

**PROJEKTOVANJE OSNOVNE ŠKOLE UZ POMOĆ ĆELIJSKOG AUTOMATA
DESIGNING AN ELEMENTARY SCHOOL USING A CELLULAR AUTOMATON**Marija Grgurović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje primenu ćelijskih automata u projektovanju osnovne škole, fokusirajući se na proces selekcije optimalnog oblika osnove i organizaciju prostorija u skladu s pedagoškim standardima. Pregled literature obuhvata analizu primene ćelijskih automata u arhitekturi kroz studije slučaja poput *Digital Grottesque*, *Hy-Fi* u Muzejskom paviljonu u New Yorku i *Morpheus* Hotela u Makau. Metodologija obuhvata detaljan opis korišćenja ćelijskih automata za generisanje kompleksnih struktura, dok se razvoj projekta fokusira na dizajniranje funkcionalnih celina i estetskih rešenja fasade. Diskusija se bavi analizom postignutih rezultata i izazovima ove tehnologije u arhitektonskom projektovanju, dok zaključak sumira ključne nalaze i predlaže smernice za buduća istraživanja.

Ključne reči: *Projektovanje, Ćelijski automat, Škola, Forma.*

Abstract – This paper explores the application of cellular automata in the design of primary schools, focusing on the process of selecting an optimal base form and organizing rooms according to pedagogical standards. The literature review includes an analysis of cellular automata in architecture through case studies such as *Digital Grottesque*, *Hy-Fi at the Museum Pavilion in New York*, and *Morpheus Hotel in Macau*. The methodology entails a detailed description of using cellular automata to generate complex structures, while the project development focuses on designing functional units and aesthetic solutions for the facade. The discussion addresses the analysis of achieved results and challenges of this technology in architectural design, with the conclusion summarizing key findings and proposing directions for future research.

Keywords: *Design, Cellular automaton, School, Form.*

1. UVOD

U današnjem digitalnom dobu, kreativni procesi u arhitekturi sve više primenjuju napredne tehnologije što možemo videti i na primeru projekta *Digital Grottesque*, a evo i jednog citata iz članka vezanog za taj projekat: "Projekat *Digital Grottesque* izaziva tradicionalne arhitektonske norme koristeći algoritamske procese za generi-

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Atanacković Jeličić, red. prof.

sanje veoma složenih formi koje nisu ograničene mogućnostima ljudske izrade. Projekat ilustruje kako digitalni alati mogu biti upotrebljeni za stvaranje novog jezika forme, karakterisanog neviđenim nivoima složenosti i bogatstva u detaljima" [1, str.118].

Ovi alati omogućavaju arhitektama da generišu kompleksne i organske obrasce koji se mogu prilagoditi specifičnim potrebama projekta.

Ovaj rad istražuje kako se primena ćelijskih automata može efikasno integrisati u projektovanje osnovne škole, stvarajući prostorne aranžmane koji ne samo da zadovoljavaju praktične i pedagoške zahteve, već i podstiču inspirativno okruženje za učenje i razvoj dece.

Fokusiram se na procese dizajniranja koji koriste digitalne alate za simulaciju i optimizaciju, istražujući kako ovi alati mogu transformisati tradicionalni pristup arhitekturi školskih prostora.

Jedan od primera koji predstavlja ovakav način rada je "Material-based design computation" što možemo videti i kroz sledeći citat:

"Integracija svojstava materijala u proces dizajn računarstva omogućava responzivniji i adaptivniji pristup arhitektonskom dizajnu, omogućavajući dizajnerima da iskoriste fizičke karakteristike materijala u svojim generativnim procesima" [5, str.30].

Kroz analizu relevantnih studija slučaja i praktičnih primera, istražujemo mogućnosti za unapređenje obrazovnih institucija kroz inovativne pristupe u arhitektonskom projektovanju [2-8].

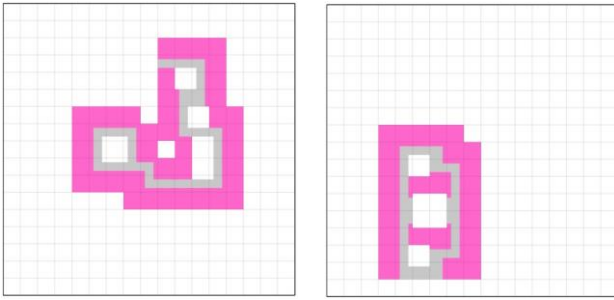
Rad je nastao korišćenjem ćelijskog automata čiji je autor doc. dr Dejan Ecet, a lokacija za isti može se pronaći na sledećem linku:

https://github.com/kabinet304/safe_school_ca/

2. METODOLOGIJA

Metodologija ovog istraživanja temeljila se na kompleksnom pristupu korišćenja ćelijskih automata kao ključnog alata za generisanje arhitektonskih oblika osnove škole.

