizuju prolaznost i krhkost. Istovremeno, materijali poput drveta, metala i stakla mogu biti korišćeni da istaknu utisak da je objekat izgubljen u prostoru, ali ipak funkcionalan i moderan. Arhitektura inspirisana nasukanim brodom ima moć da izazove osećaj misterije i introspekcije, pozivajući korisnike na razmišljanje o odnosu čoveka i prirode, kao i o prolaznosti vremena.

U kontekstu grada Novog Sada, ovakva dela nisu prisutna. Uz njegovo rečno šetalište nalaze se samo klupe, tereni i memorijalni spomenik. Rečno okruženje upotpunjuju luka za brodove, tri mosta i gradska plaža. Takođe, pre više od 100 godina, jedan rumunski šlep proizveden u Nemačkoj je potopljen. Nije zabeleženo ko ga je i zašto potopio. Njegovi delovi su bili vidljivi kada vodostaj opadne. Urušenog stanja i izbušen granatama i gelerima, ostao je takav do 2022. godine kada je izvađen jer se nalazio tačno na mestu stuba novog mosta. U ovom arhitektonskom projektu, membranska konstrukcija je dodata na fasadu da reši problem prekomerne svetlosti u unutrašnjosti zgrade, gde većina korisnika radi na računarima. Prevelika količina svetlosti stvara odsjaj na ekranima i dovodi do pregrevanja prostora, što narušava radne uslove. Sistem zasenčenja pruža zaštitu od direktnog sunčevog zračenja i može se prilagoditi prema potrebama korisnika.

Rečna obala Novog Sada ima bogatu istoriju koja odražava razvoj grada i njegovo kulturno nasleđe. Po narednom urbanističkom razvoju grada, predviđena je izgradnja novog mosta i njegove okoline na južnom delu grada. Uzimajući ovo u obzir, velike površine nekadašnjeg divljeg zelenila dobijaju novi urbani izgled. U reci pored takvih površina je 100 godina stajao prethodno opisani napušteni brod. Paviljon je upravo zbog ovog razloga postavljen na to mesto i predstavlja simboličan spoj istorije



Slika 1. Render paviljona

i modernog urbanog razvoja. Važno je napomenuti da u ovom delu sveta nije pronađen sličan projekat, po dimenzijama i smelosti, što čini ovaj paviljon jedinstvenim doprinosom arhitektonskom pejzažu i kulturnom kontekstu grada.

Paviljon ovog master rada nalazi inspiraciju u metodi preseka i nedostajućem elementu broda uz novosadsku reku. Shodno tome, izgled koji paviljon poprima je izgled vafel strukture. Ona prirodno svojom estetikom i funkcionalnošću podseća na konstrukciju broda. Na ovaj način, poznata struktura je izražena kroz parametarski dizajn. Paviljon ima urušen industrijski izgled koji odgovara izgledu starog napuštenog broda. Glavni materijal je drvo, koje pričvršćuju metalne ploče i elementi vezivanja. Okružen zelenilom, njegova glavna namena je socijalizacija i izložbeni prostor. Nekoliko mesta čvorova elemenata je pretvoreno u rupe, dodajući na izgled starog i napuštenog plovila. Paviljon je značajan i po svojim dimenzijama, njegova gornja površina pravi zaklon za posetioce od kojih može biti veći broj istovremeno. Unutar njega se nalaze prostori za sedenje koji podsećaju na stene na koje se nasukala olupina broda, čime se dodatno pojačava osećaj dramatičnosti i narativ strukture.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu istražen je potencijal metode preseka u primeni izrade spomeničke skulpture i njena primena u savremenoj arhitektonskoj praksi, sa fokusom na metodu preseka u dva ortogonalna pravca. Analizom različitih primera ovakvih struktura širom sveta stekao sam dublje razumevanje njihovih građevinskih tehnika, estetskih mogućnosti i strukturne efikasnosti. Ovo znanje bilo je ključno u formiranju dizajna paviljona koji sadrži jedinstven konceptualni i funkcionalni narativ.

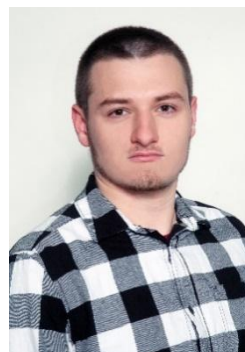
Paviljon koji sam dizajnirao, inspirisan atmosferom olupine broda, integriše elemente i stvara vezu između

prirodnog okruženja i industrijske okoline ovog dela grada. Lokacija paviljona na gradskom šetalištu, sa pogledom na reku, poboljšava njegovu interakciju sa urbanim tkivom i poziva javnost da učestvuje, nudeći prostor za razmišljanje, okupljanje i kulturne aktivnosti. Spajanjem parametarskog dizajna sa narativom olupine broda, paviljon predstavlja simboličku strukturu koja rezonuje sa savremenim urbanim kontekstom. Ovo pokazuje kako se savremene metodologije digitalnog dizajna mogu koristiti za kreiranje arhitektonskih formi koje istovremeno poštuju i poboljšavaju svoje okruženje. Ovaj projekat naglašava važnost integrisanja naprednih alata za dizajn sa dubokim poštovanjem prošlosti i konteksta.

6. LITERATURA

- [1] Marin, P. и Philippe, L. и Blanchi, Y. Digital Materiality: Conception, fabrication, perception. 2012.
- [2] Iwamoto, L. Digital Fabrications: Architectural and Material Techniques. 2009.
- [3] Lynn, G. Animate Form. 1999.
- [4] Luyten, L. Structurally Informed Architectural Design. 2012.

Kratka biografija:



Aleksa Paunić rođen je u Novom Sadu 1998. god. Završio je osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture 2022. godine.
kontakt:
aki.paunic@gmail.com