Početni korak uključivao je dubinsku analizu različitih parametara i pravila unutar ćelijskog automata radi identifikacije mogućih oblika osnove koji bi najbolje odgovarali funkcionalnim zahtevima škole. Ovaj proces nije samo uključivao geometrijske karakteristike oblika, već i optimizaciju kako bi se osigurala maksimalna efikasnost prostora. Neki ponudeni oblici prikazani su na slici 1.

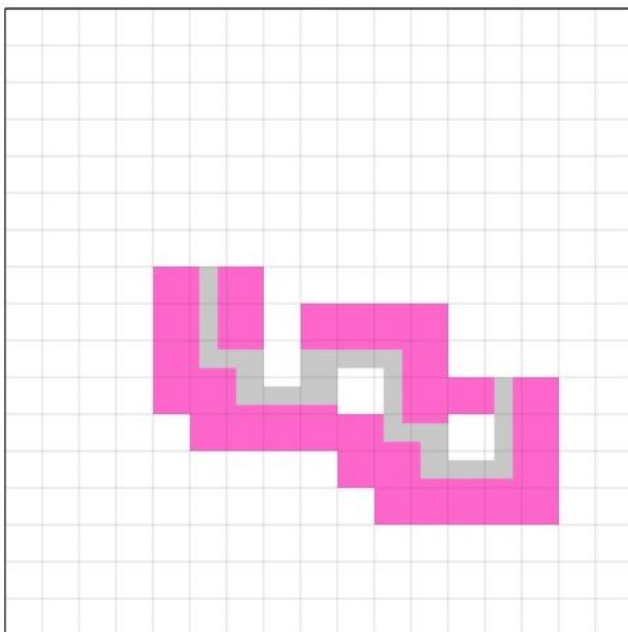


Slika 1. Neki od oblika koje je automat ponudio

Nakon odabira optimalnog oblika, prikazanog na slici 2. usledila je faza razvoja rasporeda prostorija unutar osnove. Analiza je bila usredsređena na precizno pozicioniranje različitih funkcionalnih celina kao što su učionice za mlađu decu, stariju decu, sale za fizičko obrazovanje i administrativni prostori.

Svaka od ovih celina je pažljivo integrisana u osnovni oblik kako bi se postigla najbolja organizacija prostora i optimalno korišćenje prostornih resursa škole.

Slika 2 prikazuje konkretan oblik koji je izabran za dalji razvoj osnove škole, što je predstavljalo polaznu tačku za dalje istraživanje i implementaciju. Dalje u metodologiji, fokus je bio na dizajniranju spoljnog izgleda škole koji je uključivao pažljivu integraciju elemenata kao što su prozori i zastakljene površine. Ovi elementi nisu samo služili estetskim ciljevima već su imali i funkcionalnu svrhu, omogućavajući bolju povezanost sa okolinom, prirodno svetlo i ventilaciju unutar prostorija.



Slika 2. Oblik koji je odabran za dalju razradu osnove

Dodatno, ključni aspekt metodologije bilo je formiranje dva manja atrijuma unutar školskog prostora.

Ovi atrijumi nisu samo služili kao estetski detalji već su predstavljali mikroceline sa zelenilom, doprinoseći estetskom i funkcionalnom obogaćenju unutrašnjeg prostora škole. Ovakav pristup nije samo podržavao estetiku već je i unapredio kvalitet života unutar školske zajednice, stvarajući prijatno i inspirativno okruženje za učenje i rad.

Metodološki pristup ovog istraživanja kombinovao je teorijske osnove sa praktičnom primenom kako bi se postiglo optimalno arhitektonsko rešenje koje ne samo da podržava obrazovne procese već i promovise inovaciju i održivost u školskom okruženju.

2.1. Raspored prostorija

Razvoj rasporeda prostorija bio je pažljivo vođen principima maksimiziranja funkcionalnosti i efikasnosti unutar školskog prostora, usklađenih sa specifičnim pedagoškim i ergonomskim zahtevima. Proces je počeo analizom potreba različitih korisničkih grupa, kao što su mlađa deca, starija deca i nastavno osoblje, kako bi se definisale optimalne funkcionalne celine kao što su učionice, sale za fizičko obrazovanje i administrativni prostori.

Svaka od ovih celina detaljno je pozicionirana unutar odabranog oblika osnove kako bi se osigurala intuitivna organizacija prostora i maksimalno iskorišćenje prostornih resursa. Analiza je takođe obuhvatila optimizaciju puteva kretanja učenika radi smanjenja gužvi i optimizacije vremena provedenog između različitih aktivnosti.

Ovakav pristup ne samo da je doprineo boljem funkcionisanju školskog prostora, već je i podržao dinamično okruženje koje podstiče efikasnost učenja i radne aktivnosti.

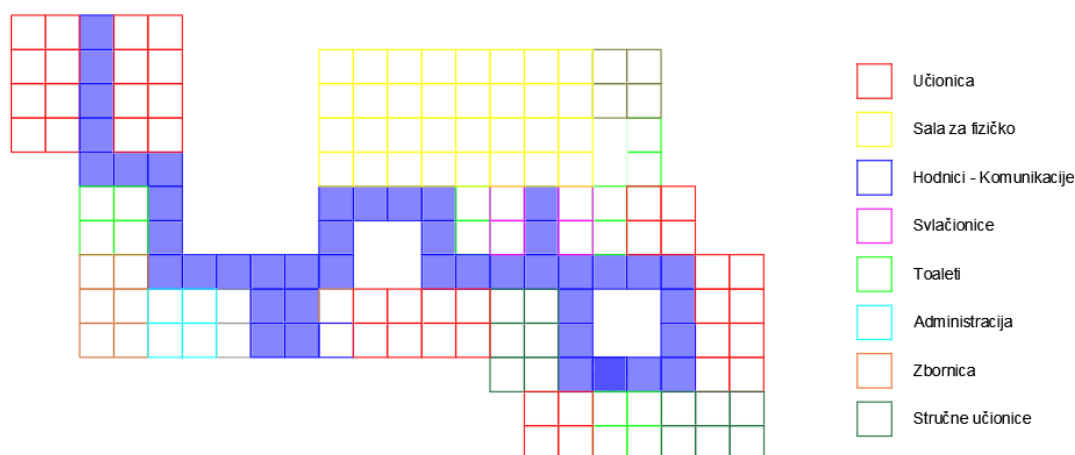
Šematski prikaz dobijenog rasporeda prostorija prikazan je na slici 3.

2.2. Optimizacija funkcionalnost.

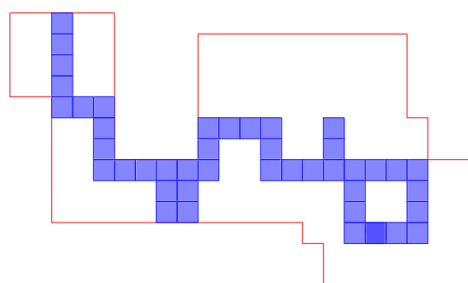
Proces funkcionalne optimizacije detaljno je analizirao protok učenika i nastavnika kroz različite delove škole kako bi se osigurala efikasnost i sigurnost svake funkcionalne celine. Poseban fokus bio je na dizajnu hodnika koji su izvedeni sa mnogo zglobova radi smanjenja rizika od povreda i olakšanja kretanja unutar školskog prostora. Dizajn je prikazan na slici 4.

Ova strategija nije samo doprinela boljoj organizaciji prostora već i poboljšanju sigurnosnih standarda škole.

Takođe, projektovana su dva stepeništa koja su optimalno raspoređena kako bi pokrila sve delove školskog plana, uz prisustvo liftova koji olakšavaju pristup osobama sa posebnim potrebama. Dodatno, unutar škole su implementirani posebni toaleti prilagođeni osobama sa invaliditetom, što je doprinelo stvaranju inkluzivnog i pristupačnog okruženja za sve korisnike školskog prostora.



Slika 3. Šematski prikaz dobijenog rasporeda prostorija



Slika 4. Šematski prikaz hodnika

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Primena ćelijskih automata u projektovanju osnovne škole rezultirala je generisanjem raznovrsnih arhitektonskih oblika osnove koji su bili prilagođeni specifičnim pedagoškim potrebama. Odabir optimalnog oblika osnove omogućio je efikasno raspoređivanje prostorija kao što su delovi namenjeni za učionice, delovi namenjeni za sport, za administraciju, uz maksimalno iskorišćenje prostornih resursa.

Ova faza istraživanja naglasila je značaj ergonomije u dizajnu školskih prostora, osiguravajući udobnost i funkcionalnost za sve korisnike.

Diskusija o rezultatima obuhvatiće implikacije primene ovakvih arhitektonskih rešenja u praksi. Osnovna tema će biti ekonomska održivost i energetska efikasnost predloženih struktura, uz naglasak na potencijal za smanjenje troškova održavanja i operativnih troškova školskog objekta. Takođe će se razmotriti izazovi tehničke izvodljivosti implementacije, uključujući potrebne tehnološke resurse za realizaciju kompleksnih arhitektonskih formi generisanih ćelijskim automatom.

Ovaj segment istraživanja pruža detaljan uvid u koristi i izazove primene naprednih tehnologija u arhitektonskom projektovanju, naglašavajući potencijal ćelijskih automata za stvaranje inovativnih i funkcionalnih školskih prostora.

4. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju istražen je potencijal primene ćelijskih automata u projektovanju osnovne škole kao sredstva za generisanje kompleksnih arhitektonskih oblika prilagođenih specifičnim funkcionalnim i estetskim zahtevima.

Evo jednog citata iz knjige "Towards a New Kind of Building" kojim je inspirisan ovaj rad:

"Nekonvencionalna arhitektura izaziva tradicionalne dizajnerske paradigme prihvatanjem složenosti, varijabilnosti i upotrebe naprednih digitalnih tehnologija za stvaranje jedinstvenih prostorno-iskustvenih rešenja." (Oosterhuis, 2006)

Kroz primenu metodologije bazirane na analizi parametara i optimizovanju, postignuti su značajni rezultati u efikasnom rasporedu prostorija i unapređenju ergonomske udobnosti prostora. Diskusija o rezultatima istraživanja ukazuje na potencijalne ekonomske i ekološke koristi primene ovakvih tehnologija u praksi.

Napredne tehnologije poput ćelijskih automata ne samo da omogućavaju stvaranje inovativnih arhitektonskih rešenja, već i podstiču održivost i efikasnost u upravljanju obrazovnim objektima. Izazovi u implementaciji ovih tehnologija istaknuti su kao važan aspekt daljeg istraživanja i razvoja u oblasti arhitekture. Kroz kontinuirano unapređenje metodologije i tehnoloških kapaciteta, moguće je ostvariti dalji napredak u optimizaciji školskih prostora za bolje obrazovno okruženje.

Jedna od rečenica kojom je inspirisan ovaj rad je upravo i citat iz knjige "Digital Tectonics":

"Digitalna tektonika redefiniše odnos između materijalnosti i forme, omogućavajući arhitektama da istražuju nove mogućnosti u dizajnu kroz integraciju digitalnih tehnologija i računarskih metoda." (Leach, Turnbull, & Williams, 2004)

Ovaj rad pruža osnovu za buduća istraživanja i primenu naprednih tehnologija u arhitektonskom projektovanju, naglašavajući važnost integracije digitalnih alata u

stvaranje funkcionalnih, estetski privlačnih i održivih obrazovnih institucija.



Slika 5. Prikaz dobijenog izgleda objekta

5. LITERATURA

- [1] Hansmeyer, M., & Dillenburger, B. (2014). Digital Grotesque: Printing Architecture. *Architectural Design*, 84(1), 116-121. doi:10.1002/ad.1709
- [2] "Hy-Fi: Living Architecture Exhibition." MoMA PS1. (2014). New York, NY. Pristupljeno 30. juna 2024. godine, sa <https://www.moma.org/calendar/exhibitions/1450>
- [3] "Morpheus Hotel, Macau." Zaha Hadid Architects. Pristupljeno 30. juna 2024. godine, sa <https://www.zaha-hadid.com/architecture/morpheus-hotel/>
- [4] Hansmeyer, M., & Dillenburger, B. (2014). Digital Grotesque: Printing Architecture. *Architectural Design*, 84(1), 116-121. doi:10.1002/ad.1709

[5] Oxman, N., & Rosenberg, N. (2007). Material-based design computation: An inquiry into digital simulation of physical material properties as design generative system. *International Journal of Architectural Computing*, 5(1), 26-44. doi:10.1260/147807707780958712

[6] Oosterhuis, K. (2006). *Towards a New Kind of Building: A Designer Guide for Non-standard Architecture*. Thames & Hudson.

[7] Kolarevic, B. (Ed.). (2003). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Taylor & Francis.

[8] Leach, N., Turnbull, D., & Williams, C. (Eds.). (2004). *Digital Tectonics*. Wiley-Academy.

Kratka biografija:



Marija Grgurović rođena je u Novom Sadu 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti projektovanja na temu "Projektovanje osnovne škole uz pomoć čelijskog automata" odbranila je 2024.god. kontakt: marijagrgurovic77@gmail.com